

ENERGETYKA POLSKA

Złota Księga Energetyki w Polsce



POLISH ENERGY
Golden Book Energy in Poland



Energetyka polska

Polish Energy



www.energetyka-polska.pl
www.polish-energy.com

Patronat honorowy



MINISTERSTWO ENERGII

Mecenas wydania



Energetyka polska



Rozwój energetyki to fascynujący rozdział polskiej historii. Album ten pokazuje, jak postęp techniczny wpłynął na jakość oraz komfort życia i pracy człowieka, jak nowe technologie pozwalają wykorzystać żywioły (wodę, powietrze), bogactwa naturalne, a przede wszystkim potencjał inżynieryjny i energię Polaków do rozwoju gospodarki.

Polska elektroenergetyka ma prawie sto lat. Po odzyskaniu niepodległości ważne były: energia i zapał społeczeństwa do odbudowy kraju, a także użytkowa „siła” i „światło”. Istotne stało się dążenie do zapewnienia Polsce bezpieczeństwa, niezależności w gospodarce i otwartość na innowacje.

Grupa Energa – jako silna i nowoczesna organizacja biznesowa, oparta na polskim kapitale – kontynuuje te tradycje. Dbamy o bezpieczeństwo energetyczne kraju i wdrażamy innowacyjne rozwiązania. Chcemy dzielić się dobrą energią.

Wytwarzamy, dystrybuujemy oraz sprzedajemy energię elektryczną i ciepłą. Jesteśmy jednym z trzech największych polskich dostawców energii elektrycznej. Wytwarzamy ją w: zmodernizowanej elektrowni konwencjonalnej, małych wodnych elektrowniach, farmach wiatrowych i fotowoltaicznych. Rocznie produkujemy 4,1 TWh energii elektrycznej z węgla, wody, wiatru i biomasy. Odnawialne źródła energii stanowią 41% naszej mocy. Eksploatujemy ponad 184 tys. km linii energetycznych.

Investujemy w innowacje. Nasze działania skupiają się na inteligentnych sieciach, magazynowaniu i lokalnym zarządzaniu energią, elektromobilności oraz nieustannym podnoszeniu niezawodności sieci dystrybucyjnej i źródeł wytwórczych.

Dbamy o silną, polską markę, ugruntowując swoją pozycję rynkową. Jednocześnie realizujemy misję społeczną, wspierając przedsięwzięcia edukacyjne, sportowe, patriotyczne i kulturalne.

Życzę przyjemnej lektury tego fascynującego albumu, traktującego o zdobyciach polskiej techniki, o ludziach ją tworzących, o dziedzictwie myśli inżynieryjnej, o „sile” i „światle” energii Polaków.

Grzegorz Ksepko
Wiceprezes Energa SA

Polish Energy

The development of electric power engineering is a fascinating chapter in the history of Poland. This album illustrates the impact of technical progress on the quality and comfort of human life and work, the ways in which new technologies make it possible to utilize forces of nature (water, air), natural resources, and most importantly the engineering potential and enthusiasm of Poles in developing economy.

Polish electric power engineering is almost one hundred years old. After Poland regained its independence, energy and social enthusiasm to reconstruct the country and the commercial 'power' and 'light' became important. Significant efforts were taken to ensure the security of Poland, its economic independence and openness to innovation.

Energa Group – as a strong and modern business organisation based on Polish capital – has continued this tradition. We take care to ensure national energy security and implement innovative solutions. We want to share good energy.

We produce, distribute and supply electricity and heat. We are one of three largest Polish suppliers of electricity. It is generated in a modernised conventional power plant, picturesque hydroelectric power plants, as well as on wind and photovoltaic farms. On an annual basis we produce 4.1 TWh of electricity from coal, water, wind and biomass. Renewable energy sources account for 41% of our capacity. We operate more than 184 000 km of power lines.

We invest in innovation. Our activities focus on smart grids, storage and local management of energy, electromobility and continuing improvement of the reliability of distribution grid sources and power generating sources.

We take care to build a strong Polish brand with well-founded market position. Simultaneously, we pursue a social mission supporting educational, sports, patriotic and cultural projects.

Enjoy reading this fascinating album describing the achievements of Polish technology, its contributors, the heritage of engineering thought, and the 'power' and 'light' of Polish people.

Grzegorz Ksepko
Vice-President of Energa SA



Szanowni Państwo,
sektor energii w Polsce i na świecie stoi dziś przed ogromnymi wyzwaniami. Kluczową rolę odegrają innowacyjne technologie. Dlatego szukamy odmiennych od dotychczasowych modeli działania. Dzięki wdrażanym rozwiązaniom chcemy wzmocnić konkurencyjność przedsiębiorstw energetycznych. Zamierzamy to osiągnąć między innymi poprzez wykorzystanie rodzimych innowacji dla rozwoju przemysłowego, zmniejszenie jednostkowego zużycia energii i surowców oraz synergii w działaniu przedsiębiorstw, instytucji publicznych i nauki. Słowem – chcemy wprowadzić polską energetykę na drogę modernizacji, innowacji i poszukiwania nowych rozwiązań technologicznych i biznesowych. Ten proces to także nowe szanse i wyzwania dla liderów i uczestników rynku.

Polska dąży do wypracowania modelu polityki energetycznej, który będzie korzystny dla gospodarki kraju, a także zapewni bezpieczeństwo energetyczne i potrzeby obywateli. Przyszłość wyznaczać będą tendencje zmian, które były i są impulsem do podejmowania konkretnych decyzji. Dlatego wśród naszych priorytetów są między innymi: restrukturyzacja górnictwa i wykorzystanie w energetyce nowoczesnych, czystych technologii węglowych, rozwój innowacji takich jak elektromobilności czy energetyka jądrowa, dywersyfikacja źródeł dostaw gazu. Budowa gazoportu w Świnoujściu była jedną z najważniejszych z punktu widzenia bezpieczeństwa energetycznego kraju; planowana rozbudowa wpisuje się w plany całkowitego uniezależnienia się od jednego kierunku dostaw nośników energii i umocni pozycję Polski w Europie Środkowo-Wschodniej. Bowiem celem głównym naszej polityki jest tworzenie warunków dla stałego i zrównoważonego rozwoju sektora energetycznego, przyczyniającego się do wzrostu gospodarki narodowej. W tę politykę wpisany jest także Krajowy Plan Działań Dotyczący Efektywności Energetycznej, który zawiera opis planowanych w poszczególnych dziedzinach gospodarki przedsięwzięć, zmierzających do realizacji krajowego celu w zakresie oszczędnego gospodarowania energią.

Polski system energetyczny działa w tej chwili na granicy możliwości. Musimy zmienić tok myślenia i lokować elektrownie tam, gdzie jest planowana duża produkcja wymagająca dużych mocy. Opracowanie planu budowy nowych bloków wymaga wszakże przemyślnych działań. Powinien on być spójny zarówno z polityką gospodarczą, jak i rozwojową kraju, tak, aby nowe elektrownie powstawały tam, gdzie planowany jest rozwój przemysłu. Owszem, program jądrowy będzie kontynuowany. Jednak z punktu widzenia gwałtownie rosnących potrzeb energetycznych, budowa nowoczesnych bloków węglowych jest naszym priorytetem.

Droży Czytelnicy, mam przeświadczenie, że niniejsza publikacja ze względu na zakres poruszanej tematyki, a także bogaty materiał ilustracyjny jest wiarygodnym źródłem wiedzy o dziejach i współczesności polskiej energetyki. Jej walory informacyjne i popularyzatorskie są niewątpliwe.

Krzysztof Tchórzewski
minister energii

Dear all,
The power engineering sector in Poland and around the globe faces great challenges today. To take up the gauntlet and succeed, we need innovative technologies that will be crucial to building a strong status of modern power engineering. This is why the business models we seek must be different from the conventional one known so far. The solutions being implemented are designed to endow the power engineering companies with a better competitive edge. We want to provide it by harnessing innovative domestic solutions to make the industry grow, reduce the specific power consumption, and build synergy between commercial business, public institutions and science. To put it short: we want to propel Polish power engineering towards advanced upgrades, innovation, and the search for novel solutions in technology and business. All of this is a process from which opportunities and challenges stem for market leaders and actors.

Poland wishes to develop an energy policy model beneficial to the domestic economy, assuring energy security, and meeting the demand for power sources of Polish citizens. Our mission priorities include restructuring the mining industry, application of state-of-the-art carbon-based technologies for power generation, development of innovative solutions, like e-mobility and nuclear power engineering, as well as diversification of LNG suppliers.

The main objective of our policy is to foster an environment beneficial to a continued and sustainable development of the power engineering sector that will favour growth of the Polish economy. The Polish energy system demands innovation and capex projects. We need a paradigm shift and locate new power generating plants where large industrial production capacities are planned and require significant power inputs. However, developing a plan of building new power units requires careful consideration. The plan must be aligned with the official policies for economy and overall growth of Poland to deploy new power plants exactly where the industry will grow. It is also crucial to apply state-of-the-art, clean processes in power engineering to meet the EU's suggested environmental protection standards and improve the competitive edge of the power engineering sector.

With the topic range and rich illustrations, we hope that this publication is a reliable source of knowledge about the history and modern days of Polish power engineering.

Krzysztof Tchórzewski
Minister of Energy

Zasilamy
Twój dzień

Powering
your day



Spis treści

Table of contents



Rozdział 1 Chapter 1
Natura żywiołów – ogień 2
Elements of nature – Fire



Rozdział 2 Chapter 2
Współczesne ciepłownictwo 32
Contemporary district heating



Rozdział 3 Chapter 3
Natura żywiołów – woda 46
Elements of nature – Water



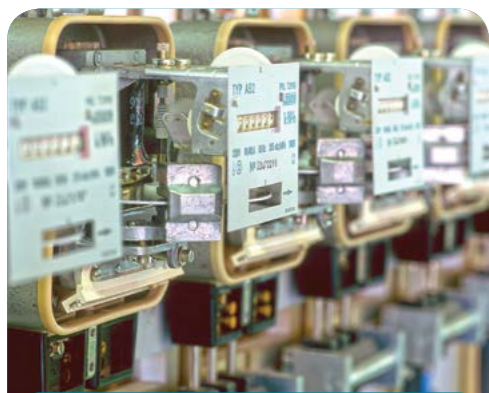
Rozdział 4 Chapter 4
Natura żywiołów – powietrze 64
Elements of nature – Air



Rozdział 5 Chapter 5
Odnawialne źródła energii 76
Renewable energy sources



Rozdział 6 Chapter 6
Natura żywiołów – ziemia 90
Natural elements – Earth



Rozdział 7 Chapter 7
Elektroenergetyka zawodowa 178
Commercial electric power engineering



Rozdział 8 Chapter 8
Ochrona środowiska 202
Environmental protection



Rozdział 9 Chapter 9
Liderzy branży 217
Industry leaders
Członkowie IGEiOŚ 248
Members of the IGEiOŚ

www.energetyka-polska.pl
www.polish-energy.com

Energetyka polska

Polish Energy



Teksty oraz konsultacje

Sławomir Bielecki, Agnieszka Jamroży-Morawska, Katarzyna Moraczewska-Majkut, Jacek Sowiński, Andrzej Wandrasz

Źródła ilustracji

Archiwalia ENEA Wytwarzanie, archiwalia FAE K. Szpotkański i S-ka, archiwalia przedsiębiorstw Grupy TAURON, Antoni Bochen, Narodowe Archiwum Cyfrowe, Photofactory®, Polskie Towarzystwo Przyjaciół Muzeum Energetyki w Łaziskach Górnych

Opracowanie layoutu

Beata Popielińska

Redakcja, opracowanie zbiorów fotograficznych oraz przygotowanie do druku

Antoni Bochen

Koordinacja projektu

Jacek Wiśniewski

Skład komputerowy

TOP Studio – Rafał Wiśniewski

Serwisy internetowe

Wojciech Morawski, Filip Wiśniewski

Wydawca

Quixi Media Sp. z o.o.

85-061 Bydgoszcz, ul. Matejki 1a

www.quixi.pl

ISBN 978-83-61840-37-4

2017

Rozdział

1



NATURA ŻYWIOŁÓW

OGIEŃ

Elements of nature

FIRE



Wykorzystując płomień...

Using flames...

Umiejętność panowania nad ogniem m.in. wyróżnia człowieka spośród innych istot żyjących. Badania uczonych z Uniwersytetu w Toronto i Uniwersytetu Hebrajskiego w Jerozolimie (z 2012 roku) dowiodły, że *Homo erectus* był najstarszym przedstawicielem rodziny człokształtnych, umiejącym posługiwać się ogniem już około miliona lat temu.

The ability to use fire is a characteristic distinguishing man from other living creatures. Scientists at the University of Toronto and the Hebrew University in Jerusalem (in 2012) proved that *Homo erectus* was the oldest anthropoid capable of using fire as early as about one million years ago.

Neandertalczyk, według badań archeologicznych, wytwarzał narzędzia kamienne, praktykował pochówek i potrafił rozniecać ogień (rekonstrukcja modelu rodziny) / The Neanderthal, according to archaeological surveys, made stone tools, practised burials and could start a fire (reconstruction of a family model) (arch. Photofactory®)

W prowincji Northern Cape na terenie Republiki Południowej Afryki, uważanej za kolebkę ludzkości, odkryto jak dotąd najstarsze, spopielone szczątki roślin i spalone fragmenty kości zwierzęcych, a w pobliżu – ślady popiołu drzewnego i narzędzi kamiennych. Ich analiza wykazała, że zostały spalone celowo, a nie przez zjawiska przyrodnicze, np. piorun.

Dzięki kontrolowanemu używaniu ognia nasi przodkowie mogli lepiej chronić własne siedziby przed drapieżnikami i owadami, a także polować nocą. Przez zmianę diety zmniejszyła się śmiertelność populacji i polepszyły się warunki życia. Kontrola ognia stała się punktem zwrotnym w ewolucji hominidów.

W Polsce najstarsze, choć zdecydowanie młodsze (ok. 500 tys. lat p.n.e.), niewielkie ślady palenisk i pozostałości organicznych po obozowiskach zarejestrowano na Śląsku oraz w Małopolsce. W okresie paleolitu środkowego (130-110 tys. lat temu), na terenie południowej Polski powstały, prawdopodobnie pierwsze, paleniska służące do wędzenia żywności (Kraków, Kleparz). Natomiast w neolicie, na naszych terenach pojawiły się osobniki, które potrafiły formować kuliste naczynia, wypalane w ogniskach. Odnajdywana ceramika z okresu 5-4,7 tys. lat p.n.e., przyczyniła się do nazwania tej populacji kulturą ceramiki wstęgowej.

Około 3,5 tys. lat p.n.e. na Bliskim Wschodzie (w Anatolii) po raz pierwszy posłużono się ogniem do wytopu rud metali. Umiejętność ta przyczyniła się do rozwoju cywilizacji w epoce brązu, a potem żelaza.

In Northern Cape province in the Republic of South Africa, believed to be the cradle of humanity, the oldest known ashed plant residues and burnt fragments of animal bones were discovered with traces of wood ash and stone tools nearby. The analysis showed that they were burnt on purpose and not as a result of natural phenomena, e.g. a lightning strike.

Thanks to the controlled use of fire our grand ancestors could better protect their own settlements against predators and insects. They could also hunt at night-time. The change in diet reduced the mortality of the population and improved the living conditions. Fire control became the turning point in the evolution of the hominids.

In Poland, the oldest although definitely younger (about 500 thousand years BCE) small traces of fire and organic residues after temporary settlements were discovered in Silesia and in Lesser Poland. In the middle Palaeolithic age (130 thousand – 110 thousand years ago), in southern Poland most likely the first furnaces for smoke treatment of food were built (Kraków, Kleparz). On the other hand, in the Neolithic period individuals capable of forming ball-shaped vessels burnt in bonfires appeared in our territory. Because of ceramic ware discoveries dating back to 5000-4700 years BCE, that population is referred to as the Ribbon Ceramic Culture.

Around 3500 BCE in the Middle East (Anatolia) fire was used for the first time for melting metal ore. This ability contributed to the development of civilization in the Bronze Age and then the Iron Age.



Wnętrze zrekonstruowanej chaty z epoki brązu w Biskupinie z widocznym paleniskiem / A hearth inside a Bronze Age hut reconstructed in Biskupin (arch. Photofactory®)

Witalność zamknięta w płomieniu

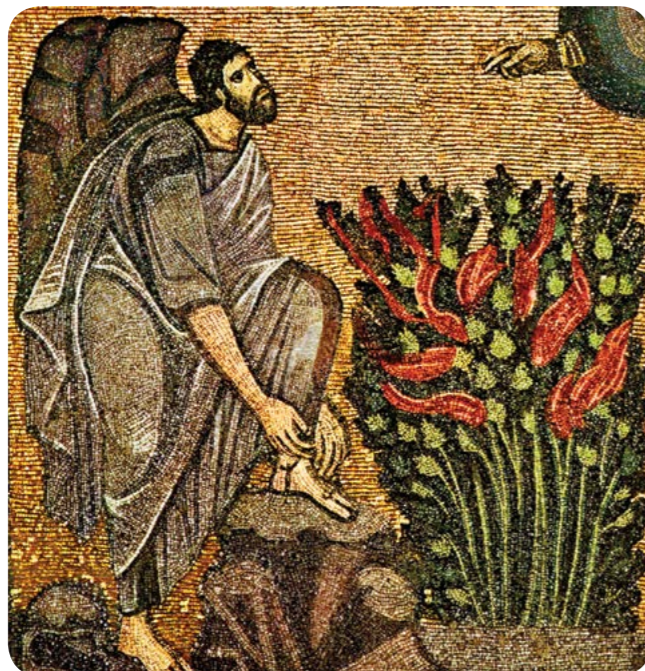
Heraklit z Efezu, żyjący na przełomie VI i V wieku p.n.e., jako pierwszy z jońskich filozofów przyrody, uważał ogień za *prapoczątek* wszechrzeczy, który jest w ciągłym ruchu. Słynne *panta rhei* (wszystko płynie) odnosiło się do zmienności, dynamiki, powstawania i zaniku. W mitologii greckiej bogiem ognia był kulawy kowal – Hefajstos. Ogień, atrybut bogów, dobrze strzeżono w podziemnej kuźni Olimpu. Moment nieuwagi sprawił jednak, że został wykradzony przez tytana Prometeusza i oddany ludziom. Tym samym Prometeusz przyczynił się do powstania cywilizacji.

Na Bliskim Wschodzie, w imperium sasanidzkim, od I wieku n.e. dominowała religia zwana, od imienia jej założyciela, zaratusztrianizmem. Według niej bóg stworzył ogień i puścił Wszechświat w ruch, powodując nieustanną walkę z siłami zła. Dla wyznawców zaratusztrianizmu ogień był i pozostaje do dziś szczególnym elementem kultu.

Nieco odmienna jest wersja narodzin Wszechświata w mitologiach nordyckich. Odnajdujemy tam historię Krainy Płomieni. Zamieszkiwali ją giganci ognia, którzy sąsiedowali z mieszkańcami Krainy Lodu. Jeden z tych olbrzymów, Surtur, był uważany za boga ognia, ponieważ zawsze dzierżył płomienny miecz. Uderzając mieczem w skały skrzesał iskry. Ten moment stał się początkiem Wszechświata. W innych religiach politeistycznych bardzo często ogień był postrzegany jako demiurg, budowniczy świata wywodzący się od Słońca, wizualny symbol światła boskiego, często pod postaciami pioruna i błyskawicy.

Święty ogień – piekielny ogień

Ogień otrzymany od Boga stał się przedmiotem kultu. Znano go i rozpowszechniano w starożytnym Lewancie i dalekim Oriencie, bowiem tam można było go pozyskać w naturalny sposób z gazów ziemnych, ropy, samozapłonu niektórych roślin (krzak gorejący), wybuchów wulkanu. Taki ogień podtrzymywano w specjalnych świątyniach jako element boskiego znamienia. Potwory ziejące ogniem utożsamiane były przeważnie ze strażnikami krainy umarłych lub piekła. W Starym Testamencie znajdują się przypowieści o ukaraniu płonącym deszczem grzeszników, jak np. w historii Sodom i Gomory.



Mojżesz zdejmujący sandał przy płonącym krzewie na bizantyjskiej mozaice / Moses taking off his sandal at the burning bush depicted on a Byzantine mosaic (arch. Photofactory®)



Ognisty deszcz niszczący Sodomę i Gomorę na obrazie Johna Martina z 1852 r. / The rain of fire destroying Sodom and Gomorrah as painted by John Martin in 1852 (arch. Photofactory®)

Vitality within the flame

Heraclitus of Ephesus, who lived in the 4th and 5th century BCE, was the first Ionian nature philosophers to consider fire the origin of all things that was in constant motion. His famous *panta rhei* (everything flows) phrase referred to variability, dynamics, emergence and disappearance. In Greek mythology the god of fire was a lame blacksmith – Hephaestus. Fire, a divine attribute, was carefully guarded in the underground forge of Olympus. However, one of the titans, Prometheus, used a moment of distraction to steal it and give it to humans. Thus, Prometheus contributed to the emergence of civilization.

In the Middle East, in the Sassanid Empire, from 1st century CE the predominant religion was Zoroastrianism, named after its founder Zoroaster (or Zarathustra). According to this religion God created fire and set the Universe in motion thus giving rise to the continuing fight against evil forces. For the followers of Zoroastrianism, fire was a special element of the cult.

The origins of the Universe are slightly different in Norse mythology. It tells us a story of the World of Muspell. This realm was inhabited by fire giants and neighbored on Niflheim (the ice realm). One of the giants, Surtur, was considered the god of fire because he always held a flaming sword. Hitting rocks with that sword he struck up sparks. This was the beginning of the Universe. Other polytheist religions very often perceived fire as the creator of the world deriving from the Sun, a visual symbol of divine light often taking forms of a thunderbolt and lightning.

Holy fire – infernal fire

Fire received from God became an object of a cult. It was known and popularized in ancient Levant and in the Orient where it could be obtained by natural methods

from gas, oil, self-ignition of some plants (the burning bush), and volcano explosions. The fire was kept alive in special temples as an element of the divine imprint. Fire-breathing monsters were normally identified with guardians of the world of the dead or hell. The Old Testament contains parables about the rain of fire as a form of punishment for sinners, e.g. as in the story of Sodom and Gomorrah.

W mitologii azteckiej spotykamy się natomiast z wybuchem wulkanu. Łączy się on z kultem Huehuetotla, boga ognia i podziemia, który przywędrował z zalanego lawą miasta Cuicuilco do Teotihuacan, miejsca narodzin wszystkich bogów. Na ołtarzu w Wielkiej Świątyni w Tenochtitlan palił się wieczny płomień ku jego czci.

Ognisko – ogień oswojony

Dla małych wspólnot plemiennych podtrzymywanie ognia było niezwykle ważne i znajdowało miejsce w rytuałach i religiach prawie wszystkich cywilizacji. Powoli ognisko stawało się centrum życia domowego. Spajało wspólnotę, tworząc swoisty krąg rodowy – podwaliny pierwotnych społeczeństw. Bogom ognia budowano specjalne ołtarze, na których trzymano święty ogień, skąd każdy mieszkaniec osady mógł go zabrać do domu.

Stosy ofiarne z kultem całopalenia, są obecne zarówno w mitologiach kultur południowoamerykańskich, jak i na kartach Starego Testamentu. Znajduje się tam przypowieść o ofierze Abrahama z jego jedyne syna Izaaka, zamienionej przez Boga na ofiarę z baranka. Najbardziej znane były jednak świątynie domowego ogniska w Grecji i Rzymie, którym patronowały Hestia i Westa. W starożytnej Grecji nowo narodzone dziecko rytualnie obnoszono wokół ogniska, inicjując jego wejście do rodziny.

Centrum – ognisko domowe

W egipskich piramidach archeolodzy znaleźli gliniane modele domów, z których wynika, że kuchnie były urządzone dość prymitywnie. Znajdował się w nich kokułowy, lichi piec chlebowy, również zbudowany z gliny. Na przenośnych, ceramicznych lub metalowych rusztach – mocowanych nad ogniskiem – gotowano strawę.

W Babilonii i Asyrii, mimo dość łagodnego klimatu, chłodniejszą porą należało ogrzewać domy mieszkalne. Do tego celu służyły przenośne, terakotowe piecyki w kształcie naczyń, do których wkładano żar z otwartego paleniska kuchennego. Podobne przenośne piece, nie tylko terakotowe, ale również metalowe, stosowane były na Krecie, w okresie tzw. kultury minojskiej, 2-1,2 tys. lat p.n.e.

W Grecji, w III wieku p.n.e., z formy megaronu (typ budowli) wykształcił się dom na planie prostokąta, z ogniskiem pośrodku, przykryty dachem wspartym na czterech kolumnach. W starożytnym Rzymie domy, zwane willami, ogrzewane były najczęściej przenośnymi, metalowymi piecykami. W kuchniach znajdowały się murowane podstawy palenisk, na których wzniesano ogniska. Pośród różnych pomieszczeń były tam również domowe łazienki, ogrzewane systemem hypokaustum. Domy, nazywane insula, przypominające dzisiejsze piętrowe kamienice, ogrzewano przenośnymi piecykami lub pochodniami.

Hestia, opiekunka ogniska domowego, w mitologii greckiej reprezentowała moralność i trwałość życia rodzinnego / Hestia, the goddess of the hearth, in Greek mythology represented morality and stability of family life (arch. Photofactory®)

On the other hand, Aztec myths make reference to an eruption of a volcano. It is connected with the cult of Huehuetotl, a god of fire and the underground who arrived from the city of Cuicuilco destroyed by lava into Teotihuacan – the birthplace of all gods. The sacred fire devoted to him burned continuously on the altar in the Great Temple in Tenochtitlan.

A bonfire – tamed fire

Small tribal communities considered keeping fire alive extremely important, which was also reflected in the rites and religions of nearly every civilisation. Gradually, domestic life became concentrated around a hearth. It bonded the community together creating a peculiar family circle – the foundations of primeval society. Special altars were built for fire deities on which the holy fire was kept burning. Every inhabitant of the settlement could take it home.

Sacrificial pyres and the cult of burnt offerings are present both in South American mythologies and in the Old Testament. The latter also describes Abraham's offering of his only son, Isaac, which God refused to accept, taking a lamb instead. However, the most famous were the hearth temples in Greek and Rome devoted to Hestia and Vesta, respectively. In ancient Greece newborns were ritually carried around the hearth as a sign of their admission into a family.

Domestic hearth as a central point

In the Egyptian pyramids archaeologists found clay models of houses suggesting that kitchens were quite primitive. They housed a dome-shaped meagre bread oven, also made from clay. Portable ceramic or metal grilles placed over the fire were used for cooking.

In Babylonia and Assyria, despite their climate being quite moderate, in the colder season residential buildings needed heating. They were heated by means of portable terracotta vessel-shaped stoves into which live wood from an open kitchen hearth was placed. Similar portable stoves – not only made from terracotta but also from metal – were used in Crete in the period of the Minoan culture (2000-1200 BCE).

In Greece, in the 3rd century BCE the megaron (type of building) became a model for a rectangular house with a hearth as its central point, covered with a roof supported on four columns. In ancient Rome houses called villas were most frequently heated by portable metal stoves. In kitchens hearths were lit on brick bases. The various rooms also included bathrooms with hypocaust heating. Houses, called insula, resembling present-day storeyed tenement houses were heated by portable stoves or torches.

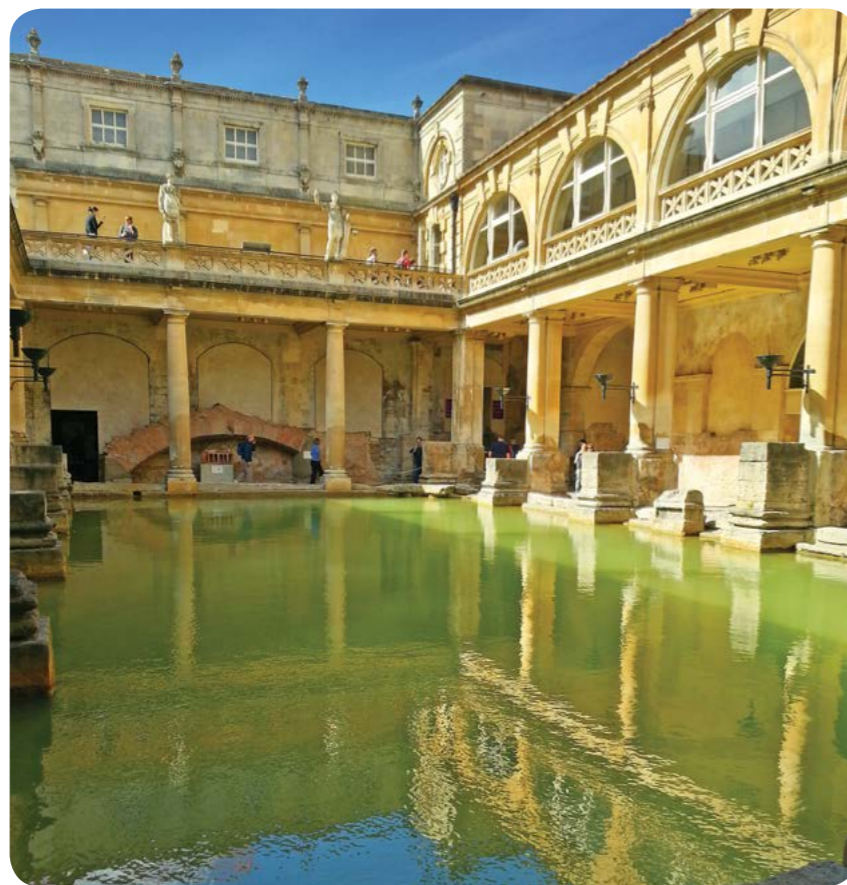


Z biegiem czasu ogniska centralne, najczęściej na planie koła, zabezpieczone kamienną opaską przed żarem lub nieco zagłębione w posadzkach (polepach) zaczęto budować w narożnikach domostw lub przy ich ścianach szczytowych. Spaliny odprowadzano przez specjalnie wybudowany w tym celu pionowy przewód kominowy. Wydaje się, że najciekawsze dla okresu prahistorycznego w Europie były domy skandynawskie, w których otwarte ognisko ciągnęło się na osi wzdłuż całego domu, a dym odprowadzano przez otwory drzwiowe i okienne.

Antyczne hypokaustum

Starożytni Rzymianie urozmaicali sobie wolny czas pobytem w łaźniach, zwanych termami, które przejęli od Greków około III wieku p.n.e. Łaźnie były zespołami pomieszczeń, zgrupowanych w określonym porządku, zgodnie z zasadą ekonomicznego wykorzystywania ciepła. Najbliżej jego źródła lokalizowano sale z gorącą kąpielą i parnie czyli sauny. Nieco dalej znajdowały się pomieszczenia oferujące kąpiel w letniej wodzie, a najdalej umiejscowiono sale kąpeli zimnych. System ogrzewania łaźni nazywany był *suspensurae*. Witruwiuszowi przypisuje się zasługi jego udoskonalenia przez zastosowanie regulatora temperatury, w postaci tarczy z brązu zwanej żółwiem, którą opuszczano i podnoszono za pomocą łańcucha. Archaiczną formę tego systemu znamy z łaźni greckich. Miały one zasuwany otwór w posadzce, pod którą znajdowała się piwnica hypokaustyczna. Przez ten otwór regulowano dopływ ciepła do pomieszczenia.

Antyczne centralne ogrzewanie ciepłym powietrzem, zwane hypokaustum, to w klasycznej formie radiacyjny system ogrzewania pomieszczeń. Radiacja w ogrzewaniu polega na wypromieniowywaniu ciepła z ogrzanych płaszczyzn. Hypokaustum zbudowane było ze sklepionej komory paleniska, połączonej niewielkim kanałem z piwnicą hypokaustyczną na filarkach (*suspensurae*) oraz pionowymi przewodami, które pierwotnie odprowadzały dymy na zewnątrz. Generalnie zasada działania systemu hypokaustum polegała na ogrzaniu pomieszczenia od dołu przez wypromieniowanie, czyli radiację ciepła z ogrzanych uprzednio powierzchni podłogi, a w późniejszym okresie także ścian. W ten sposób ogrzewano sale lub baseny z wodą przede wszystkim w antycznych łaźniach. Oprócz term również niektóre budynki mieszkalne i siedziby urzędów, zwłaszcza w starożytnym Rzymie i jego północnych prowincjach, miały ogrzewanie hypokaustyczne.



Rzymskie łaźnie w miejscowości Bath (Anglia), posiadają system ogrzewania podłogowego / Roman baths in Bath (England) are equipped with a floor heating system (arch. Photofactory®)

With time central hearths, most often circular, safeguarded by a stone wall or recessed in floors were transferred to corners or gable walls of houses. Exhaust gas was carried off through a special vertical flue. The most interesting in prehistoric Europe seem to be Scandinavian houses which had an open hearth along the axis of the building and from which smoke was carried off through door and window openings.

The ancient hypocaust

Ancient Romans would spend their spare time relaxing in public baths called *thermae*. They had taken this invention over from Greeks around the 3rd century BCE. The baths were rooms grouped in a specific order according to the principle of the economic use of heat. The closest to the source of heat were hot bath rooms and steam rooms, that is, saunas. Tepid water bath rooms were situated a little farther and the farthest were cold water bath rooms. The baths' heating system was called *suspensurae*. Improvement of the heating system is attributed to Vitruvius. He used

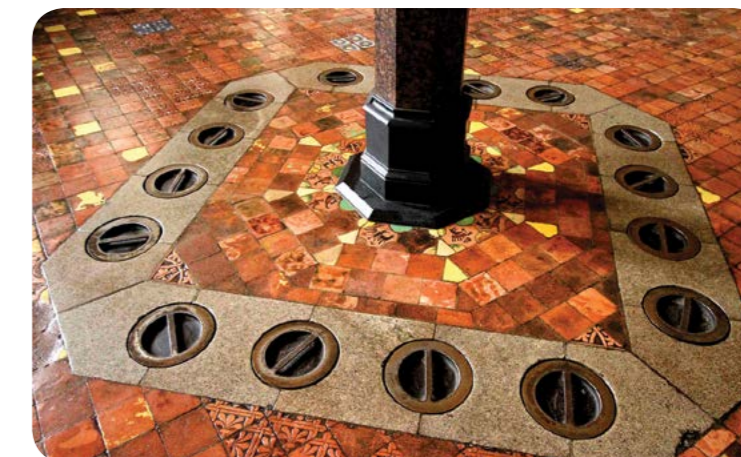
a temperature regulator in the shape of a bronze disc (shell) that was raised and lowered by a chain. An archaic form of this system was used in the baths of ancient Greece. The floor had an opening with a sliding cover and a hypocaust basement located underneath. The opening was used to control the inflow of heat into the room.

Ancient central heating using warm air, known as the hypocaust, is a classic form of a radiant heating system for interiors. Radiation in heating means heat radiating from heated flat surfaces. The hypocaust was built as a vaulted furnace chamber which, by means of a small channel, was connected to a hypocaust basement that was supported on pillars (*suspensurae*) as well as with

vertical ducts that originally carried off smoke outside. In general, the operating rule of the hypocaust system assumed that the room was heated from underneath by radiating heat from a previously heated floor surface and later also the wall surface. The solution was used to heat rooms or pools with water, mostly in ancient baths. Apart from *thermae*, certain residential and official buildings, in particular in ancient Rome and northern Roman provinces, were also equipped with hypocaust heating systems.



Średniowieczny system akumulacyjny centralnego ogrzewania w Sali Kapitulnej na zamku w Malborku. Na zdjęciach widok sali (po lewej) oraz otwory kanałów cieplnych wbudowane w posadzkę (po prawej) / Medieval central heating storage system in the Chapter House in the castle of Malbork. A view of the room (on the left) and heating ducts openings in the floor (on the right) (arch. Photofactory)



Hypokaustum a ogrzewanie kanałowe

Hypokaustum, znane ze starożytnej Grecji i Rzymu, rozpowszechniło się daleko na północnych terenach imperium rzymskiego. Uważa się, że klasyczna forma hypokaustum z *suspensurą* zanikła na dobre na terenie Europy pomiędzy VI a VII wiekiem, ustępując miejsca ogrzewaniu kanałowemu. Miało to związek z nową religią – chrześcijaństwem – chodziło bowiem o podgrzewanie wody w pierwszych bazylikach. Ogrzewanie kanałowe w epokach merowińskiej i karolińskiej zostało rozpowszechnione w Europie Zachodniej, zwłaszcza w imperium Karola Wielkiego, a obecnie uważane jest za unowocześnienie hypokaustum.

System ten charakteryzował się kanałami cieplnymi, wymurowanymi w trwałym materiale (kamień, cegła, glina). Odchodziły one od paleniska i układały się najczęściej na kształt liter: X, Y, L, T lub gwiazdki. Rozłożone były tuż pod posadzką i niekiedy zaopatrzone w otwory z pokrywami. Dzięki tym elementom można je uznać za ogniwo pośrednie między antycznym hypokaustum a średniowiecznym centralnym ogrzewaniem akumulacyjnym. W Europie swoisty renesans klasycznego systemu hypokaustum nastąpił w XIV wieku w łaźniach parowych, w zamkach i pałacach. Było to świadome wzorowanie się na termach rzymskich z I wieku n.e.

Ogrzewanie w średniowieczu

Rozpowszechnienie hypokaustum na ziemiach polskich przypisuje się zakonnikom (głównie cystersom). Zachowały się piece zbudowane m.in. na zamkach krzyżackich (kilkanaście pieców w Malborku). Późnogotyckie piece hypokaustyczne, obecne na ziemiach polskich od XIII wieku, funkcjonowały nawet do XVII stulecia. Wymurowane z cegieł, składały się z kilku części: paleniska, komory nadrusztowej (z żebrami z cegieł i kamieniami polnymi, kumulującymi ciepło), a także ze sklepienia kolebkowego z otworami wylotowymi ogrzanego powietrza. Palenisko było dość długie i niskie, zakończone w tylnej części przewodem dymnym, wychodzącym do komin. Nad paleniskiem budowano poprzeczne, ceglane żebra, łączone gliną, między którymi pozostawiano niewielką wolną przestrzeń. Na żebrach układano luźno duże kamienie narzutowe i mniejsze otoczaki, wypełniając w ten sposób do 3/4 pojemności komory cieplej. Wolna przestrzeń nad kamieniami służyła do gromadzenia gorącego powietrza.

Hypocaust versus ducted heating

The hypocaust, known in ancient Greece and Rome, became popular far in the north of the Roman Empire. It is believed that the classic form of the hypocaust involving *suspensurae* became extinct in Europe between the 6th and 7th century, making way for ducted heating. This was connected with the emergence of a new religion – Christianity – for the purposes of which water was heated in the early baptisteries. Ducted heating during the Merovingian and Carolingian dynasties was propagated in Western Europe, and in particular, in the empire of Charles the Great and is now believed to be a development of the hypocaust.

The characteristic feature of the system was heating ducts passing through a solid material (stone, brick, or clay). The ducts forked from a furnace into the shape of letters: X, Y, L, T, or stellated. The ducts were distributed directly underneath the floor. Sometimes they were fitted with covered openings. Those elements suggest they are an intermediate link between the ancient hypocaust and the medieval storage central heating. In Europe the classical hypocaust system was revived somewhat in the 14th century in steam baths, castles and palaces. It was consciously modelled on Roman *thermae* from the 1st century CE.

Heating in the Middle Ages

The popularisation of the hypocaust in the territory of Poland is attributed to monks (mainly Cistercians). Furnaces built in Teutonic castles (more than ten furnaces in Malbork) have survived to date. Late Gothic hypocaust furnaces, present in the territory of Poland from the 13th century, remained in operation as late as the 17th century. Made from bricks, they consisted of several parts: the furnace, heat storage chamber (with ribs made from bricks and field stones accumulating heat), as well as barrel vaulting with vents through which hot air was released. The furnace was elongated and low and at the back it had a flue carrying smoke off into a chimney stack. Over the furnace crosswise clay-joined brick ribs were built between which a small gap was left. Large irregular stones and smaller pebbles were loosely put on the ribs thus filling up to 3/4 of the heat chamber. The gap above the stones was used to accumulate hot air.



Piec pod Wielkim Refektarzem (po lewej) i wnętrze komory akumulacyjnej wypełnionej kamieniami na zamku w Malborku / The furnace under the Grand Refectory (on the left) and a stone-filled storage chamber the castel in Malbork (arch. Photofactory®)

Całość konstrukcji zakrywano sklepieniem kolebkowym, w którym znajdowały się otwory kanałów ciepłych, zamykanych metalową lub kamienną pokrywą, umieszczoną w posadzce ogrzewanego pomieszczenia. Płomień, powstający podczas spalania drewna w długim palenisku, mógł równomiernie ogrzewać zgromadzone nad nim kamienie, a także, częściowo, główne ściany pieca, które również pełniły rolę zasobników ciepła. W czasie palenia w piecu, pokrywy w posadzkach ogrzewanymi pomieszczeń były zamknięte, a powstające gazy i dym uchodziły przez komin. Podnoszenie temperatury w pomieszczeniach, znajdujących się bezpośrednio nad piecami, polegało na uwalnianiu ciepła, zgromadzonego w komorze akumulacyjnej przez unoszenie pokryw, aż do wystygnięcia kamieni.

Hypokausta, pochłaniające duże ilości opału, zaczęto stopniowo zastępować piecami kafłowymi. Palenie w pojedynczych piecach pozwalało oszczędzać paliwo.

W tym samym okresie funkcjonowały również inne, prymitywne formy urządzeń grzewczych, głównie w domach wiejskich. W izbach kmiecyh, o niewielkiej kubaturze, wystarczały początkowo otwarte paleniska, umiejscowione na środku, które z czasem okładano kamieniami. Dym uchodził przez otwory w dachu. Były to piece kopułowe lub kopulaste, które w pomieszczeniach mieszkalnych budowano znacznie rzadziej niż kominki. Ich genezę można wywieść z pierwotnego okładania ognisk kamieniami polnymi; ogniska z czasem zamykano kopułą z gliny, z otworem w najwyższym punkcie lub nawet z wyprowadzonym w górę kominem.

Rozwój ogrzewania ciepłym powietrzem

Rewolucja przemysłowa i dostęp do nowych materiałów wpłynęły na rozwój technologii ogrzewania ciepłym powietrzem. Anglik, William Strutt, zaprojektował w 1805 roku kocioł, składający się z żeliwnej komory, otoczonej cegłami w odległości kilku cali, aby umożliwić cyrkulację powietrza. Zewnętrzną część urządzenia stanowiły dwie komory: dolna, do której napływało chłodne powietrze i górna, stanowiąca ujście dla powietrza gorącego. Kanały, doprowadzające powietrze do pomieszczeń, zostały wyposażone w kłapy pozwalające na regulację temperatury. W tym samym czasie we Francji powstawały kotły



The whole structure was covered by barrel vaulting with heat duct openings. The openings were closed with a metal or stone lid that was mounted in the floor of the heated room. The flame, that was produced by burning wood in the elongated furnace, could evenly heat up the stones placed above. It could also partly heat up the main walls of the furnace which also stored heat. When the furnace fired, the lids in the floors of heated rooms were closed and the flue gas and smoke were carried off outside through the chimney. The temperature in rooms which were located immediately above the furnaces was raised through releasing heat accumulated in the storage chamber by means of lifting the lids and leaving them open until stones were cooled.

Hypocausts consumed large amounts of fuel so they were gradually replaced by tile stoves. Single stoves made it possible to minimise the use of fuel.

At the same time other, primitive forms of heating were also used, mainly in rural cottages. In small chambers occupied by well-to-do peasants initially open hearths placed in a central point were sufficient. With time they were enclosed with a stone lining. Smoke escaped through openings in the roof. Those were domed stoves which in residential premises were less common than fireplaces. Their origins can be traced to the custom of enclosing fires with field stones. With time, fires were covered with a clay dome which had an opening at the topmost point or could even have an upright chimney.

Development of warm air heating

The Industrial Revolution and the availability of new materials had an influence on the development of warm air heating technology. An Englishman, William Strutt, in 1805 designed a boiler. The structure was composed of a cast iron chamber enclosed by bricks a few inches apart to enable air circulation. The external part of the boiler consisted of two chambers: the bottom chamber which cool air entered and the upper one from which hot air escaped. Ducts supplying air to rooms were fitted with dampers used to increase or reduce temperature. At the same time, air heating boilers were built in France. They were

do podgrzewania powietrza. Nazywano je *caloriferes*, a zbudowane były z wielu żeliwnych rur, umieszczonych w ścianie okrywającej palenisko pieca. Powietrze, przepływając między rozgrzany, żeliwnymi rurami, samo się nagrzewało i wędrowało dalej, do kanałów prowadzących do pomieszczeń.

Zarówno kotły konstrukcji Strutta, jak i francuskie *caloriferes* były ważnymi wynalazkami, jednak technologicznie umocowanymi w starożytności. Bardziej naukowe podejście do tych zagadnień przedstawił profesor Paul Traugott Meissner w opublikowanej w 1821 roku, pracy pt. *System grzewczy z ogrzanego powietrza*, w której przedstawił sposoby konstrukcji kotłów i dystrybucji powietrza w różnych typach budynków.

W 1840 roku w Białym Domu w Waszyngtonie rozpoczęto prace przy instalacji ogrzewania gorącym powietrzem. System składał się z kotła z żeliwnym paleniskiem, obudowanym otynkowanymi cegłami. Kanały, którymi powietrze docierało do ogrzewanymi pokojów, poprowadzone były zarówno z samego kotła, jak i z pomieszczenia, gdzie był zamontowany. Kotłownię umieszczono w piwnicy. W 1853 roku prezydentem USA został Franklin Pierce, który zmienił system grzewczy na zasilany gorącą wodą.

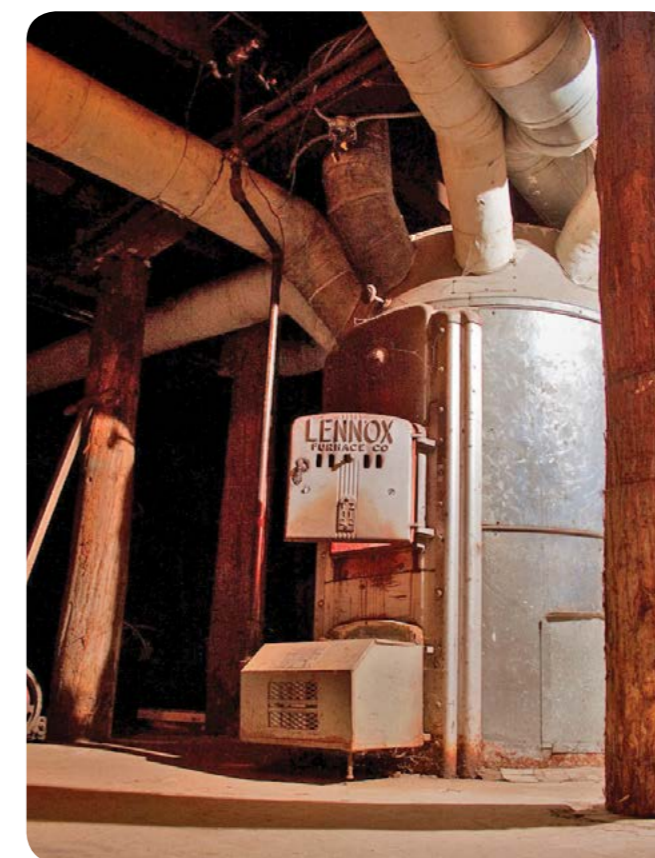
Prototyp kotła do ogrzewania ciepłym powietrzem, który w drugiej połowie XIX wieku stał się bardzo popularny w Stanach Zjednoczonych, został zbudowany w 1835 roku w Worcester. O ile wcześniej nie istniał przemysł związany z produkcją kotłów (wykonywano je ad hoc dla konkretnych rozwiązań), to od momentu powstania w 1837 roku firmy Richardson & Boynton Co, można mówić o narodzinach w USA rynku urządzeń ogrzewających gorącym powietrzem. Boom branży przeżywała aż do początku nowego wieku. Instalacje na gorące powietrze uważane były za nowoczesne, wygodne i efektywne oraz bezpieczne. Były przy tym znacznie łatwiejsze w montażu i obsłudze od rozwiązań parowych czy wodnych, a nadto wiązało się z nimi znacznie mniejsze ryzyko wybuchu.

W pierwszej dekadzie XX wieku, w instalacjach grzewczych na ciepłe powietrze zaczęto używać wentylatorów. Dotychczas stosowano jedynie naturalną cyrkulację nagrzanego powietrza, co nie zawsze było efektywne. Pierwsze wentylatory, produkcji Emerson Electric, do montowania w kanałach powrotnych instalacji, pojawiły się już w 1908 roku. Jednak, w zasadzie do końca lat 20. XX wieku, nie były one szeroko stosowane.

called 'caloriferes' and were composed of numerous cast iron tubes placed in the wall built around the furnace. Air, flowing between hot cast iron tubes, was warmed up intrinsically and passed further to ducts leading to respective rooms.

Boilers designed by Strutt and the caloriferes built in France were both important inventions. However, in terms of technology they were all based on ancient solutions. Professor Paul Traugott Meissner presented a more scientific approach in his work *Warm Air Heating System* published in 1821, in which he described various designs of boilers and air distribution methods in buildings of different types.

In 1840 in the White House in Washington work was started to install a hot-air heating system. The system was composed of a boiler with a cast iron furnace in a plastered brick enclosure. Ducts through which air was supplied to rooms ran both from the boiler itself and from the room in which it was installed. The boiler room was situated in the basement. In 1853 Franklin Pierce was elected US President and he had the heating system turned into a hot-water supplied system.



Kocioł stalowy na gorące powietrze Torrid Zone wyprodukowany przez firmę Dave'a Lennox / A Torrid Zone hot air steel boiler manufactured by Dave Lennox's company (arch. Photofactory®)

A prototype of a hot-air heating boiler, which after 1850 gained immense popularity in the United States of America, was built in 1835 in Worcester. Insofar as previously there had been no specific boiler making industry (boilers were built *ad hoc* for the needs of specific solutions), the incorporation of Richardson & Boynton Co. in 1837 can be regarded as the birth of the warm air heating equipment market in the USA. The boom in the sector continued until the beginning of the following century. Hot air systems were believed to be modern, comfortable and efficient and also safe. At the same time they were much easier to install

and operate than steam and hot water solutions and they significantly reduced the risk of explosion.

In the first decade of the twentieth century fans were used in warm air heating systems. Previously only natural circulation of warm air had been used, which was not always an effective solution. The first fans, for installation in the return passages of systems, were produced by Emerson Electric company as early as 1908. However, generally they were not widely used until the end of the twenties of the twentieth century.



Piece i kominki

Stoves and fireplaces

Najpowszechniejszymi urządzeniami grzewczymi były, różnej wielkości i formy, kominki. W zamkach i pałacach dostawiano je początkowo na zewnątrz muru, a komin, który przechodził przez kilka kondygnacji, ogrzewał ścianę budowli. Z czasem kominki zaczęto stawiać wewnątrz pomieszczeń i nadawać im przeróżne formy.

The most popular heating devices were fireplaces of various sizes and forms. In castles and palaces they were initially annexed to the wall on the outside. The chimney, often going up a number of storeys, heated the wall of the building. With time fireplaces were built inside rooms and they took on the shape we are familiar with nowadays.

*Dawniej w domach przy kominkach gromadziły się całe rodziny
In the old times whole families would sit by the fireplace (arch. Photofactory®)*



*Zabytkowy kominek w zamku w Blois we Francji
A historic fireplace in the Blois castle in France (arch. Photofactory®)*

Przy kominku

W Polsce najstarsze kominki, pochodzące z XIII wieku, zachowały się w Legnicy i na wrocławskim Ostrowie Tumskim. W murze pozostawiono wnękę, w której bezpośrednio na posadzce palono ogień, a nad nią konstruowano zadaszenie. Kominki, które ogrzewały wysokie pomieszczenia o dużej powierzchni, musiały mieć odpowiednie rozmiary. Czasem w jednym pomieszczeniu budowano ich kilka. Dodatkowym wyposażeniem i dekoracją kominków gotyckich były płyty żeliwne instalowane na tylnej ścianie, które zapewniały ochronę przed wysoką temperaturą oraz kumulowanie ciepła.

Piece murowane

W środkowej i wschodniej Europie, oprócz pojedynczych pieców grzewczych, stawiano także zespoły, powiązanych ze sobą konstrukcyjnie, urządzeń ogniwo-dymowych. Składały się one z trzonu kuchennego, pieców grzewczych i chlebowych oraz komina i wędzarni. Służyły nie tylko do ogrzewania, ale pełniły także funkcje kuchenne, gospodarcze, magazynowe, a nawet sypialne. Początkowo lepienie z gliny, później murowane, tynkowane i bielone, miały przeważnie kształt prostopadłościanów. Ten specyficzny, odwiecznie słowiański twór powszechnie stawiano do połowy XIX wieku, a w niektórych regionach dłużej – nawet do połowy XX wieku. Oczywiście, pojedyncze piece, wyłącznie grzewcze, lepienie z gliny, potem murowane z cegły i bielone, także były w powszechnym użyciu. Spotkać je można było przede wszystkim w domach wiejskich, szczególnie na wschodzie Polski, do XX wieku. Natomiast na terenach zachodniej Polski wpływy niemieckie i bardziej zaawansowana kultura grzewcza spowodowały wcześniejsze, bo już od XIX wieku, wypieranie tego typu konstrukcji z domów wiejskich.



Bogato zdobiony kominek w zamku Blois we Francji / A richly ornamented fireplace in the Blois castle in France (arch. Photofactory®)

By the fireplace

In Poland the oldest fireplaces dating back to the 13th century have been preserved in Legnica and in the district of Ostrów Tumski in Wrocław. A recess was left in the wall where fire was lit directly on the floor and it was covered by a roof to protect the interior from smoke. Fireplaces heating large and high rooms had to be of sufficient size. Sometimes a number of fireplaces were built in a single room. Gothic fireplaces were additionally equipped and ornamented with cast iron plates placed on the rear wall. These plates protected the wall against high temperature and accumulated heat.

Brick masonry heaters

In Central and Eastern Europe, apart from single heaters, clusters of structurally connected fire and smoke devices were erected. They comprised a kitchen range, heaters and bread ovens, a chimney and a smoker. Their role was not limited to heating; they also performed cooking, utility, storage and even sleeping functions. Initially made from clay, afterwards built from brick, covered with plaster and whitewashed, they were normally cuboid in shape. Such a specific, long-existing Slavic creation was commonly in use until the mid-19th century and in some regions even longer – until the mid-20th century. Of course, single stoves, used for heating only, made from clay – and afterwards replaced with brick and whitewashed – were also in common use. These could be found primarily in rural cottages, in particular in the east of Poland, until the 20th century. On the other hand, in western Poland the German influence and more advanced heating culture started displacing such structures from rural cottages as early as the 19th century.



*Piec murowany w „izbie czarnej” w Chalupie Gąsieniców Sobczaków w Zakopanem
A brick masonry stove in the black room of the Gąsienica Sobczak Family Cottage in Zakopane (arch. Muzeum Tatrzańskie w Zakopanem)*

Piece ceglane nie mogły wygrać konkurencji z kafłowymi, które w drugiej połowie XIX wieku stawiano w domach wiejskich coraz częściej. Przyczyniło się do tego wprowadzanie na szeroką skalę do ogrzewnictwa węgla kamiennego. Poza tym, u schyłku XIX wieku, prężne, niemieckie fabryki zalewały kaflami ziemie zaboru pruskiego, a także inne regiony.

Dziś gliniane i ceglane urządzenia ogniowe zobaczyć można w muzeach oraz w skansenach. Ogromny i zróżnicowany zespół tego typu urządzeń zgromadzono np. w Muzeum – Kaszubskim Parku Etnograficznym we Wdzydzech Kiszewskich. Na wschodzie kraju (na terenie Podlasia) przetrwał specyficzny typ urządzeń związanych z kulturą ognia, przez badaczy uważany za unikat na skalę światową, funkcjonujący pod nazwą „piec podlaski”. Na ten kompleks, ogrzewający nawet kilka pomieszczeń, składa się trzon kuchenny oraz piec grzewczy i chlebowe. Jego waga osiąga blisko 10 ton, a powierzchnia 40 m².

Piece kafłowe. Skąd pochodzą?

W połowie XV wieku zaczęto produkować pierwsze kafle płytowe, a tym samym stworzono nowy typ pieca, którego rozwój i przekształcenia trwały aż do połowy XX wieku. Za kolebkę pieców kafłowych uważa się Niemcy, Austrię i Szwajcarię, gdzie znano je już w XI wieku. Na terenie dzisiejszej Polski piece kafłowe upowszechniły się od XIV wieku, a na Śląsku znane były już w drugiej połowie XIII wieku. Umiejętność stawiania pieców zawdzięczano niemieckim kolonistom, licznie przybywającym do miast. Kafle wykonywano na kole garncarskim, nadając im kształt zbliżony do naczyń. Wykańczano polewą (zieloną, brązową lub żółtą), ale używano też kafla bez polewy. Co ciekawe, w ciągu wieków ani formy kafla, ani kształt pieców, nie uległy większym zmianom. Łączyły one w sobie wiele zalet praktycznych, oprócz efektownego wyglądu, bardzo szybko się rozgrzewały i przez zwiększoną powierzchnię grzejną dłużej oddawały ciepło.

Nowe kafle, nowe możliwości

W XV wieku zaczęto budować piece z kafla płytowych, formowanych w specjalnych matrycach. Nowy rodzaj kafla wymusił inny kształt bryły pieca, który stał się małym dziełem architektury, na wzór ówczesnych zamków. Konstrukcja bryły pieca z kafla płytowych miała cieńsze ściany, w porównaniu z piecami z kafla naczyńowych. Nowy typ pieca dawał ogromne



Kafle garnkowe i cebulowe znajdujące się w zbiorach Muzeum w Nysie
Pot-type and bowl-type tiles in the collection of the Museum in Nysa
(arch. Muzeum w Nysie)

Brick stoves could not succeed in competing with tiled stoves which became very popular after 1850 in rural households. It was a result of the wide-scale introduction of hard coal for heating. Also, at the turn of the 19th century resilient German factories 'flooded' the territories under Prussian rule and also other regions with tile-clad stoves.

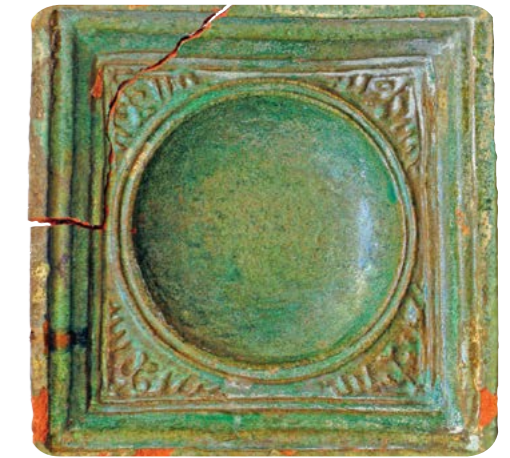
Today clay and brick fire equipment can be seen in museums and ethnographic sites. A vast and diverse group of such units is exhibited, e.g., in the Kashubian Ethnographic Park Museum in Wdzydze Kiszewskie. In the east of Poland (region of Podlasie) a specific type of equipment related to fire culture has survived. Researchers find it to be a unique specimen globally and call it the 'Podlasie stove'. This complex capable of heating a number of rooms is composed of a kitchen range, heating stoves and bread ovens. It weighs nearly 10 tonnes and covers an area of 40 square metres.

Tiled masonry heaters. Origins.

In the mid 15th century the first flat tiles were produced. A new type of stove was invented which developed and transformed until the mid-20th century. Tiled masonry heaters originated in Germany, Austria and Switzerland where they were known as early as the 11th century. Tiled stoves were popularised in what is now Poland from the 14th century and in Silesia they were known as early as the second half of the 13th century. Stove building skills were introduced by German colonists who numerously settled in cities. The tiles were jolleyed and shaped like pottery. The finish was green, brown or yellow glazing but unglazed tiles were also used. Interestingly, over centuries neither the form of tiles nor the shape of stoves changed considerably. Apart from an impressive appearance they had many practical advantages: they were quickly heated and due to the expanded heating surface they gave off heat longer.

New tiles, new options

In the 15th century, stoves were built from plate tiles made in special moulds. The new type of tiles necessitated a change in the shape of the stove that became a small work of architecture modelled on castles of the period. The walls of a stove made of plate tiles were thinner compared



Dawne kafle dziś stanowią prawdziwe dzieła sztuki / The former tiles are now real works of art (arch. Photofactory®)

możliwości zdobienia, bowiem płytki kafla stały się idealnym nośnikiem treści artystycznych. Mimo że w zasobach muzealnych można znaleźć liczne gotyckie kafle płytowe, na terenie Polski brak jest zachowanych w całości brył pieców z tego czasu.

Typ pieca ukształtowany w gotyku utrzymywał się w dobie renesansu. Kafle renesansowe charakteryzowała barwna polewa: zielona, niebieska, biała, żółta i brązowa. Najpiękniejszym przykładem pieca renesansowego, unikatowym nie tylko w skali europejskiej, jest blisko jedenastometrowy, pięciokondygnacyjny piec z lat 1545-1546 w gdańskim Dworze Artusa, dzieło mistrza Georga Stelznera. Jego bogata dekoracja mieści się na 520 kafłach.

W zgodzie z modą

W XVII stuleciu bryła pieca pozostawała bez zmian. Natomiast dekorację zdominował ornament kontynuacyjny, roślinny lub w postaci orientalnej maureski, a kafle, w odróżnieniu od poprzedniego okresu, nie tworzyły już osobnej całości, lecz były częścią ogólnej kompozycji. Kolorystyka szklawa przeważnie ograniczała się do zieleni, bieli i błękitu (z akcentami żółcieni). Znakomite przykłady zrekonstruowanych pieców tego typu z końca XVI i pierwszej połowy XVII wieku znajdują się m.in. na Zamku Królewskim w Warszawie, na zamku w Tykocinie i w Kamienicy Brzykowskiej – oddziale Muzeum Narodowego Ziemi Przemyskiej. W wieku XVIII popularność na terenie Rzeczypospolitej zaczęły zdobywać barokowe piece z warsztatów pomorskich, zwane potocznie gdańskimi (choć oprócz Gdańska powstawały także w Toruniu, Elblągu, Malborku). Osiedlanie się protestanckich osadników holenderskich, związki gospodarcze i handlowe z Niderlandami, moda na holenderskie fajanse – wszystko to miało wpływ na charakterystyczny styl pieców powstających w tych ośrodkach. O ile bryły pieców gotyckich i renesansowych nawiązywały do architektury budynków, o tyle piece barokowe wzorowały się na elementach wyposażenia wnętrz, np. meblach, takich jak: szafy, sekretrety, serwantki. Pieców tego typu zachowało się niewiele, głównie w rezydencjach i pomieszczeniach kościelnych (np. w pałacu w Krokowej k. Pucka i w kolegiacie w Dobrym Mieście na Warmii).

to stoves built from pottery tiles. The new type of stove provided many options for ornamentation since plate tiles were an ideal carrier for art. Despite the fact that museum resources contain numerous Gothic plate tiles, in Poland complete stoves dating back to that time have not been preserved.

Gothic-type stoves also survived throughout the Renaissance. Renaissance tiles were characterised by coloured glazing: green, blue, white, yellow and brown. The most beautiful example of a Renaissance stove, unique not only in Europe, is a nearly eleven-metre tall, five-storey stove at the Artus Court in Gdańsk, a masterpiece by Georg Stelzner built in 1545-1546. It is covered with 520 richly ornamented tiles.

Following trends in fashion

In the 17th century, in the Baroque period, the body of the stove remained unchanged. However, continuation ornaments of plant or oriental Moorish character were predominant and tiles, in contrast to the previous period, did not form a separate whole but were a part of the overall composition. Glazing colours were normally limited to green, white and blue (with yellow accents). Superb examples of such reconstructed stoves from the late 16th century and the first half of the 17th century can be seen in the Royal Castle in Warsaw, in the castle in Tykocin, in Kamienica Brzykowska – a division of the National Museum of the Przemysł Region. In the 18th century, Baroque stoves produced in Pomerania, informally referred to as Gdańsk stoves (although besides Gdańsk they were also manufactured in Toruń, Elbląg and Malbork) became popular in the Polish State. The arrival of Dutch Protestant settlers, economic and business relations with the Netherlands, fashionable Dutch faience pottery – all contributed to the characteristic style of stoves built in those cities. Gothic and Renaissance stoves made reference to the architecture of buildings while Baroque stoves were modelled on interior design elements, e.g. furniture, such as: cabinets, writing desks, and glass-fronted cabinets. A few stoves of this type have been preserved, mainly in residences and church premises (e.g. in the palace in Krokowa near Puck and in the collegiate church in Dobre Miasto in the region of Warmia).

Śladami antyku

Na przełomie XVIII i XIX wieku pojawiały się piece odpowiadające gustom epoki klasycyzmu. Składane z dużych segmentów kaflowych przyjmowały kształty obelisku, cylindra, kolumny z bogatym zwieńczeniem (np. w kształcie wazonu). Wykańczano je głównie białym szkliwem, często stosując złocenia, a dekorację stanowiły reliefowe motywy zaczerpnięte z antyku: popiersia, medaliony, wzory kwiatowe itd. Takie piece sprowadzano często z wytwórni niemieckich – z Berlina i podberlińskiego Velten oraz austriackich – z Wiednia i Steyr. Po 1825 roku w Berlinie powstawały piece oddające ducha klasycyzmu do tego stopnia, że do dziś funkcjonuje nazwa piece i kafle berlińskie. Charakteryzowała je prosta, najczęściej dwuskrzyniowa, bryła złożona z białych kafli. Dekorację stanowiły duże elementy zdobnicze: *panneaux*, medaliony, kafle ażurowe, nisze, a nawet pełnoplastyczne figury. Na zwieńczeniach przedstawiano sceny antyczne, mitologiczne postaci, motywy akantowe, groteskowe lub arabeskowe. Najliczniejsze były jednak skromniejsze piece, tylko z dekoracyjnym fryzmem i zwieńczeniem.



Zrekonstruowany piec z okresu baroku z charakterystycznym błękitnym szkliwem / A reconstructed furnace from the Baroque period with characteristic blue glazing (arch. Photofactory®)



Piec z Górnej Frankonii z 1832 r., obecnie znajduje się w muzeum w Norymberdze / A furnace from Upper Franconia from 1832, currently in the collection of the museum in Nurnberg (arch. Photofactory®)



Przykład zachowanego pieca w stylu secesyjnym zobaczyć można w malborskim ratuszu / An Art Nouveau stove preserved in the town hall in Malbork (arch. A. Sawicka)

Antique style

At the turn of the 18th century stoves corresponding to a style characteristic of Classicism appeared. Assembled from large tile segments they were shaped as obelisks, cylinders, or columns with a rich crown (e.g. vase-shaped). The finish was mainly white glazing, often gilding, and ornamental elements were relief motifs deriving from Antiquity: busts, medallions, floral motifs etc. Such stoves were often imported from German factories in Berlin and Velten near Berlin and from Austrian factories in Vienna and Steyr. Stoves produced in Berlin after 1825 represented the ideals of Classicism to such an extent that these days the term 'Berlin stoves and tiles' is still in use. They were characterised by a simple, normally two-box body of white tiles. The ornamentation was large decorative elements: *panneaux*, medallions, openwork tiles, niches, and even solid figures. The coping portrayed ancient scenes, mythical figures, and acanthus, grotesque or arabesque motifs. However, more modest stoves, only with a decorative frieze and coping, were the most numerous.

Berlińska hegemonia

Im bliżej naszych czasów, tym paradoksalnie skromniejsza jest wiedza na temat pieców, ponieważ w drugiej połowie XIX oraz w pierwszej XX wieku pojawiło się mnóstwo różnego typu pieców, na skalę niespotykaną w poprzednich stuleciach. Wciąż wracano do starych, historycznych wzorów, kopiując urządzenia z poprzednich epok. Niepodzielnie jednak królowały białe piece berlińskie. Produkowano też tradycyjne piece z kafli płytowych, z barwną polewą i reliefowym zdobieniem, które podlegały zmieniającym się modom.

W tym okresie wyodrębnił się nowy typ pieców z białych kafli i dużych polichromowanych elementów. Upowszechnił się on w ostatniej ćwierci XIX stulecia na około pół wieku (do czasów I wojny światowej). Jego rodowód wywieść można z białych pieców berlińskich. Bryła składała się z dwóch skrzyń z gładkich kafli o białej polewie, oraz z dużych, nieszkliwionych, podziałowych elementów kaflowych – poziomych i pionowych, zazwyczaj polichromowanych. O stylu tego typu pieca decydowały ornamenty na dużych elementach, nawiązujące do wzorów klasycystycznych, barokowych, renesansowych, a także secesyjnych. Piece tego typu najczęściej były spotykane w domach wiejskich i mieszczańskich, choć takich egzemplarzy nie brak również w pałacach i dworach.

W końcu XIX wieku piece, podobnie jak i inne elementy wyposażenia wnętrz, nawiązywały do stylów historycznych, modne były wzory neorenesansowe i neobarokowe. Wśród urządzeń znajdowały się – często niezwykle efektowne – egzemplarze projektowane przez znanych architektów. Z kolei piece z kafli szkliwionych, z końca XIX i początku XX wieku, charakteryzowały się już bryłą i zestawem motywów zdobniczych, będących wyróżnikiem modnej wówczas secesji. W tym czasie oprócz pieców secesyjnych, jednorodnych stylistycznie, tworzono i takie, w których motywy secesyjne, bez skrępowania łączono z wzorami czerpanymi z różnych historycznych stylów, tworząc eklektyczną kompilację.

Piece z pierwszej i drugiej dekady XX wieku mają już uproszczoną, choć jeszcze wieloskrzyniową bryłę i skromniejszą, najczęściej secesyjną dekorację. Piece z trzeciej i czwartej dekady są przeważnie jednokondygnacyjne. Czasem nawiązują do wcześniejszej ornamentyki, lecz w formie bardziej zgeometryzowanej, odpowiadającej gustom tamtego czasu, których wyrazem było *art déco*. Charakteryzują się pastelową kolorystyką – delikatnymi odcieniami zieleni, brązu, błękitu.

Na dużą skalę

W XIX i XX wieku rozwój przemysłu, komunikacji i handlu spowodował, że mody i style zaczęły się szybko rozprzestrzeniać. Wytwórnie pieców korzystały z tych samych wzorów, a duże fabryki znajdowały zbyt na wyroby w różnych częściach Europy, dlatego piece o podobnej formie i dekoracji ogrzewały wnętrza w Szwecji, Niemczech, Polsce i na Węgrzech. Na europejskim rynku kaflarskim szczególne znaczenie zyskały duże, zmechanizowane fabryki niemieckie. Najbardziej ekspansywny był ośrodek ceramiczny w Velten pod Berlinem, skupiający około czterdziestu wytwórni.

The hegemony of Berlin

Paradoxically, the closer to our times the more restricted the knowledge about stoves. In the second half of the 19th century and in the first half of the 20th century numerous different types of stoves appeared on a scale that was unprecedented in the past ages. Old, historic models were reproduced over and over again. However, White Berlin stoves ruled overall. Also, traditional stoves were produced from plate tiles with coloured glazing and relief ornaments subject to changing trends in fashion.

At that time a new type of stove made of white tiles and large polychromed elements appeared. It was popularised in the final quarter of the nineteenth century and its popularity lasted for about fifty years (until World War I). It derives from white Berlin stoves. The body of the stove was composed of two boxes built of smooth tiles with white glaze and large non-glazed tile dividers – horizontal and vertical – which were usually polychromed. The style of the stove was determined by ornaments on large elements, using patterns characteristic of Classicism, Baroque, Renaissance and Art Nouveau. Such stoves were the most common in rural and middle-class households although they were also present in palaces and manors.

At the end of the 19th century, stoves – similar to other elements of interior design – made reference to historic styles, of which Neo-Renaissance and Neo-Baroque were particularly fashionable patterns. The stoves comprised – often unusually impressive – structures designed by renowned architects. In turn, stoves made of glazed tiles in the late 19th and early 20th century were characterised by a body and set of ornaments typical of the then fashionable style of Art Nouveau. At that time, apart from Art Nouveau stoves that were uniform in terms of style, there were also stoves freely combining the motifs of Art Nouveau with patterns deriving from various historic styles, thus creating an eclectic compilation.

Stoves dating back to the 1910s and 1920s have a simplified, although still multi-box body and more modest ornaments, often in the Art Nouveau style. Stoves built in the 1930s and 1940s are usually single-level structures. Sometimes they make reference to previously popular ornaments from a more geometric form corresponding to the taste of that time manifested in Art Deco. They are characterised by pastel colours – gentle shades of green, brown and blue.

Going large scale

The development of industry, transport and business in the 19th and 20th century accelerated the spread of fashion trends and styles. Stove-making works used the same models and large factories sold their products in various parts of Europe, so stoves of similar form and similarly decorated heated buildings in Sweden, Germany, Poland and Hungary. In the European tile market large mechanized factories from Germany were of special importance. The most expansive was the ceramic complex in Velten near Berlin bringing together about forty works.

Szczególnie prężnie działała fabryka Schmidta i Lehmana (1872 rok); ich piece nabywano od Królewca po Bolesławiec na Dolnym Śląsku. Widoczne były także inne niemieckie zakłady, np. z Berlina (słynna firma C.T. Feilnera lub zakład E. Schöffela) czy z Miśni (fabryka E. Teicherta). Z kolei na ziemiach pozostałych zaborów działały fabryki austriackie i rosyjskie.

Małe jest piękne

W tym czasie mnożyły się także lokalne zakłady kaflarskie produkujące znakomite piece. Przemysł kaflarski, zależny od pokładów surowca, rozwijał się nierównomiernie. W niektórych ośrodkach, jak np. w Gdańsku słynącym niegdyś z produkcji barokowych pieców, w XIX i XX wieku nie był już silnie reprezentowany, ponieważ tamtejsze pokłady gliny były na wyczerpaniu. Większość lokalnych fabryk pieców powstawała od lat 70. XIX wieku. Na terenie Polski w obecnych granicach, prawdopodobnie znajdowało się ich kilkaset. Produkcja mniejszych i większych lokalnych zakładów bardziej różniła się między sobą techniką, poziomem wykonania i asortymentem, niż wzornictwem, które nie odbiegało od tendencji europejskich. Zawierucha II wojny światowej i jej następstwa spowodowały, że wytwórnie lokalne, często znakomite, przepadły bez śladu. Część tych zakładów reaktywowano i niektóre z nich działały do lat 60., a nawet 70. XX wieku, jednak w stosunku do czasów przedwojennych nastąpił regres, jeśli chodzi o poziom produkcji. Na potrzeby zniszczonego kraju produkowano masowo zwykłe, zielone lub brązowe kafle. Z czasem lokalne wytwórnie zamknięto, a na rynku dominować zaczęły proste, jasno- lub ciemnobrązowe kafle, najczęściej z wytwórni w Skawinie koło Krakowa.



Hala formiarni w najstarszej kaflarni w Polsce znajdującej się w Zdunach – lata 20. XX w.
A moulding shop at the oldest tile-making works in Poland, in Zduny – 1920s (arch. Kaflarnia Zduny)

The Schmidt and Lehmann factory (1872) was especially resilient. Their stoves were purchased from Königsberg to Bolesławiec in Lower Silesia. Other German works, e.g. from Berlin (C.T. Feilner and E. Schöffel) or Meissen (E. Teichert) were also worth noting. In turn, in the remaining territories Austrian and Russian factories were in operation.

Small means beautiful

At the same time, also, local tile-making works producing superb stoves proliferated. The tile-making industry, dependent on raw material resources, was not developing evenly. Some centres such as Gdańsk, once famous for producing Baroque stoves, in the 19th and 20th century were no longer as strong since the local resources of clay had been almost completely depleted. Most local stove-making factories were established from the 1870s. There could have been several hundred such factories in what is now Poland. Production in smaller and larger local plants differed in terms of technology, quality of workmanship and range of products; however, designs were much like European standards. The turmoil of World War II and its consequences meant that local, often notable works vanished without a trace. A significant number of such works were reactivated and some of them remained in operation until the 1960s or even the 1970s; however, compared to pre-war times the production level declined. For the needs of a country destroyed in the war, ordinary green or brown tiles were produced. With time local works were closed and the market dominated by simple, light or dark brown tiles sourced mostly from the factory in Skawina near Kraków.

Ocalić od zapomnienia

Dziś większość kaflarni lokalnych nie istnieje. Do wyjątków należą zakłady, które kontynuują działalność w miejscu założenia, jak np. kaflarnia w Starym Gronowie na Pomorzu (powstała w 1894 roku) czy kaflarnia w wielkopolskich Zdunach (działająca od 1858 roku). Równie rzadkie są zakłady pozostające od czasów przedwojennych w rękach tej samej rodziny, jak np. Kaflarnia Grochowski w Radomsku, istniejąca od 1890 roku. Ocalało zadziwiająco mało budynków po kaflarniach. Do wyjątków należy utrzymanie pomieszczeń po dawnej fabryce pieców w Biskupcu na Warmii, prowadzonej do 1939 roku przez braci Huhn (obecnie restauracja Stara Kaflarnia).

Piece kaflowe towarzyszyły człowiekowi w jego zmaganiach z chłodem przez sześć ostatnich stuleci, ale dziś w domach spotkać można tylko obiekty z ostatnich 150 lat. Szczególnie dużo ocalało ich na Warmii, Mazurach, na Pomorzu i na Śląsku. Brakuje świadomości, że piece, choć wydają się czymś pospolitym i powszechnym, stanowią ważny element dziedzictwa kulturowego, charakterystycznego dla północno-zachodniej i środkowo-wschodniej Europy, często nieznanego w innych rejonach świata.

Piece Franklina

Od połowy XVIII wieku najbardziej popularnym i typowym amerykańskim urządzeniem, służącym do ogrzewania domów, stał się kominek przenośny. W 1742 roku jego wynalazca, Benjamin Franklin, opisał sposób konstruowania piecyka żelaznego o nazwie Pennsylvania Stove, znanego powszechnie pod nazwą „piecyk Franklina”. Było to rewolucyjne rozwiązanie, stanowiące przełom w historii ogrzewnictwa. Prototypy miały otwarte palenisko, ale już dwa lata później Franklin, wraz ze swoim przyjacielem Robertem Grace’em, wyprodukował wolnostojący piecyk z żelaza, który był w całości zabudowany. Wyposażony w pionowe przegrody (pomysł André Dalesme), powodujące zasysanie z wnętrza pokoju chłodnego powietrza, które po ogrzaniu oddawały na zewnątrz. Główną zaletą tego rozwiązania była niezwykła efektywność wytwarzania energii cieplnej, a także możliwość demontażu urządzenia i ustawiania go w dowolnym miejscu, jeśli tylko było dojsście do komina. Wytwarzane w piecu Franklina ciepło promieniowało na wszystkie strony. Urządzenie zużywało o jedną trzecią mniej drewna i poprawiało bezpieczeństwo użytkowania. Wkrótce piecyk trafił do masowej produkcji, a jego sprzedaż prowadzono także w Europie.

Save them from oblivion

Most local tile works no longer exist today but some plants still operate in the place where they were founded, e.g. the works in Stary Gronów in Pomerania (1894) or the works in Zduny, Greater Poland (1858). It is also rare that the plants are owned by the same family from the times before the war, like the Grochowski Tile-Making Works in Radomsko (1890). A surprisingly small number of buildings formerly housing tile works survived. An exception is the well-maintained buildings of the former stove factory in Biskupiec in the region of Warmia which until 1939 was managed by the Huhn brothers (now the Old Tile Works restaurant).

Tiled masonry stoves have protected people from the cold for the past six centuries but only structures dating back to 150 years ago have been preserved in some households. In particular, many historic stoves have survived in Warmia, Masuria, Pomerania and Silesia. We are not aware that stoves, although seemingly commonplace and ordinary, are an important element of the cultural heritage of north-western and central-eastern Europe, often not known in other regions of the world.



Wykonany z żelaza „piecyk Franklina” szybko zyskał ogromną popularność nie tylko w Stanach Zjednoczonych, lecz również w Europie / The iron “Franklin stove” quickly became popular both in the United States and in Europe (arch. Photofactory®)

Franklin stoves

From the mid-18th century, the most popular and typical American household heater was a free-standing fireplace. In 1742, its inventor Benjamin Franklin described his own design of a cast-iron stove he called the Pennsylvania Stove, which we know today as the Franklin stove. It was a revolutionary solution and a real breakthrough in the history of heating. The prototypes were open in front but two years later Franklin, accompanied by his friend Robert Grace produced an all-closed free-standing iron stove. The stove had vertical baffles (designed by André Dalesme) that induced

the draft of cool air from the room which, after warming, was given off outside. The main advantage of this solution was its unusual heat generation efficiency and the possibility to dismantle the appliance and place it anywhere, the only condition being access to a chimney. Heat generated by Franklin stoves radiated to all sides. The appliance used one third less wood than other stoves and was safer to use. Soon the mass production of the stove was launched and the device was also put onto European market.

Piece żeliwne

W ogrzewnictwie żeliwo zastosowano dopiero w średniowieczu do wytwarzania płyt kominkowych. W kolejnych wiekach z żeliwa powstawały także paleniska do kominków, drzwiczki i osłony do pieców kaflowych (XIX wiek), a od połowy XIX wieku – całe piece, niektóre mające trzy metry wysokości. Do powszechnego użytku żeliwo weszło około 1800 roku, kiedy piece żeliwne zaczęto produkować na szeroką skalę. Początek dał, wynaleziony przez Benjamina Franklina, żelazny piecyk.

Masową produkcję pieców żeliwnych w krajach europejskich rozpoczęto w połowie XIX wieku, głównie w Skandynawii, a także we Francji i w Niemczech. Powstające w tym czasie odlewnie żeliwa produkowały zarówno piecyki grzewcze, jak i Kuchenki, które były tanie i dostępne dla licznej rzeszy odbiorców. Norweska firma Kvarner Jernstoberi, znana pod nazwą Jøtul, od 1853 roku wyspecjalizowała się w produkcji pieców domowych i obecnie jest jednym z głównych producentów wkładów kominkowych.

Grunt to tradycja

W 1890 roku duńska firma Morso, produkująca paleniska do pieców kaflowych i wolnostojących piecyków żeliwnych, zamontowała urządzenia grzewcze w około tysiącu duńskich kościołów oraz dostarczyła piece do wielu szkół. Tak prędko działających przedsiębiorstw było więcej. Firma Orlsberg, istniejąca od 1577 roku, trzysta lat później zaczęła produkować żeliwne piece wolno stojące, a obecnie zajmuje się produkcją piecyków akumulacyjnych. Również w połowie XIX wieku francuska odlewnia żeliwa Godin, zaczęła wprowadzać na rynek nowy model pieca, opalanego od góry lub z boku, który w niezmienionej formie jest produkowany do dzisiaj.

Rozwój przemysłu metalurgicznego pozwalał na wykonywanie dużych elementów składowych wolno stojących pieców żeliwnych. W ich konstrukcji wykorzystywano też kafle ceramiczne, które stanowiły wypełnienie ścian pieca, zamykanych tylko w żeliwnych ramach. Ornament dekoracyjny nawiązywał do stylów obowiązujących w danej epoce.

W pierwszej połowie XX wieku piece wolno stojące zaczęły być wypierane przez piece stalowe, służące do centralnego ogrzewania. Trwający obecnie renesans pieców i kominków nie jest spowodowany ich właściwościami użytkowymi, lecz modą.



Piecyki żeliwne były idealnym rozwiązaniem ze względu na zamknięte palenisko i dekoracyjną obudowę – mogły pełnić rolę atrakcyjnego mebla / Cast iron stoves were an ideal solution with regard to their closed furnace and decorative housing – they could play a role of an attractive piece of furniture (arch. Photofactory®)

Cast iron stoves

Cast iron was used for producing fireplace plates as late as the Middle Ages. In the following centuries also fireplace hearths, doors and shields for tiled stoves (19th century) were made from cast iron and from the mid-19th century this material was used to produce whole stoves, some of them three metres tall. Cast iron was in common use around 1800, when the wide-scale production of cast iron stoves was launched. They derived from the iron stove invented by Benjamin Franklin.

The mass production of cast iron stoves in European countries started in the mid-19th century, mainly in Scandinavia, but also in France and Germany. Iron foundries produced both heating and cooking stoves that were cheap and available to the numerous buyers. The Norwegian company, Kvarner Jernstoberi, known as Jøtul, which after many years' experience from 1853 became specialised in the manufacture of household stoves, is now one of the major producers of fireplace inserts.

Tradition is the key

In 1890 Danish company, Morso, a producer of furnaces for tiled stoves and free-standing cast iron stoves, installed heating appliances in about one thousand churches throughout Denmark and supplied stoves to many schools. Such resilient companies were quite numerous. Orlsberg, a company established in 1577, three hundred years later commenced the production of free-standing cast iron stoves and is now a producer of storage heaters. Also in the mid-19th century a French iron foundry, Godin, introduced to the market a new model of stove, fired from the top or from the side. It has been produced to this day in an unchanged form.

The development of the metallurgical industry enabled the production of large components of free-standing cast iron stoves. Ceramic tiles were also used in constructing cast iron stoves. They filled the walls of the stove and were enclosed within cast iron frames only. The decorative ornament obviously exhibited styles characteristic of the specific period.

In the first half of the 20th century free-standing stoves were displaced by steel stoves used for central heating. The factor behind the present revival of stoves and fireplaces is not their usability but a trend in fashion.



Żeliwny piecyk wyprodukowany przez francuską firmę Godin / A cast iron stove made by Godin, France (arch. Photofactory®)



Rozwój ciepłownictwa

Development of district heating

Powstanie pierwszego systemu grzewczego zainicjowała sama natura przez dostarczenie gotowego czynnika grzejącego – wody ze źródła geotermalnego. W Chaudes-Aigues, miasteczku w regionie Cantal we Francji, gorącą wodę o temperaturze 82°C ze źródła o wydajności około 300 litrów na minutę, wykorzystywano do ogrzewania domów i kościoła już w XIV wieku.

The emergence of the world's first heating system was initiated by nature supplying a ready-made heating medium – water from a geothermal spring. In Chaudes-Aigues, a small town in the region of Cantal, France, hot water with a temperature of 82°C from a spring delivering approximately 300 litres per minute was used for heating households and the church as early as the 14th century.

*Źródła geotermalne od wieków wykorzystywano do ogrzewania domów i kościołów
Geothermal springs have been used for heating households and churches for years (arch. Photofactory®)*

Idea ciepła systemowego, stosowanego do ogrzewania miast, pojawiła się znacznie później. Pierwszy komercyjny system ciepłowniczy na większą skalę powstał w Stanach Zjednoczonych, w Lockport w stanie Nowy Jork. Jego twórcą w 1876 roku był Birdsill Holly, inżynier i wynalazca. Kilka lat później sieć ciepłownicza w Lockport miała ponad 4,8 km długości, a podłączonych do niej było 65 domów.

Rozwój scentralizowanego systemu ciepłowniczego w Nowym Jorku, Chicago i innych amerykańskich ośrodkach wskazuje na korelację pomiędzy nową technologią, a rodzącymi się tendencjami urbanistycznymi w początkach XX wieku. Uwolnienie architektów od konieczności projektowania kominów dla każdego nowego budynku i uwzględniania ograniczeń wynikających z wymogów technologicznych wcześniej stosowanych typów ogrzewania, pozwoliło na projektowanie drapaczy chmur.

W Europie technologię opracowaną przez Birdsilla Holly'ego wykorzystywano wprawdzie w pojedynczych instytucjach oraz reprezentacyjnych nowych budynkach, m.in. na Politechnice Berlińskiej (1884 rok) czy w ratuszu w Hamburgu (1893 rok), gdzie również po raz pierwszy ciepło wytwarzano w kogeneracji z energią elektryczną. Rozwój miejskiego ciepłownictwa w Europie rozpoczął się w Dreźnie w 1900 roku, a jego głównym celem było ograniczenie zagrożenia pożarowego dzielnicy Zwinger oraz pałaców królewskich. Podobnie jak w Nowym Jorku, para do ogrzewania wytwarzana była w elektrowni, jednak w budynkach stosowano już instalacje wodne.

W pierwszych dziesięcioleciach XX wieku systemy ciepłownicze powstawały bardzo wolno – szacuje się, że przed wybuchem II wojny światowej eksploatowanych było około 50 w Stanach Zjednoczonych i około 100 w Europie. Na Starym Kontynencie przeważały rozwiązania wykorzystujące gorącą wodę, natomiast w Ameryce dominowały sieci parowe. W 1921 roku Fernheizwerk Hamburg GmbH rozpoczęła budowę miejskiej sieci ciepłowniczej. Według Abrahama Margolisa – głównego inżyniera firmy – najważniejszą siłą napędową projektu był wysoki koszt węgla w Niemczech po I wojnie światowej. Podobne rozwiązania wkrótce wdrożono w Kolonii (1922 rok), Lipsku (1925 rok) oraz Berlinie (1925 rok).

W Reykjavíku rozpoczęto budowę geotermalnego systemu grzewczego w 1930 roku, a instalacja działa do dziś i prawie w całości pokrywa zapotrzebowanie miasta. W Moskwie w 1931 roku powstało przedsiębiorstwo Teploset Mosenergo, które zarządzać miało dystrybucją ciepła, chociaż dostawy rozpoczęły trzy lata wcześniej. Ówczesne radzieckie projekty stanowiły później podstawę dla wszystkich systemów ciepłowniczych w Europie Środkowej i Wschodniej.

Po zakończeniu II wojny światowej w Europie rozpoczęła się faza intensywnego rozwoju ciepłownictwa systemowego. Odbudowano zniszczone w czasie walk miasta, powstawały nowe dzielnice mieszkaniowe. Zwiększało się zapotrzebowanie na ciepło, któremu sprostać mogły jedynie systemy scentralizowane. Dominował wyraźny kierunek do obniżania temperatury nośnika ciepła, a także nowe rozwiązania w dziedzinach izolacji i konstrukcji rur, które miały na celu zarówno zmniejszenie strat, jak i obniżenie kosztów budowy i utrzymania infrastruktury ciepłowniczej.

The idea of district heating in cities emerged much later. The first large-scale commercial heating system was built in the United States of America in Lockport, New York. It was created in 1876 by Birdsill Holly, an engineer and inventor. A few years later, the district heating network in Lockport was over 4.8 km long and had 65 households connected.

The development of a centralized system of heating in New York, Chicago and other American cities points to a correlation between new technology and the emerging urban planning trends in the early 20th century. When the burden of designing chimneys for every new building and taking into account the limitations imposed by technological requirements of previously used types of heating was taken off the architects, skyscraper cities began to develop.

In Europe Birdsill Holly's technology was first used in single institutions and flagship new buildings such as the Technical University of Berlin (1884) or the Town Hall in Hamburg (1893) where heat was for the first time cogenerated with electricity. District heating in European cities first developed in Dresden in 1900 with the main aim of reducing the fire hazard in the district of Zwinger and the royal palaces. Likewise in New York, a power plant produced steam for heating but water-based systems were already in use in buildings.

In the first decades of the 20th century district heating systems developed very slowly. It is estimated that before the outbreak of World War II as many as 50 were in use in the United States and about 100 operated in Europe. Hot water based solutions prevailed in Europe while in America steam systems predominated. In 1921, Fernheizwerk Hamburg GmbH commenced the construction of the city district heating system. According to Abraham Margolis – their chief engineer – the key driving force of the project was the high price of coal in Germany after World War I. Similar solutions were soon introduced in Cologne (1922), Leipzig (1925) and Berlin (1925).

In Reykjavik the construction of a geothermal heating system started in 1930. It has been in operation to the present day, satisfying the city's requirements. In Moscow, in 1931, the company Teploset Mosenergo was established to manage the distribution of heat although heat supplies had started three years before. Those early Soviet projects provided the basis for all future district heating systems in Central and Eastern Europe.

After World War II in Europe district heating started developing intensively. Cities destroyed during the war were reconstructed and new housing estates were built. It generated high requirements for heat which could be most effectively met by centralised systems only. In technology a clear trend to reduce the temperature of the heat medium dominated together with new solutions in insulation and pipe design to ensure a reduction in both losses and the costs of construction and maintenance of district heating facilities.



Ciepłownictwo w Polsce

District heating in Poland

W Polsce ze źródeł systemowych przedsiębiorstw ciepłowniczych zaspokajane jest około 50% ogólnych potrzeb ciepłych, druga połowa pochodzi z kotłowni lokalnych lub instalacji indywidualnych. Powojenna urbanizacja kraju spowodowała, że systemy ciepłownicze działają w większości miast, co czyni Polskę jednym z europejskich liderów w tej dziedzinie. Na naszym kontynencie jedynie Łotwa, Dania, Litwa i Estonia mają większy wskaźnik ludności korzystającej z ciepła systemowego.

In Poland the district heating companies satisfy about 50% of the overall heat requirement. The other half is covered by local boiler plants or individual systems. Due to urbanisation of the country after the war district heating systems operate in most cities and towns, which made Poland one of the European leaders in this field. In Europe the number of inhabitants making use of district heating is higher only in Latvia, Denmark, Lithuania and Estonia.

Obecnie Elektrociepłownia Żerań dysponuje mocą cieplną o wartości 1580 MW, i elektryczną o wartości 386 MW. Currently the available thermal capacity of the Żerań CHP Plant is 1,580 MW, and electrical – 386 MW. (arch. PGNiG TERMIKA)



*Warszawa. Szpital Dzieciątka Jezus.
Nowy kompleks pawilonów szpitalnych posiadał własną elektrownię, system centralnego ogrzewania i wentylacji / A new complex of hospital pavilions was equipped with its own power plant, a central heating and ventilation system (arch. Photofactory®)*

Przed II wojną światową

Pierwsze instalacje centralnego ogrzewania w Polsce powstały w Warszawie. W 1841 roku w pałacu Jana Mitkiewicza uruchomiono jednobudynkową, parową instalację grzewczą. Z upływem czasu luksus ten pojawiał się w kolejnych reprezentacyjnych budynkach stolicy: Hotelu Europejskim, siedzibie Towarzystwa Zachęty Sztuk Pięknych czy w Teatrze Wielkim. W 1901 roku ukończono budowę siedziby Szpitala Dzieciątka Jezus przy ulicy Lindleya. Nowoczesny kompleks pawilonów zaprojektowany przez Józefa Piusa Dziekońskiego miał własną elektrownię, a także system centralnego ogrzewania i wentylacji. Największym przedsiębiorstwem z branży ciepłowniczej działającym w Warszawie było Towarzystwo Budowy Maszyn i Urządzeń Sanitarnych Drzewiecki i Jeziorański SA, założone w 1893 roku. Wykonało ono m.in. instalację ogrzewania parą wysokoprężną w szpitalu psychiatrycznym w Kobierzynie pod Krakowem i ogrzewanie budynku szkoły w Zagrodach koło Puław.



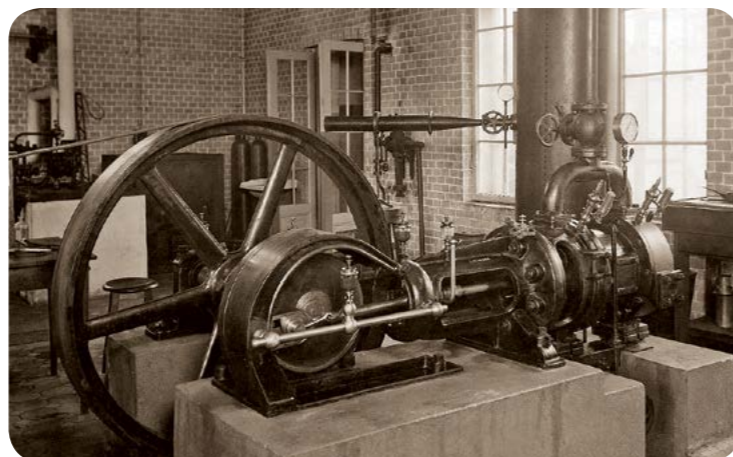
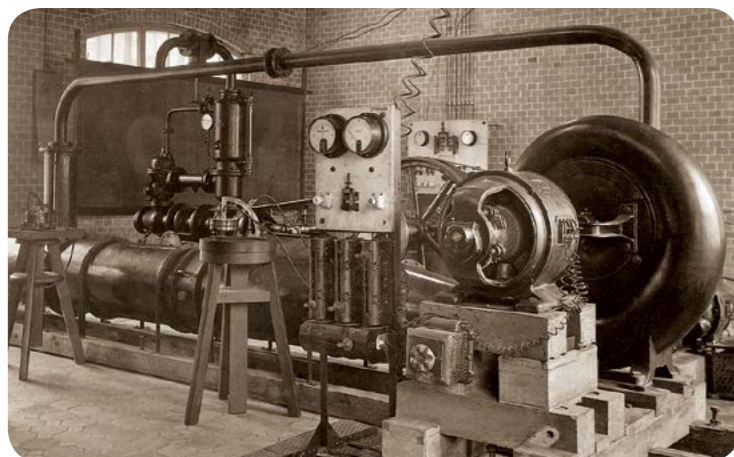
Luksus w postaci centralnego ogrzewania pojawił się również w reprezentacyjnym budynku Hotelu Europejskiego / A luxury in the form of central heating also appeared in the landmark building of the European Hotel (arch. Photofactory®)

Before World War II

The first central heating systems in Poland appeared in Warsaw. In 1841, a one-building steam heating plant was put into service in the palace of Jan Mitkiewicz. With time this luxury was transferred to other landmark buildings of the capital city, such as Hotel Europejski, the seat of the Fine Arts Society and the Grand Theatre. In 1901 the construction of the new building of the Baby Jesus' Hospital in Lindley Street was completed. The modern complex of pavilions, designed by Józef Pius Dziekoński, had its own power plant and a system of central heating and ventilation. The largest company in the heating industry in Warsaw was the machine and sanitary equipment building society, Towarzystwo Budowy Maszyn i Urządzeń Sanitarnych Drzewiecki i Jeziorański SA, founded in 1893. It built, among other things, a high pressure steam heating system for the asylum in Kobierzyn near Kraków and the heating system for the school in Zagrody near Puławy.



Jedną z pierwszych instalacji centralnego ogrzewania powstała w Teatrze Wielkim w Warszawie. Na pocztówce budynek teatru w 1900 r. / One of the first central heating systems was built in the Grand Theatre in Warsaw. A postcard showing the theatre building in 1900 (arch. Photofactory®)



System scentralizowanego ogrzewania budynków Politechniki Warszawskiej uruchomiono w 1901 r.
Central heating in the buildings of the Warsaw University of Technology was put into service in 1901 (arch. Politechnika Warszawska)

Politechnika Warszawska

W roku 1897 z okazji przyjazdu do Warszawy cara Mikołaja II zebrano ze składek milion rubli i uzyskano „najwyższe zezwolenie” monarchy, aby fundusz ten służył na utworzenie politechniki. Inicjatorem powstania uczelni był Kazimierz Obrębowski, prezes Sekcji Techniczno-Przemysłowej Warszawskiego Oddziału Towarzystwa Popierania Przemysłu, uznawany za prekursora polskiego ogrzewnictwa. K. Obrębowski opracował m.in. projekt ogrzewania i wentylacji Zamku Królewskiego i Muzeum Narodowego na Wawelu, gmachu Sejmu we Lwowie, budynków gminy ewangelickiej w Warszawie. Jako kierownik Komitetu Budowy „Szkoły Politechnicznej” był autorem koncepcji „ogrzewania i przewietrzania” wszystkich budynków uczelni w systemie scentralizowanym, a projekt budowlany był dziełem Stefana Szyllera i Bronisława Rogóyskiego. System składał się z dwóch niezależnych części – parowej i powietrznej. Para wodna o ciśnieniu 5 atm zasilala dwie maszyny o mocy 120 KM każda, wytwarzające energię elektryczną. Dodatkowo para, o takim samym ciśnieniu, doprowadzana była przewodami o małych średnicach do ogrzewanych obiektów, w których jej ciśnienie było redukowane do 0,2 atm i zasilano nią wewnętrzne instalacje ogrzewcze. Skroplony kondensat odprowadzany był niezależnym systemem rur do kotłowni.

Drugim układem scentralizowanym były instalacje wentylacyjne. W budynku kotłowni podgrzewano powietrze do 20°C, a następnie tłoczono je kanałami o dużych średnicach (1,6-3,6 m) do poszczególnych budynków dydaktycznych. Parę do nagrzewnic wentylacyjnych pobierano na wylocie z maszyn pompowych, odzyskując w ten sposób zawarte w niej ciepło.

Ten nowoczesny system skojarzonego wytwarzania ciepła i energii elektrycznej zapewniał Politechnice Warszawskiej niezależność energetyczną. Wytwarzana elektryczność zasilala silniki wentylatorów oraz zapewniała oświetlenie pomieszczeń dydaktycznych. Otwarcie obiektów na terenach u zbiegu ulic Polnej i Nowowiejskiej nastąpiło jesienią 1901 roku.

The Warsaw University of Technology

In 1897, on the occasion of a visit of Tsar Nicholas II in Warsaw, one million rubles were collected from social contributions and the 'highest permission' was granted by the monarch to use these funds for the purposes of setting up a technical university. This idea was initiated by Kazimierz Obrębowski, Chairman of the Technical and Industrial Unit of the Warsaw Branch of the Society for the Support of Industry. Obrębowski, deemed a precursor of Polish district heating, among other things designed the system of heating and ventilation for the Royal Castle and the National Museum of the Wawel, the Parliament building in Lvov, and the buildings of the Evangelical commune in Warsaw. As a head of the Committee for Construction of the 'School of Technology' he also authored the concept of 'heating and ventilating' all buildings of the school in a completely centralised system while the building design was prepared by Stefan Szyller and Bronisław Rogóyski. The system consisted of two autonomous parts – steam and air-driven. Steam at a pressure of 5 atm supplied two electricity generating machines of 120 hp each. In addition, steam at the same pressure was supplied via small-diameter pipes to heated premises where its pressure was reduced to 0.2 atm and was further supplied to internal heating systems. Condensed steam was carried off back to the boiler plant via an autonomous system of pipes.



The second centralised system was ventilation. In the boiler plant building air was heated up to 20 °C and then pumped through large-diameter pipes (1.6-3.6 m) to respective school buildings. Steam for ventilation heaters was collected at the outlet of the pumping machinery, thus recovering the heat.

The then modern system cogenerating heat and electricity made the Technical University of Warsaw completely independent in terms of energy supplies. The electricity produced supplied the motors of fans and the lighting system in school buildings. All facilities in the area at the junction of Polna and Nowowiejska Streets were opened in autumn 1901.



Osiedle Siemensstadt w Berlinie – 1932 r. (po lewej) oraz budynki Warszawskiej Spółdzielni Mieszkaniowej na Żoliborzu – 1931 r. (po prawej)
Siemensstadt housing estate in Berlin – 1932 (on the left) and the buildings of the Warsaw Housing Cooperative in Żoliborz – 1931 (on the right) (arch. Photofactory®)

Warszawska Spółdzielnia Mieszkaniowa na Żoliborzu

Od początku XX wieku wraz z postępującą industrializacją, następowały zmiany w zakresie projektowania budownictwa mieszkaniowego. W Warszawie modernistyczne założenia zostały zrealizowane na osiedlu Warszawskiej Spółdzielni Mieszkaniowej na Żoliborzu, która powstała w grudniu 1921 roku, z misją rozwiązania problemu mieszkaniowego dla robotników i rzemieślników. Podstawową jednostką osiedla były tzw. kolonie. VI kolonia WSM, zaprojektowana przez Brunona Zborowskiego, miała pełnić funkcje gospodarcze dla pozostałych, a jednym z jej elementów była kotłownia centralnego ogrzewania. Budowę rozpoczęto 21. października 1928 roku, projekty instalacji wykonał inż. Ludwik Merkel. Wydajność systemu ciepłowniczego wynosiła około 8 kcal/godz., a czynnikiem grzejącym była woda o temperaturze 120/170°C.

Do wybuchu II wojny światowej centralne ogrzewanie działało w zaledwie 10% warszawskich budynków. Jeśli chodzi o typy urządzeń, to w okresie XX-lecia międzywojennego stosowano: w budynkach małych i średnich – ogrzewanie wodne grawitacyjne, zasilane z kotłowni wbudowanych, z kotłami żeliwnymi; w dużych budynkach mieszkalnych, biurowych i szpitalach – ogrzewanie wodno-pompowe, zasilane z kotłowni wbudowanych (często zasilających kilka budynków); w zakładach przemysłowych – ogrzewanie parowe wysokiego lub niskiego ciśnienia, a także ogrzewanie parowo-powietrzne przy użyciu zespołów grzejnych; źródłem ciepła były zakładowe kotłownie technologiczne.

Wykonawstwem, a także projektowaniem urządzeń i instalacji grzewczych, zajmowały się przedsiębiorstwa instalacyjne. Poza wspomnianym Towarzystwem Budowy Maszyn i Urządzeń Sanitarnych Drzewiecki i Jeziorański SA, do największych firm należały: J. Kamler, T. Godlewski, Biuro Instalacyjno-Techniczne Radłowski i Sztos, Jan Wróblewski oraz Wisła. Zakłady te były kuźniami kadr dla branży, gdyż nie istniało w owym czasie zorganizowane szkolnictwo techniczne w dziedzinie ogrzewnictwa. Na Politechnice Warszawskiej prowadzone były wprawdzie przez profesora Paschke i inżyniera Bąkowskiego wykłady encyklopedyczne, ale ich zakres nie był wystarczający do odpowiedniego wykształcenia specjalistów.

The Warsaw Housing Cooperative in Żoliborz

From the beginning of the 20th century progressing industrialization was accompanied by changes in housing designs. In Warsaw these modernist ideas were implemented in the housing estate of the Warsaw Housing Cooperative in Żoliborz, established in December 1921 with the mission of solving the problems of housing for workers and craftspeople. The basic unit of a housing estate was the so-called 'colony'. The 6th colony of the Warsaw Housing Cooperative, designed by Brunon Zborowski, was a utility unit with a central heating boiler plant as one of its elements. The construction commenced on 21 October 1928. The installation was designed by engineer Ludwik Merkel. The capacity of the heating system was approx. 8 kcal/h, and the heating medium was water with a temperature of 120/170 °C.

Before the outbreak of World War II central heating worked only in 10% of buildings in Warsaw. The following types of equipment were used in the interwar period: in small and medium-size buildings – gravity water heating systems supplied from integrated boiler plants equipped with cast iron boilers; in large residential and office buildings and in hospitals – water heating systems with pumps supplied from integrated boiler plants (often supplying multiple buildings); in industrial plants – high- or low-pressure steam heating systems and steam and air heating systems using fuser units; heat was sourced from company process boiler plants.

Heating equipment and installations were made and designed by private fitting companies. Apart from the previously mentioned Towarzystwo Budowy Maszyn i Urządzeń Sanitarnych Drzewiecki i Jeziorański SA, the largest of them were: J. Kamler, T. Godlewski, Biuro Instalacyjno-Techniczne Radłowski i Sztos, Jan Wróblewski and Wisła. These works were in addition the forges of workers for the industry since no organised technical education existed in the field of heating. Admittedly, Professor Paschke and engineer Bąkowski of the Warsaw University of Technology delivered theoretical lectures but their scope was insufficient to ensure proper specialist education.



Po zakończeniu wojny w odbudowywanych domach dominowało ogrzewanie piecowe / After the war furnace heating was predominant in the reconstructed houses (arch. Photofactory®)

Rozwój ciepłownictwa po 1945 roku

Intensywny rozwój ciepłownictwa w Polsce rozpoczął się po zakończeniu II wojny światowej. Na początku działalność przedsiębiorstw państwowych, przy odbudowie i budowie infrastruktury ciepłowniczej, w zasadzie nie odbiegała od metod przedwojennych. Ze względu na duże zróżnicowanie lokalnych warunków i potrzeb, trudno mówić o jednolitym modelu ciepłownictwa, który byłby powszechny w całym kraju.

W każdym mieście, w którym wprowadzono instalacje ciepłownictwa systemowego, musiano wypracować własny, niepowtarzalny schemat jego funkcjonowania. Z tego względu, próba opisanie głównych tendencji w historii polskiego ciepłownictwa musi ograniczać się do przedstawienia zagadnień ogólnych. Szczegółowa historia firm działających w branży publikowana jest w monografiach poszczególnych przedsiębiorstw ciepłowniczych, ciepłowni i elektrociepłowni. Ze względu na charakter gospodarki centralnie sterowanej, odgórne założenia były wręcz odwrotne – dążono do maksymalnego zunifikowania rozwiązań technologicznych czy organizacyjnych. Lokalne przedsiębiorstwa ciepłownicze miały ograniczoną swobodę decydowania o własnym rozwoju. Tak więc polskie ciepłownictwo powstawało w warunkach ścierania się tych dwóch tendencji: z jednej strony – konieczności dostosowania się do lokalnych uwarunkowań, a z drugiej – płynących z centrali, jedynie słusznych wytycznych.

Od 1948 roku działał ogólnokrajowy Zakład Osiedli Robotniczych – instytucja państwowa pełniąca rolę inwestora. ZOR budował całe jednostki urbanistyczne, dzięki czemu równocześnie z mieszkaniami powstawała infrastruktura – szkoły, sklepy, ulice, a także kotłownie i sieci ciepłownicze. Do 1955 roku wydajność wybudowanych przez ZOR kotłowni wyniosła około 800 kcal/godz., przy czym średnia wydajność urządzeń z wodą o temperaturze 90/70°C wynosiła ok. 8 kcal/godz., a z czynnikiem o wysokiej temperaturze 130/80°C – 12-15 kcal/godz. Długość sieci ciepłowniczych wyniosła tylko 310 km w budownictwie mieszkaniowym, natomiast w sektorze przemysłowym 880 km.

W pierwszym okresie powojennej odbudowy miast priorytetem było zapewnienie mieszkańcom podstawowych warunków do życia. Odtwarzanie infrastruktury miejskiej przebiegało więc żywiołowo, a działania dyktowane były bieżącymi



Transport węgla do jednej z miejskich kotłowni – lata 50. XX w. / Transport of coal to one of the city boiler plants – the 1950s (arch. Photofactory®)

Development of district heating after 1945

District heating in Poland started to develop intensively after World War II. At the beginning, the operation of state-owned enterprises related to the reconstruction and construction of heating facilities generally did not employ any different methods than before the war. Due to the huge variety in conditions and needs, it is difficult to talk about a uniform model of district heating common throughout Poland.

Every city where district heating systems were introduced had to work out its own, unique operating scheme. Therefore, an attempt at describing the main trends in the history of Polish district heating must be limited to a presentation of general issues. Detailed histories of companies operating in this industry are published in the monographs of respective district heating companies, heating stations and combined heat and power plants. Of course, due to the nature of a centrally planned economy, the assumptions of the authorities were explicitly contrary – attempts were made at maximum unification of technological or organisational solutions. Local district heating companies had limited freedom in making decisions concerning their own development. Thus, Polish district heating developed in the presence of two conflicting trends: on the one hand – the necessity to adapt to specific local conditions, and on the other – the exclusively correct instructions from a central authority.

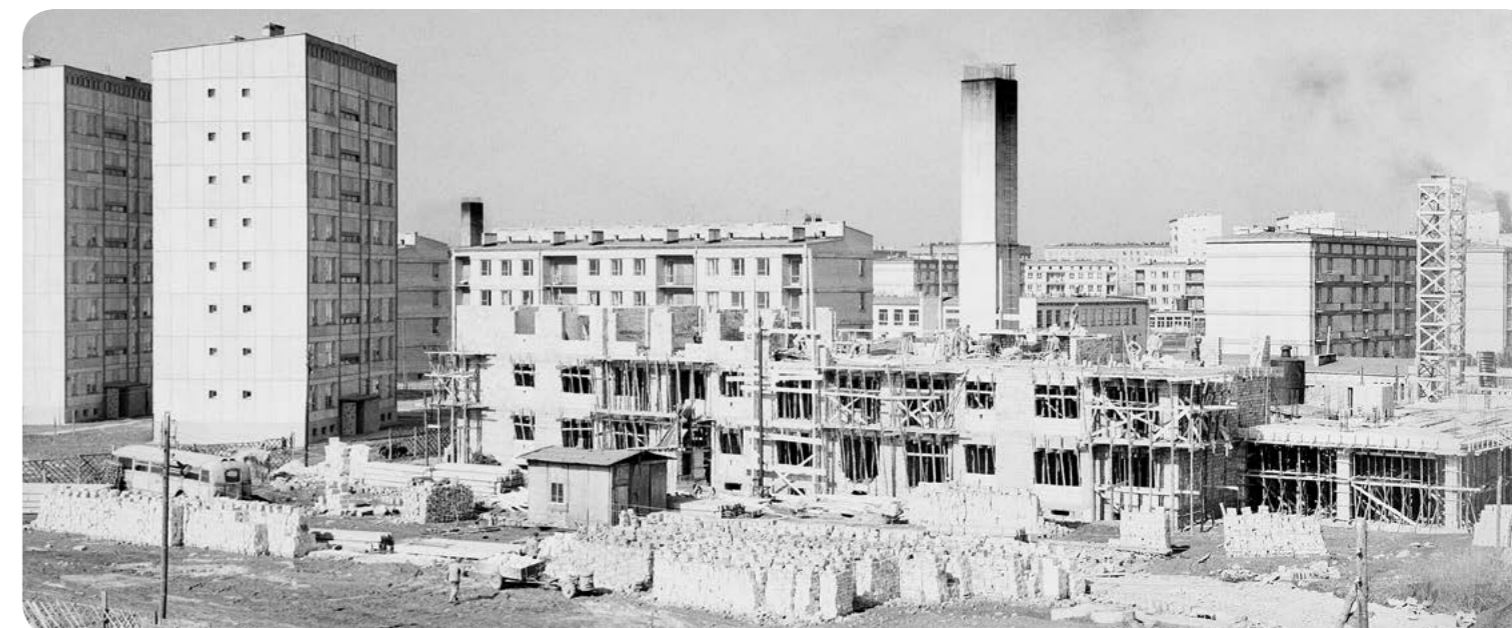
From 1948 the Workers' Housing Development Administration (ZOR) – a state-owned institution acting as an investor – was in operation. ZOR built complete city units, thanks to which the flats were built along with accompanying infrastructure such as schools, shops, streets and boiler plants and district heating networks. By 1955 the capacity of boiler plants built by ZOR was ca. 800 kcal/h, while the average capacity of plants with water with the temperature of 90/70°C was ca. 8 kcal/h, and with a high temperature medium (130/80°C) – 12-15 kcal/h. The length of district heating networks was only 310 km in the housing sector, but in the industrial sector it was 880 km.

At the first stage of the post-war reconstruction of cities the priority was to ensure basic living conditions to their inhabitants. City infrastructure was reconstructed energetically and all measures were determined by current needs. In this

potrzebami. W tej sytuacji nie mogło być mowy o planowanym rozwoju ciepłownictwa, przywracano kotłownie tam, gdzie istniały jeszcze przed wojną, zaś w większości lokali, w których dominowało ogrzewanie piecowe, nie decydowano się na zmiany i pozostawiano dotychczasowe urządzenia. Inaczej wyglądała sytuacja na nowo powstających osiedlach i w dzielnicach, gdzie budowano lokalne kotłownie niskoparametrowe, które ogrzewały po kilka budynków. Podczas ich konstruowania nad względami technologicznymi najczęściej dominowały kryteria oszczędności czasu i materiałów, co niestety wpływało negatywnie na eksploatację urządzeń w kolejnych latach. Paliwem był najczęściej węgiel lub miał węglowy. Nie miały one instalacji odpylających, zatem nieoczyszczone spaliny odprowadzane były do atmosfery. Nie uzdatniano także wody w instalacjach, co powodowało osadzanie się kamienia w rurach, a w ślad za tym częste awarie kotłów. Obsługa była w przeważającej części niezmechanizowana. Załogę obiektu stanowiło od kilku do kilkunastu osób – palaczy i pomocników, którzy za pomocą ręcznych wózków, tzw. japonek, ładowali paliwo do kotłów. Następnie – również ręcznie – należało wywieźć żużel. Praca była bardzo ciężka, towarzyszyła jej wysoka temperatura i znaczne zapylenie. Duża liczba lokalnych kotłowni oraz pieców kaflowych w mieszkaniach, znacząco wpływała na zadyminienie miast w latach 60. i 70. XX wieku. Setki kominów wypuszczających nieoczyszczone spaliny, świadczyły ponad wszelką wątpliwość, że „zaczęli grzać”.

W ówczesnych warunkach o rozpoczęciu sezonu grzewczego decydowały władze miejskie i wojewódzkie. Bywało tak, że gdy rodzina lokalnego dygnitarza zaczynała marznąć, podejmowano decyzję o rozpaleniu kotłów. Dostawa paliwa była dużym wyzwaniem.

Kolejnym etapem rozwoju scentralizowanych źródeł ciepła było powstawanie tzw. kotłowni centralnych, czyli ciepłowni miejskich dostarczających ciepło do kilku osiedli, dzielnic, a czasami nawet dla całego miasta. Były to obiekty najczęściej wyposażone w kotły wodne, rusztowe (WR-25, WR-10) o ciągu naturalnym.



Budowa kotłowni osiedlowej w Warszawie – lata 60. XX w. / Construction of a local boiler plant in Warsaw – the 1960s (arch. Photofactory®)

situation planned development of district heating was still out of the question. Boiler plants were restored to their original pre-war locations; however, in most premises where heating stoves prevailed changes were not implemented and the existing systems remained in place. In new housing estates and districts the situation was different – local low-parameter boiler plants were built there to heat a number of buildings. Their designs were mostly subordinated to the criteria of saving time and materials, which regrettably had an adverse impact on the use of such plants in the following years. These facilities mainly used coal or fine coal as fuel. They were devoid of dust removal systems, so flue gas was discharged into the atmosphere without any prior treatment. Water in the systems was also not treated, so limescale was deposited in the pipes and the boilers were often out of order. The plants were mostly operated by hand. A boiler plant was normally operated by several people – stokers and helpers who charged the boilers with fuel using two-wheeled barrows. Afterwards, slag had to be disposed of – also by hand. The work was very hard. It was performed in very hot and considerably dusty conditions. The large number of local boiler plants and individual tiled stoves significantly contributed to the formation of fog in cities in the 1960s and 1970s. Hundreds of chimneys shooting completely untreated flue gas into the sky were without any doubt a sign that the heating season had begun.

At that time the heating season started on the date appointed by city and regional authorities. A decision to turn on heating was often taken when the family of a voivode or another dignitary complained about the cold. Fuel delivery was a great challenge.

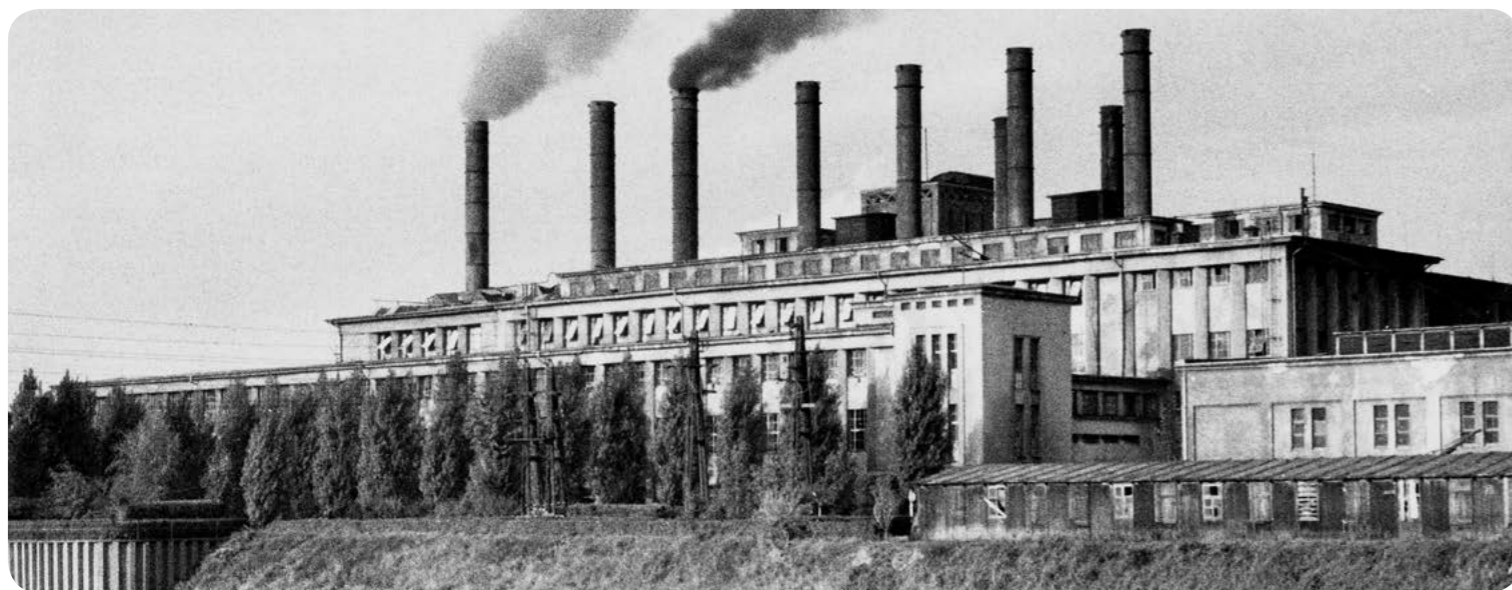
At the next stage of development of centralized heat sources, the so-called central boiler plants, that is, municipal heating stations with a range covering a few housing estates, whole districts or even the whole town or city were put into operation. These plants were usually equipped with stoker-fired water boilers (WR-25, WR-10) with natural draught.

Program rozbudowy ciepłownictwa zdalczynnego w Polsce obejmował również wykorzystanie istniejących obiektów, w których ciepło najczęściej traktowane było jako produkt odpadowy. W niemal wszystkich większych miastach istniały po wojnie elektrownie kondensacyjne, wybudowane w latach 20. i 30. XX wieku lub wcześniej. W pierwszej powojennej dekadzie były one modernizowane, a niektóre z nich rozbudowano przez dodanie nowych kotłów i turbin lub urządzeń pomocniczych. W tym czasie zakłady te, chociaż wyposażone w turbozespoły o stosunkowo małych mocach na niskich parametrach pary, stanowiły podstawowe źródła energii elektrycznej.

Z czasem, w związku z uruchamianiem wysokoprężnych elektrowni kondensacyjnych o mocy setek i tysięcy MW, elektrownie w miastach traciły coraz bardziej na znaczeniu jako źródła energii elektrycznej, nawet szczytowej. Rozpoczęto zatem ich przebudowę na elektrociepłownie. Przemawiało za tym m.in.: położenie elektrowni w obrębie miast stwarzało bardzo dogodne warunki do zasilania w energię ciepłą budownictwa mieskiego ze względu na bliskie odległości do odbiorców; w związku z tym przy niskich nakładach inwestycyjnych można było szybko wybudować sieci ciepłownicze i zrezygnować z budowy kotłowni ogrzewniczych; zapotrzebowanie na energię ciepłą w rejonie elektrowni przewyższało na ogół zdolność wytwórczą energii cieplnej przez te elektrownie, co pozwalało na obciążenie ich w stosunkowo krótkim czasie i uzyskanie pełnych efektów ekonomicznych; jednostkowe zużycie ciepła w turbozespołach kondensacyjnych pracujących w układzie skojarzonym wynosiło 1200-1400 kcal/(kWh), a nawet i mniej, czyli było mniejsze niż w ówczesnie budowanych elektrowniach kondensacyjnych ok. 2000 kcal/(kWh); przebudowa nieekonomicznych, miejskich elektrowni kondensacyjnych na elektrociepłownie umożliwiła utrzymanie w pracy kotłów i turbin, które w układzie kondensacyjnym powinny być wycofane lub wykorzystanie ich byłoby ograniczone; koszty rekonstrukcji elektrowni w przeliczeniu na jednostkę uzyskanej mocy cieplnej były mniejsze niż koszty budowy kotłowni ogrzewniczych; wykorzystanie elektrowni, jako źródeł energii

The scheme of expansion of remote district heating in Poland also covered existing facilities where heat was most often deemed a waste product. Nearly all cities after the war had condensing power plants built in the 1920s and 1930s or earlier. During the first decade after the war they were modernized and some were expanded by adding new boilers and turbines or auxiliary units. At that time these plants, although fitted with turbine sets of relatively low power at low steam parameters, were the fundamental sources of electrical energy.

With time, as high-pressure condensing power plants with the capacity of hundreds and thousands of MW were put into service, power plants in cities declined as sources of electrical energy, even during the peak requirement. Thus, works commenced to convert them into combined heat and power plants. This was justified by the following arguments: a power plant located within city limits was very convenient to supply heat energy to city buildings due to the proximity of consumers; therefore, keeping investment expenditure at a low level it was possible to build district heating networks very quickly and give up heating boiler plants to provide heat to new buildings; the requirement of heat energy in the area of the power plants normally exceeded the heat production capacity of such power plants, so their load was achieved in a relatively short time with full economic effect; the specific consumption of heat by condensing turbine sets working in a combined cycle was 1200-1400 kcal/(kWh), or even less; that is, it was smaller than in condensing power plants built these days ca. 2000 kcal/(kWh); the conversion of uneconomical municipal condensing power plants into combined heat and power plants enabled maintaining boilers and turbines in operation which in a condensing cycle should be decommissioned or their use limited; the costs of reconstruction of a power plant calculated per unit of generated heat energy were lower than the costs of construction of heating boiler plants; the use of existing power plants as sources of heat energy improved sanitary and hygiene



Elektrociepłownia w Poznaniu przebudowana z dawnej elektrowni kondensacyjnej / CHP Plant in Poznań converted from the former condensing power plant (arch. Jerzy Fischbach)

cieplnej, polepszyło warunki sanitarno-higieniczne miast przez zmniejszenie zapylenia i zaziarczenia powietrza atmosferycznego, a ponadto zmniejszyło skalę transportu paliwa w obrębie miast.

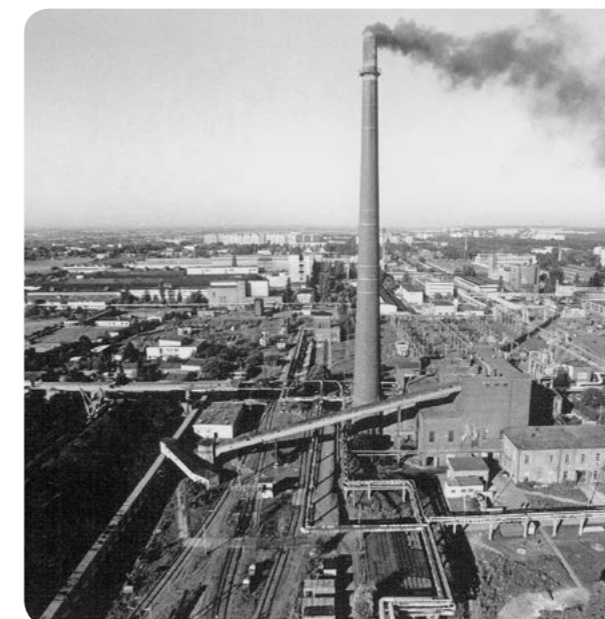
Odnosząc się do doświadczeń warszawskich przy projektowaniu i budowie elektrociepłowni rozróżnić można trzy etapy rozwojowe: 1. budowa Elektrociepłowni Warszawa-Żerań; została ona zaprojektowana i zbudowana według typowych projektów elektrociepłowni ZSRR, tj. na parametry dolotowe pary 90 atm, 500°C z turbinami upustowo-kondensacyjnymi o mocy 25-30 MW i kotłami o wydajności 230 t/h; 2. budowa Elektrociepłowni Warszawa-Siekierki; temperatura pary została tu podwyższona do 535°C; główne urządzenia nie uległy poważniejszym zmianom, lecz wszystkie zostały wykonane w Polsce; 3. elektrociepłownie budowane w latach 1960-1970 oraz rozbudowa Elektrociepłowni Warszawa-Żerań i Warszawa-Siekierki; cechą charakterystyczną tych instalacji było podwyższenie parametrów dolotowych pary do 130 atm, 535°C, tj. do parametrów stosowanych wspólnie w elektrowniach kondensacyjnych; innowacją było stosowanie turbin przeciwprężnych oraz pokrywanie szczytowych obciążeń cieplnych z kotłów wodnych o wydajnościach do 120 Gcal/godz.

Podczas budowy sieci cieplnych, w początkowym okresie wprowadzania ciepłownictwa w Polsce, powstawały sieci kanałowe z izolacją podwieszoną. W kolejnych latach, ze względów oszczędnościowych, zastępowano je konstrukcjami bezkanałowymi (dla rur $\bar{R} < 350$ mm) oraz kanałami prefabrykowanymi zalewanymi pianobetonem (dla rur 250-600 mm). Kanały zbudowane były z ław fundamentowych, na których układano malowane i okręcane izolacją rury, przykrywanych betonowymi osłonami – tzw. łupinami. Następnie spoiny elementów cementowano, smarowano lepikiem i smołą. Izolacja rur wykonana była z waty mineralnej przymocowanej drutem lub metalową siatką, wierzchnią warstwę stanowiła zaś papa. Rurociągi układane bezkanałowo otaczano izolacją zasypową, tzw. filem, tj. specjalnym materiałem stanowiącym mieszaninę asfaltów ropy naftowej i innych wypełniaczy. Niedokładności przy wykonaniu ciepłociągów oraz niskiej jakości materiały były w kolejnych latach przyczynami poważnych awarii oraz strat ciepła.

Na początku rozwoju ciepłownictwa nie stosowano w budynkach węzłów wymiennikowych, które dziś są powszechne. Standard stanowiły węzły hydroelevatorowe lub ze zmieszaniem pompowym. W efekcie w kaloryferach płynęła woda sieciowa z kotłowni – często o bardzo wysokiej temperaturze i zmiennym ciśnieniu. Rozwiązania te były bardzo niekorzystne pod względem eksploatacji sieci ciepłowniczych (niekontrolowane ubytki wody sieciowej), ale również uciążliwe dla odbiorców, którzy mieli bardzo ograniczoną możliwość regulacji grzejników.

conditions in cities due to the reduced amount of dust and sulphur in atmospheric air; in addition, it decreased the scale at which fuels were transported within city limits.

Referring to Warsaw as an example, the design and construction of combined heat and power plants could be divided into three stages of development: 1. construction of Warsaw-Żerań Combined Heat and Power Plant; it was designed and built in compliance with the then typical USSR standards, e.g. steam inlet parameters of 90 atm, 500 °C with 25-30 MW condensing and extraction turbines and boilers with an output capacity of 230 t/h; 2. construction of Warsaw-Siekierki Combined Heat and Power Plant; steam temperature was increased to 535 °C; the main units in Warsaw-Siekierki CHP Plant were not considerably changed but all of them were made in Poland; 3. combined heat and power plants built in 1960-1970 and expansion of Warsaw-Żerań and Warsaw-Siekierki CHP Plants; a characteristic feature of these plants was an increase in steam inlet parameters up to 130 atm, 535 °C, i.e. parameters that are presently used by condensing power plants; another innovation was the use of backpressure turbines and covering peak loads using water boilers with a capacity of up to 120 Gcal/h.



Elektrociepłownia EC 1 w Gorzowie Wielkopolskim – lata 70. XX w. CHP No. 1 in Gorzów Wielkopolski – the 1970s (arch. PGE GiEK)

At the initial stage of introducing district heating in Poland heating networks were built as ducted systems with suspended insulation. In subsequent years, for reasons of economy, they were replaced by ductless systems (for pipes $\bar{R} < 350$ mm) and prefabricated ducts with foamed concrete (for 250-600 mm pipes). The ducts were built as a continuous footing on which painted and insulated pipes were laid and covered with concrete shells. Later, the joints between the elements were coated with cement, glue and pitch. The pipe insulation layer was made of mineral wool attached by means of wire or metal mesh and covered with building paper. Ductless piping was covered by fill insulation, i.e. special material which was a mixture of petroleum asphalt and other fillers. Inaccurate workmanship and low quality materials later caused severe failures and heat losses.

At the early stage of district heating development, heat exchanger substations we are familiar with these days were not in use. Hydroelevator substations or substations with mixing pumps were standard equipment. As a result, household radiators were supplied with water from boiler plants – often very hot and at variable pressure. These solutions had serious drawbacks for district heating networks (uncontrolled losses of service water), but they were also burdensome for heat users who had very limited possibility to adjust their radiators.

Rozdział 2



WSPÓŁCZESNE CIEPŁOWNICTWO Contemporary district heating



Polskie ciepłownictwo

Polish district heating

Ze względu na lokalny charakter ciepłownictwa, istnieje tyle systemów ciepłowniczych ile miejscowości, w których jest sieć ciepłownicza. Operatorami sieci są miejscowe przedsiębiorstwa, które mają różną strukturę, w zależności od rodzaju działalności gospodarczej, jaką prowadzą. W dużych miastach wytwarzanie i przesył ciepła zostały rozdzielone pomiędzy odrębne podmioty, natomiast w mniejszych przedsiębiorstwa ciepłownicze zajmują się jednym i drugim.

Because of the local nature of district heating there are as many district heating systems as there are cities and towns in which a district heating network operates. The networks are operated by local companies with different structures, depending on their type of economic activity. In large cities, generation and transmission of heat were two separate tasks assigned to different entities, whereas, in smaller cities and towns heat supply companies take care of both.

*Nowoczesne systemy grzewcze zapewniają ciepło i komfort każdemu domownikowi
Modern heating systems make every home-dweller warm and comfortable (arch. Photofactory®)*

PRZEKSZTAŁCENIA ORGANIZACYJNE I KAPITAŁOWE Komunalizacja

Przedsiębiorstwa ciepłownicze do czasu transformacji ustrojowej w Polsce funkcjonowały w większości jako przedsiębiorstwa państwowe, dla których organem założycielskim były władze gminy lub Skarb Państwa, część z nich natomiast była zakładami budżetowymi.

Ustawa o samorządzie terytorialnym z 8 marca 1990 roku określiła, że zaopatrzenie zbiorowych potrzeb wspólnoty należy do zadań własnych gminy, w szczególności dotyczyło to zaopatrzenia w ciepło. Z kolei ustawa komunalizacyjna z 10 maja 1990 roku dała materialne podstawy do realizacji tych obowiązków, uwłaszczając samorzady w stosunku do mienia służącego do tego celu. Organy administracji rządowej zarządzające majątkiem w imieniu Skarbu Państwa (organy założycielskie) zostały zobowiązane w tej ustawie do przekazania na rzecz gmin nieruchomości i mienia ruchomego niezbędnego do wykonywania ich zadań własnych. W ten sposób część mienia ogólnonarodowego (państwowego) została przekazana jednostkom samorządowym, czyli nastąpiła komunalizacja.

Proces ten nie objął jednak całego kraju. Najczęstszym powodem nieprzeprowadzenia komunalizacji były nieuporządkowane stany prawno-własnościowe przedsiębiorstw. Ponadto w początkowym okresie w dystryktach Wojewódzkich Przedsiębiorstw Energetyki Ciepłej przeważały negatywne opinie i niechęć do zmian. WPEC-e obejmowały swoim zasięgiem województwa, tymczasem komunalizacja powodowała podział tych przedsiębiorstw na niewielkie, samodzielne zakłady, z własnym zarządem i mieniem.

W odniesieniu do przedsiębiorstw ciepłowniczych stosowane były dwa tryby komunalizacji:

- dotycząca zarówno przedsiębiorstw wytwarzających ciepło, jak i przedsiębiorstw dystrybucyjnych (sieciowych)
- obejmująca tylko przedsiębiorstwa sieciowe, natomiast źródła ciepła pozostały nadal własnością Skarbu Państwa.

Pierwszy z tych trybów zastosowano do większości przedsiębiorstw ciepłowniczych znajdujących się w małych i średnich miastach, natomiast podział majątku ciepłowniczego między gminę i Skarb Państwa nastąpił przede wszystkim w większości miast wojewódzkich. Wyjątkiem wśród dużych systemów ciepłowniczych była Łódź, gdzie zarówno elektrociepłownia, jak i sieć ciepłownicza pozostały w rękach Skarbu Państwa.

RESTRUCTURING AND CAPITAL TRANSFORMATIONS Municipalisation

Until the political transformation in Poland heat supply companies were mostly state-owned enterprises established by the authorities of the gmina (commune) or the State Treasury. On the other hand, some of them were budgetary entities

The Act on Local Government of 8 March 1990 stipulated that procurement for the collective needs of the community was one of the tasks of the gmina. In particular, this referred to procurement of heat. In turn, the municipalisation act of 10 May 1990 provided material grounds for the fulfilment of these obligations, putting relevant state-owned assets under the control of local governments. This act imposed an obligation on government administration authorities in charge of controlling such assets on behalf of the State Treasury (founding bodies) to hand over immovable and movable property to gminas to ensure they could fulfil their own tasks. In this way part of the national (state) assets was transferred to local government units. In other words, it was municipalised.

However, this process was not nationwide. Most frequently municipalisation was not carried out due to unsettled legal and ownership issues in the case of many enterprises. In addition, initially the managements of Regional Heat Supplies Companies were predominantly negative about and unwilling to implement

changes. The range of Regional Heat Supplies Companies extended across voivodeships; municipalisation, on the other hand, would split them into smaller, autonomous units with their own management and assets.

Two models of municipalisation were characteristic with regards to heating companies:

- municipalisation of both heat generating companies and heat distribution companies (network operators)
- municipalisation of network operators only, leaving sources of heat as the property of the State Treasury.

The first of these models was used in most heating companies in small towns and medium-size cities, whereas the heating assets were distributed between the gmina and the State Treasury primarily in most voivodeship capitals. An exception among large district heating systems was the city of Łódź, where both combined heat and power plants and the district heating network remained the property of the State Treasury.



*Elektrownia Jaworzno III / The Jaworzno III Power Plant
(arch. Photofactory®)*

Komercjalizacja

Gminy, które zostały uwłaszczone na majątku ciepłowniczym, miały do wyboru różne drogi dalszych działań restrukturyzacyjnych:

- powołanie zakładu budżetowego, którego zadaniem byłoby prowadzenie spraw ciepłownictwa (i nie tylko) w gminie
- komercjalizację, czyli przekształcenie przejętego zakładu ciepłowniczego w spółkę prawa handlowego (najczęściej w spółkę z ograniczoną odpowiedzialnością), której byłoby jedynym udziałowcem (akcjonariuszem)
- powołanie spółki ciepłowniczej lub holdingu międzygminnego, w których skład włączony zostałby majątek ciepłowniczy
- prywatyzację bezpośrednią, czyli sprzedaż przedsiębiorstwa lub wniesienie go aportem do innej spółki
- oddanie majątku ciepłowniczego w użytkowanie (dzierżawę).

Wszystkie wyżej wymienione rodzaje przekształceń własnościowych miały miejsce w polskim ciepłownictwie, jednakże część gmin nie podejmowała żadnych kroków restrukturyzacyjnych i poprzestała na komunalizacji.

Działaniem legislacyjnym, mającym przyspieszyć zmiany prawno-własnościowe w ciepłownictwie była ustawa o gospodarce komunalnej z roku 1996. Akt ten nakładał na gminy obowiązek podjęcia uchwał przekształcających przedsiębiorstwa komunalne, zajmujące się między innymi ciepłownictwem w zakłady budżetowe bądź spółki prawa handlowego. Ustawa, która w art. 14 stanowiła, że Przedsiębiorstwa komunalne, w stosunku do których rada gminy do dnia

Commercialisation

Gminas to which heating assets were transferred had a number of further restructuring scenarios to choose from:

- establish a budgetary entity in charge of district heating affairs (and not only) in the gmina
- commercialisation, that is, transforming the acquired heating works into a company (most frequently a limited liability company) or commercial partnership, and becoming its sole shareholder (stockholder)
- establish a district heating company or an inter-gmina holding incorporating district heating assets
- direct privatisation, that is, selling the company or transferring it as a contribution to another company
- lending the district heating assets for use (lease).

All the above-mentioned types of ownership transformations took place in the Polish heating industry, but some gminas did not undertake any restructuring measures and were content with municipalisation only.

A legislative measure to accelerate legal and ownership restructuring in the heating industry was the Act on Municipal Economy of 1996. This act imposed an obligation on the gminas to adopt resolutions transforming municipal companies dealing with district heating into budgetary entities or companies or commercial partnerships. The act, which in Art. 14 stipulated that municipal enterprises for which the gmina council,



Nowoczesna sieć ciepłownicza przy elektrociepłowni / A modern district heating system attached to a CHP
(arch. Photofactory®)

30 czerwca 1997 roku nie postanowiła o wyborze organizacyjno-prawnej formy lub o ich prywatyzacji, ulegają z dniem 1 lipca 1997 roku przekształceniu w jednoosobową spółkę gminy, z mocy prawa, spowodowała, że wiele z nieprzekształconych wcześniej przedsiębiorstw komunalnych przyjęło jedną z form wymienionych w akcie prawnym. W większości była to forma spółki z ograniczoną odpowiedzialnością. Jednak z powodu „kiksa” ustawodawcy (obowiązek podjęcia uchwały o przekształceniu, a nie faktyczne przekształcenie) niektóre gminy wywiązały się z zobowiązania prawnego, podejmując w terminie odpowiednią uchwałę, ale na tym poprzestały, odkładając samo przekształcenie na bliżej nieokreślony termin. Na przykład w Warszawie uchwałę o przekształceniu Stołecznego Przedsiębiorstwa Energetyki Ciepłej w spółkę prawa handlowego podjęto wprawdzie w roku 1997, lecz spółka powstała z dniem 1 stycznia 2003 roku. Należy podkreślić, że po wejściu w życie cytowanej ustawy, w sprawach przekształcenia przedsiębiorstw komunalnych w spółki nie stosowało się już przepisów ustawy o komercjalizacji i prywatyzacji przedsiębiorstw państwowych.

W wyniku zawzięłości prawnych, a także „oporu materii”, o którym wspomniano wyżej, niektóre gminy nie dotrzymały terminów komunalizacji mienia ciepłowniczego. Dlatego część spośród działających w Polsce przedsiębiorstw ciepłowniczych pozostała ciągle własnością państwową, będąc w gestii wojewodów. Zostały one następnie przekształcone w spółki Skarbu Państwa, które w późniejszym czasie sprzedano.

Komercjalizacja, czyli powołanie jednoosobowej spółki gminy lub Skarbu Państwa w miejsce dotychczasowego państwowego przedsiębiorstwa ciepłowniczego, była w założeniu etapem przejściowym przed prywatyzacją. Taki tok zdarzeń sugerowało określenie „prywatyzacja pośrednia”. Niestety wiele dawno już skomercjalizowanych przedsiębiorstw zatrzymało się na tym etapie przekształceń. Różne były tego powody. Najczęściej zaniechanie wykonania następnego kroku (tj. prywatyzacji) wynikało z założenia, że wyzbycie się własności spółki pozbawi jej dotychczasowego właściciela – gminę – kontroli nad przedsiębiorstwem i narazi na kłopoty w wypełnianiu jej ustawowego obowiązku zapewnienia zaopatrzenia mieszkańców w ciepło. Obawy te były nieuzasadnione, gdyż istniały inne sposoby, a nie tylko nadzór właścicielski, zapewniające równie skuteczną kontrolę przedsiębiorstwa ciepłowniczego. Mowa tu przede wszystkim o odpowiednich zapisach w statutach lub umowach spółek oraz w kontraktach prywatyzacyjnych, dotyczących zakresu uprawnień decyzyjnych dla realizacji zadań własnych gminy.

Prywatyzacja i obecna struktura własnościowa

Podstawą prawną prywatyzacji przedsiębiorstw państwowych oraz przedsiębiorstw gospodarki komunalnej jednostek samorządu terytorialnego były: ustawa o komercjalizacji i prywatyzacji przedsiębiorstw państwowych, wspomniana wyżej ustawa o gospodarce komunalnej i Kodeks spółek handlowych. Ustawa o komercjalizacji i prywatyzacji przedsiębiorstw przewidywała dwie możliwości:

- prywatyzację bezpośrednią – likwidacyjną
- prywatyzację pośrednią – kapitałową.

by 30 June 1997, failed to choose the organisational and legal form or failed to decide whether or not they should be privatized, as of 1 July 1997 would be transformed into a company wholly owned by the gmina by operation of law, caused many municipal enterprises that had not been transformed previously to assume one of the forms mentioned in the legislative act. The limited liability company was the predominant form. However, due to a 'miskick' of the legislator (the obligation to pass a resolution concerning the transformation and not to actually transform) some gminas fulfilled their legal obligation and passed a relevant resolution by the appointed date, but did nothing else and postponed the transformation for an unspecified period. For example, in Warsaw the resolution to transform the Capital Heat Supply Company into a commercial law company was made as early as 1997 but the company was established on 1 January 2003. It must be emphasized that after the above-quoted act became effective the provisions of the act on commercialisation and privatisation of state-owned enterprises were not applied in matters concerning transformation of municipal enterprises into companies.

As a result of legal intricacies and the 'insubordination' referred to above, some gminas failed to meet the deadline for the municipalisation of district heating assets. Therefore, part of district heating enterprises still remained under the control of voivodes as the property of the State. Later they were transformed into State Treasury companies and sold.

Commercialisation, that is, establishment of a company wholly owned by the Gmina or the State Treasury to replace the existing state-owned heat supply enterprise, was assumedly a transitory stage preceding privatisation. Such a course of affairs was suggested by the term 'indirect privatisation'. Unfortunately, many enterprises commercialised long ago stopped at this stage of transformation. There was a multitude of reasons. Most often the next step (i.e. privatisation) was abandoned upon the assumption that the loss of ownership by the hitherto owner – the gmina – would deprive it of control over the enterprise and create problems in fulfilling its statutory obligation, i.e. providing heat supplies to citizens. The fears were unjustified since there were ways, other than owner's representation, of ensuring equally effective control over a district heating company. Such ways were mostly adequate provisions of memorandums and articles of association of companies and privatisation contracts regulating the scope of decision-making powers in fulfilling the gmina's own tasks.

Privatisation and present ownership structure

The legal grounds for the privatisation of state-owned enterprises and municipal enterprises controlled by local government units were: the act on commercialisation and privatisation of state-owned enterprises, the aforementioned act on municipal economy and the Code of Commercial Partnerships and Companies. The act on commercialisation and privatisation of enterprises provided for two options:

- direct privatisation – by liquidation
- indirect privatisation – in terms of capital.

Prywatyzacja metodą bezpośrednią – likwidacyjną polegała na zmianie formy własności przedsiębiorstwa państwowego, bez uprzedniej komercjalizacji, a dokonywana była przez organ założycielski. Odbywało się to najczęściej poprzez:

- sprzedaż przedsiębiorstwa w całości lub w zorganizowanych częściach
- wniesienie majątku przedsiębiorstwa w całości lub w zorganizowanych częściach do spółki w wyniku rokowań podjętych na podstawie publicznego zaproszenia.

Prywatyzacja pośrednia (kapitałowa) składała się z dwóch etapów: komercjalizacji, a następnie zbycia akcji lub udziałów powstałej spółki, przy czym pierwszy etap stanowił warunek konieczny do przeprowadzenia drugiego. Komercjalizacja polega na przekształceniu formy prawnej przedsiębiorstwa, które z państwowego staje się spółką prawa handlowego z większościowym (na ogół 100%) udziałem gminy. Po tym następował drugi etap prywatyzacji pośredniej, polegający na sprzedaży przez właściciela udziałów lub akcji skomercjalizowanych spółek inwestorom, którymi mogły być osoby prawne (także inwestorzy zagraniczni) lub fizyczne.

W sektorze ciepłownictwa obecnie występują następujące formy działań prywatyzacyjnych:

- majątkowe – wprowadzenie prywatnego kapitału do przedsiębiorstwa poprzez:
 - sprzedaż akcji lub udziałów w spółce prawa handlowego – wielkość zbywanych pakietów jest zróżnicowana. Gmina, aby zachować prawa do realizacji zadań określonych przez ustawę o samorządzie gminnym, zapewnia odpowiednie zapisy w kontrakcie prywatyzacyjnym oraz w statucie lub umowie spółki (jeśli zachowuje część akcji lub udziałów mniejszościowego właściciela);
 - sprzedaż majątku przedsiębiorstwa nieskomercjalizowanego;
 - podwyższenie kapitału poprzez kolejne serie emisji akcji w spółce akcyjnej bądź wprowadzenie inwestora strategicznego do spółki z ograniczoną odpowiedzialnością;
- zamiana wiarytelności producenta wobec dystrybutora ciepła będącego własnością gminy na akcje bądź udziały tego dystrybutora – wytwórca ciepła staje się właścicielem dystrybutora;
- wydzierżawienie majątku będącego własnością komunalną, zwane też systemem powierniczym, polegające na prywatyzacji działalności operacyjnej (umowa dzierżawy systemu ciepłowniczego i umowa na świadczenie usług ciepłowniczych). Majątek będący własnością komunalną jest dzierżawiony przez spółkę powołaną przez pracowników i ewentualnie kapitał obcy (np. branżowy, zagraniczny);
- prywatyzacja zarządzania mieniem polegająca na zleceniu przez gminę podmiotowi prywatnemu zarządzania wyodrębnionym majątkiem ciepłowniczym gminy.

Prywatyzacja firm ciepłowniczych w Polsce rozpoczęła się już na początku lat 90. XX wieku i była jednym z efektów komunalizacji Wojewódzkich Przedsiębiorstw Energetyki Ciepłej. Komunalizacja spowodowała rozpad każdego z tych dużych przedsiębiorstw państwowych na kilka lub kilkanaście małych firm, dla których gminy stały się organami założycielskimi. Szczególny wyjątek stanowi tu Górny

Śląsk, gdzie niektórych tak powstałych przedsiębiorstw ciepłowniczych, działających na obszarze kilku gmin, nie udało się skomunalizować. Podstawową przyczyną tego był brak jednoznacznej postawy w tej sprawie zarówno władz gminnych, jak i wojewody.

- Direct privatisation by liquidation involved a change in the form of ownership of the state-owned enterprise without previous commercialisation, and was carried out by the founding body. Most often the procedure was as follows:
 - the whole enterprise or organised parts of it were sold
 - all or organised portions of assets of the enterprise were contributed to the company as a result of parley relating to a public invitation.

Indirect (capital) privatisation was composed of two stages: commercialisation, followed by the sale of stocks or shares in the newly formed company, with the first stage being a prerequisite to the second. Commercialisation involves a transformation of the legal form of a state-owned enterprise into a commercial partnership or company with the majority (generally 100 %) share of the gmina. It was followed by the second stage of indirect privatisation involving the sale of shares or stocks of the commercialised companies by the owner to investors who could be either corporate bodies (also international investors) or individuals.

At present in the heating sector the following forms of privatisation measures can be identified:

- privatisation of assets – feeding the enterprise with private capital by:
 - selling stocks or shares of the partnership or company – the size of blocks sold is varied. The gmina, in order to retain the right to perform tasks set forth in the act on the local governments of gminas, takes care to ensure that the privatisation contract and the memorandum or articles of association contain relevant provisions (if it retains part of the stocks or shares of the minority owner);
 - selling the assets of a non-commercialised enterprise;
 - increasing the capital by means of subsequent issues of stocks in a joint stock company or introducing a strategic investor to a limited liability company;
- converting the claims of the heat producer towards a heat distributor owned by the gmina into stocks or shares of such a distributor – the producer of heat becomes the owner of the distributor;
- lease of the municipal assets, also known as a trust, involving the privatisation of operations (contract of lease of the district heating system and district heating services agreement). Municipal assets are leased by a company established by employees and involving third party capital (e.g. trade, foreign) if any;
- privatisation of assets management where the gmina orders the administration of specific district heating assets of the gmina to a private entity.

District heating companies in Poland were privatized in the early 1990s as a result of municipalisation of Regional Heat Supply Companies. Municipalisation caused each of those large state-owned enterprises to split into several or a dozen or so smaller companies with the gminas as their founding bodies. Upper Silesia is a particular exception where some district heating companies formed in the above-mentioned manner,

operating in the area of several gminas, could not be municipalised. The basic reason was the lack of a uniform attitude of both the gmina authorities and the voivode.

In the early 1990s employee-owned companies were formed and leased district heating assets from gminas for the purpose of operating such assets (e.g. DZT Wałbrzych S.A. established in 1992, PEC Kalisz Sp. z o.o. established in 1994, Ciepłownia Rydułtowy Sp. z o.o. established in 1993). Each of these companies adopted slightly different operating principles following from the agreement with the owner of the district heating infrastructure.

What they had in common was the fact that they operated assets they did not own.

The privatisation of the assets of other district heating companies started several years later. The first companies to obtain private capital were: Ostrowski Zakład Ciepłowniczy S.A. (OZC S.A.) in Ostrów Wielkopolski and Miejskie Przedsiębiorstwo Energetyki Ciepłej Wrocław S.A. (MPEC Wrocław). The first obtained capital by its entry to the Central Table of Offers (CeTO)

in 1997, and the latter – by issuing bonds convertible into stocks (1998) and entering the Warsaw Stock Exchange (2000). In subsequent years the stocks of these companies were bought either in part (OZC) or in full (MPEC Wrocław) by private investors. Nearly all large CHP plants were sold by the State Treasury to foreign investors from the heating industry. Interestingly, Elektrociepłownia Warszawskie in 2000 was sold by the State Treasury to a power concern Vattenfall. After 11 years these CHP plants were repurchased by PGNiG S.A. – a company with the majority share of the State Treasury.

However, the assets of most district heating companies, both operating the network and generating heat, were privatised by the direct sale of shares or stocks held by the gmina or the State Treasury.

Śląsk, gdzie niektórych tak powstałych przedsiębiorstw ciepłowniczych, działających na obszarze kilku gmin, nie udało się skomunalizować. Podstawową przyczyną tego był brak jednoznacznej postawy w tej sprawie zarówno władz gminnych, jak i wojewody.

Na początku lat 90. XX wieku w kilku gminach powstały spółki pracowniczce, które wydzierżawiły od gmin majątek ciepłowniczy i podjęły się jego eksploatacji (np. DZT Wałbrzych S.A. założona w 1992 roku, PEC Kalisz Sp. z o.o. założona w 1994 roku, Ciepłownia Rydułtowy Sp. z o.o. założona w 1993 roku). Każda z tych spółek przyjęła nieco inne zasady funkcjonowania wynikające z umowy z właścicielem infrastruktury ciepłowniczej. Wspólną dla nich cechą była eksploatacja majątku, który nie był własnością spółki.

Prywatyzacja majątkowa pozostałych przedsiębiorstw ciepłowniczych rozpoczęła się kilka lat później. Jednymi z pierwszych przedsiębiorstw, które pozyskały kapitał prywatny były: Ostrowski Zakład Ciepłowniczy S.A. w Ostrowie Wielkopolskim (OZC S.A.) i Miejskie Przedsiębiorstwo Energetyki Ciepłej Wrocław S.A. OZC S.A. uzyskał kapitał poprzez wejście na Centralną Tabelę Ofert (CeTO) w 1997 roku, natomiast MPEC Wrocław S.A. – emitując obligacje zamienne na akcje (1998 rok) i wchodząc na Giełdę Papierów Wartościowych (2000 rok). Akcje tych spółek w kolejnych latach zostały wykupione bądź to w części (OZC), bądź w całości (MPEC Wrocław) przez prywatny kapitał. Prawie wszystkie duże elektrociepłownie zostały sprzedane przez Skarb Państwa zagranicznym inwestorom branżowym. Jako ciekawostkę można podać los Elektrociepłowni Warszawskich, które Skarb Państwa w 2000 roku sprzedał europejskiemu koncernowi energetycznemu Vattenfall, a po 11 latach elektrociepłownie te odkupiło PGNiG S.A. – spółka z większościowym kapitałem Skarbu Państwa.

W większości jednak przedsiębiorstw ciepłowniczych, zarówno sieciowych, jak i wytwarzających ciepło doszło do prywatyzacji majątkowej poprzez bezpośrednią sprzedaż udziałów lub akcji należących do gminy lub Skarbu Państwa.



Elektrociepłownia Bielsko-Biała / CHP plant in Bielsko-Biała (arch. Photofactory®)

Wyszczególnienie / Specification	Liczba przedsiębiorstw / Number of enterprises
Jednolita struktura właścicielska / Uniform structure of ownership	347
Sektor publiczny / Public sector	219
w tym własność samorządowa / including property of local governments	204
Sektor prywatny / Private sector	128
Niejednolita struktura właścicielska / Mixed structure of ownership	101
Własność mieszana w sektorze publicznym oraz mieszana między sektorami z przewagą sektora publicznego Mixed property in the public sector and mixed private and public property with a majority share of the public sector	36
Własność mieszana w sektorze prywatnym oraz mieszana między sektorami z przewagą sektora prywatnego Mixed property in the private sector and mixed private and public property with a majority share of the private sector	65

Badane przedsiębiorstwa ciepłownicze według form własności w 2014 r. / District heating companies covered by the survey according to forms of ownership in 2014

Ciepłownictwo polskie dziś

Charakterystyka ciepłownictwa systemowego

Działalnością ciepłowniczą w kraju zajmuje się niemal 9 tys. podmiotów, ale prawie 90% z nich zużywa ciepło wyłącznie na zaspokojenie własnych potrzeb, a więc nie dostarcza go do odbiorców zewnętrznych. Spośród 10% przedsiębiorstw prowadzących działalność związaną z zaopatrzeniem w ciepło, jedynie niewielka część działa na podstawie koncesji, czyli wytwarza ciepło w źródłach o łącznej zainstalowanej mocy większej od 5 MW_t lub też przesyła i dystrybuuje ciepło o łącznej mocy zamówionej przez odbiorców przekraczającej 5 MW_t.

Na koniec 2015 roku liczba przedsiębiorstw koncesjonowanych wynosiła 443. Są to nie tylko firmy typowo ciepłownicze, ale również zakłady przemysłowe i usługowe, dla których działalność ciepłownicza jest działalnością marginalną. Dla 57,1% z nich ciepłownictwo jest działalnością podstawową, natomiast dla około 20% działalność stanowi zaledwie margines aktywności gospodarczej.

W Polsce głównym paliwem pierwotnym do wytwarzania ciepła jest węgiel kamienny. Na poniższym schemacie pokazano strukturę paliw, z jakich wytwarzane było ciepło w 2015 roku.

Systemy ciepłownicze w Polsce

Ze względu na lokalny charakter ciepłownictwa istnieje tyle systemów ciepłowniczych ile miejscowości, w których funkcjonują sieci ciepłownicze. Operatorami infrastruktury są miejscowe przedsiębiorstwa ciepłownicze, mające różny charakter

w zależności od rodzaju działalności gospodarczej, jaką prowadzą. W dużych miastach (Warszawa, Kraków, Gdańsk, Wrocław, Szczecin i inne) wytwarzanie i przesył ciepła zostały rozdzielone pomiędzy odrębne podmioty, natomiast w mniejszych miejscowościach przedsiębiorstwa ciepłownicze zajmują się jednym i drugim. Największymi systemami ciepłowniczymi w Polsce są:

System warszawski

- Elektrociepłownia Siekierki – moc 2068 MW_t i 622 MW_e; jest to największa elektrociepłownia w Polsce
- Elektrociepłownia Żerań – moc 1580 MW_t i 386 MW_e
- Ciepłownia Kawęczyn – moc 465 MW_t
- Ciepłownia Wola – moc 348 MW_t

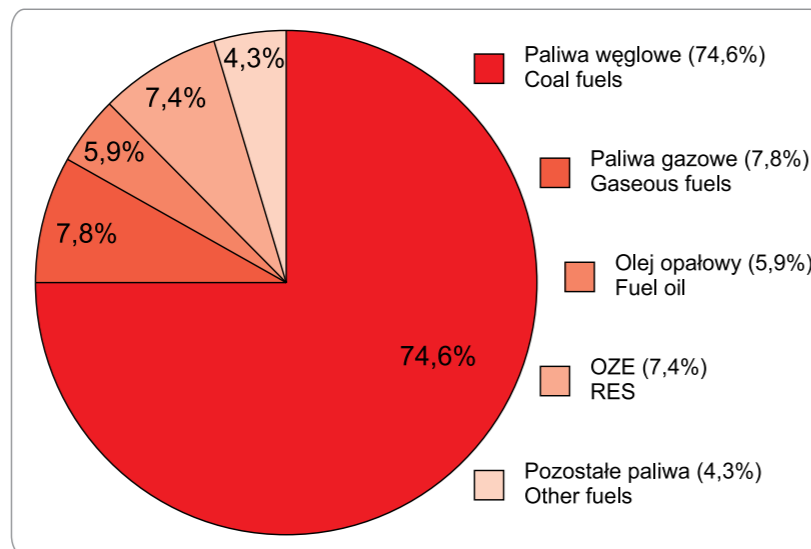
Sieć ciepłownicza o łącznej długości ok. 1800 km jest największą w Unii Europejskiej. Ciepło i ciepła woda dostarczane są do 80% budynków w Warszawie. Źródła ciepła należą do PGNiG Termika S.A., a właścicielem sieci jest Veolia Energia Warszawa S.A.

Contemporary district heating in Poland

Description of district heating

Nearly 9,000 entities in Poland are involved in district heating but almost 90 % of them consume heat only to satisfy their own needs, which means they do not supply it to third parties. Out of 10 % of heat supply companies only a small number hold a licence to generate heat in sources with the total installed capacity exceeding 5 MW_t or transmit and distribute heat with the total power ordered by consumers exceeding 5 MW_t.

At the end of 2014 the number of license holders was 451. These are not only typical district heating companies but also industrial plants and service providers for which district heating is a marginal activity. For 57,1 % of them district heating is the core activity, whereas for about 20 % the activities are marginal in their economic activity.



Struktura paliw używanych do produkcji ciepła w 2015 r.
Structure of fuels used for the production of heat in 2015

In Poland the main primary fuel used to generate heat is hard coal. The chart below illustrates the structure of fuels used to produce heat in 2015.

District heating systems in Poland

With regard to the local nature of district heating there are as many district heating systems as there are cities and towns in which district heating networks operate. The infrastructure is operated by local district heating companies of different kinds, depending on their type economic activity. In large cities (Warsaw, Kraków, Gdańsk, Wrocław, Szczecin and other) generation and transmission of heat were two separate tasks assigned to different entities, whereas in smaller cities and in towns heat supply companies take care of both. The largest district heating systems in Poland are:

The Warsaw System

- Siekierki CHP Plant – capacity 2,068 MW_t and 622 MW_e; the largest CHP Plant in Poland
- Żerań CHP Plant – capacity 1,580 MW_t and 386 MW_e
- Kawęczyn Heating Station – capacity 465 MW_t
- Wola Heating Station – capacity 348 MW_t

This district heating network with a length totalling about 1,800 km is the largest in the European Union. Heat and hot water are supplied to 80 % of buildings in Warsaw. Heat sources are the property of PGNiG Termika S.A., and the owner of the network is Veolia Energia Warszawa S.A.

System krakowski

- Elektrociepłownia w Łęgu – moc 1118 MW_t i 460 MW_e, pokrywa 73% zapotrzebowania Krakowa na ciepło. Należy do EDF Polska S.A. Oddział I w Krakowie
- Elektrownia Skawina (własność CEZ Skawina S.A.) – dysponuje mocą 588 MW_t, z czego MPEC Kraków zamawia około 300 MW_t, co zaspokaja 20% zapotrzebowania Krakowa na ciepło
- ArcelorMittal Poland S.A. Oddział w Krakowie – 3,3% zapotrzebowania. Sieć ciepłownicza o długości około 800 km należy do Miejskiego Przedsiębiorstwa Energetyki Ciepłej S.A. w Krakowie.

System łódzki

- Elektrociepłownia nr 3 – moc 804 MW_t i 206 MW_e
 - Elektrociepłownia nr 4 – moc 820 MW_t i 198 MW_e
- Sieć ciepłownicza o łącznej długości 814 km należy do Veolia Energia Łódź S.A., w której Veolia Energia Polska S.A. posiada 92,07% akcjonariatu.

System gdański

- Elektrociepłownia Gdańska – moc 726 MW_t i 226 MW_e
- Sieć ciepłownicza o łącznej długości 660 km (Gdańsk i Sopot) jest własnością Gdańskiego Przedsiębiorstwa Energetyki Ciepłej, którego struktura kapitałowa jest następująca: Stadtwerke Leipzig GmbH i Gmina Miasta Gdańsk.

System poznański

- Elektrociepłownia Poznań Karolin (Veolia Energia Poznań ZEC SA) – moc 1212 MW_t i 283,5 MW_e
 - Ciepłownia Garbary (przeznaczona do likwidacji) – moc ok. 250 MW_t
- Sieć ciepłownicza o łącznej długości 631,5 km jest własnością Veolia Energia Poznań S.A., w której 99,92% akcji posiada Veolia Energia Polska S.A. Źródła ciepła należą do Veolia Energia Poznań ZEC S.A. Akcje tej spółki posiada Veolia Energia Polska S.A. 52,68% i Veolia Energia Poznań S.A. 45,09%.

System wrocławski

- Elektrociepłownia Wrocław – moc 812 MW_t i 263 MW_e
- Elektrociepłownia Czechnica – moc 247 MW_t i 100 MW_e
- Elektrociepłownia Zawidawie – 21,35 MW_t i 2,67 MW_e

Elektrociepłownie należą do Zespołu Elektrociepłowni Wrocławskich KOGENERACJA S.A., jedynej spółki ciepłowniczej, której akcje są notowane na Giełdzie Papierów Wartościowych. Jej akcjonariat przedstawia się następująco: EDF (trzy różne spółki) – 50%, OFE (trzy różne fundusze) – 25,16% i pozostali drobni posiadacze akcji – 24,84%. Sieć ciepłownicza we Wrocławiu ma długość ponad 500 km, większa jej część należy do Fortum Power and Heat Polska Sp. z o.o., a mniejszy udział ma KOGENERACJA S.A.

Ceny ciepła systemowego na rynku

Przedsiębiorstwo ciepłownicze sprzedaje ciepło (usługę ciepłowniczą) odbiorcy indywidualnemu np. posiadaczowi domu jednorodzinnego lub odbiorcy zbiorowemu takiemu jak np. administrator budynku wielorodzinnego, działający w imieniu grupy odbiorców – spółdzielni mieszkaniowej czy wspólnoty mieszkańców. Podstawą rozliczeń między dostawcą i odbiorcą są wyniki pomiarów (wskazań) liczników poboru ciepła.

The Kraków System

- CHP Plant in Łęg – capacity 1,118 MW_t and 460 MW_e, covers 73 % of the heat requirement of Kraków. It is owned by EDF Poland, First Branch in Kraków
- Skawina Power Plant (owned by CEZ Skawina S.A.) – has a capacity of 588 MW_t at its disposal, of which the Municipal Heat Supply in Kraków orders 300 MW_t, which satisfies 20 % of the heat requirement of Kraków
- Power Station of Mittal Steel Poland S.A. – 3.3 % of the requirement. The district heating network totalling 800 km in length is owned by the municipal heat supply company Miejskie Przedsiębiorstwo Energetyki Ciepłej S.A. in Kraków.

The Łódź System

- CHP Plant No. 3 – capacity 804 MW_t and 206 MW_e
 - CHP Plant No. 4 – capacity 820 MW_t and 198 MW_e
- The district heating network totalling 814 km in length is owned by Veolia Energia Łódź S.A. in which Veolia Energia Polska S.A. holds 92.07 % of shares.

The Gdańsk System

- Gdańska CHP Plant – capacity 726 MW_t and 226 MW_e
- The district heating network totalling 660 km in length (in Gdańsk and Sopot) is the property of the Gdańsk Heat Supply Company with the following capital structure: Stadtwerke Leipzig GmbH and Gmina of the City of the Gdańsk.

The Poznań System

- Poznań Karolin CHP Plant (Veolia Energia Poznań ZEC SA) – capacity 1,212 MW_t and 283.5 MW_e
 - Garbary Heating Station (planned for liquidation) – capacity ca. 250 MW_t
- The district heating network with the total length of 631.5 km is the property of Veolia Energia Poznań S.A. in which 99.92 % of shares are held by Veolia Energia Polska S.A. The sources of heat are the property of Veolia Energia Poznań ZEC S.A. The shares of this company are held by Veolia Energia Polska S.A. – 52.68 % and Veolia Energia Poznań S.A. – 45.09 %.

The Wrocław System

- Wrocław CHP Plant – capacity 812 MW_t and 263 MW_e
- Czechnica CHP Plant – capacity 247 MW_t and 100 MW_e
- Zawidawie CHP Plant – 21.35 MW_t and 2.67 MW_e

The CHP plants are the property of Zespół Elektrociepłowni Wrocławskich KOGENERACJA S.A., the only district heating company listed on the Warsaw Stock Exchange. Its shareholding structure is as follows: EDF (three different companies) – 50 %, Open Pension Fund (three different funds) – 25.16 % and other small stockholders – 24.84 %. The district heating network in Wrocław is over 500 km long. Its major part is the property of Fortum Power and Heat Polska Sp. z o.o. and KOGENERACJA S.A. has a minority share.

District heating prices

A heating enterprise sells heat (a heat distribution service) to an individual consumer, such as an owner of a single-family house, or to a mass consumer, such as a multi-family building administrator acting on behalf of a consumer group, such as a housing cooperative or a housing community. The basis for settlements between the supplier and the consumer are readings (indications) of heat consumption meters.

Odbiorca zbiorowy (administrator), stosując określony klucz podziału, rozlicza koszty zakupionego ciepła na poszczególnego mieszkańca. Takim kluczem może być w szczególności: powierzchnia mieszkania, liczba osób zamieszkających w lokalu, a także inne parametry uzgodnione w danej grupie odbiorców. Mogą być także stosowane tzw. podzielniki kosztów, które traktowane są jako namiastka liczników ciepła.

Ostatecznie wysokość jednostkowych opłat (zł/m² lub zł/osobę) powinna być tak ustalona, aby koszty zakupu ciepła przez odbiorcę były równe sumie opłat wniesionych przez daną grupę odbiorców. To, ile w końcowym rozrachunku kosztować będzie ciepło dostarczone do mieszkania, zależy od ilości i ceny ciepła kupionego przez odbiorcę oraz od rzetelności wprowadzonego klucza podziału.

Ilość kupowanego ciepła zależy od warunków atmosferycznych (na to nikt nie ma wpływu) i od tego, jakie są straty ciepła ogrzewanego budynku (tu rola mieszkańców jest niebagatelna). Cena ciepła kupowanego przez odbiorcę jest określona w umowie między dostawcą i odbiorcą zbiorowym (administratorem). Jest ona regulowana (zatwierdzana) przez Urząd Regulacji Energetyki. Cena ciepła dostarczanego odbiorcy zależy od kosztów wytworzenia (2/3) i kosztów przesyłu (1/3). W ciepłowniach opalanych węglem około połowę kosztów wytworzenia stanowi koszt paliwa, w innych udział ten jest znacznie większy.

Ciepłownictwo polskie na tle europejskiego

Organizacją skupiającą podmioty gospodarcze, których działalność związana jest z ciepłownictwem, przede wszystkim właściciele i zarządców majątku komunalnego służącego do wytwarzania, przetwarzania, magazynowania, przesyłania oraz dystrybucji i obrotu ciepłem jest Izba Gospodarcza Ciepłownictwo Polskie w Warszawie. Izba powołana jest na czas nieoznaczony, działa na terenie kraju i za granicą. Członkiem Izby może być podmiot w dowolnej formule organizacyjno-prawnej związany z ciepłownictwem działający na terenie kraju.

Podstawowy cel działania Izby to inicjowanie i współuczestniczenie w procesach unowocześnień i kompleksowego rozwoju ciepłownictwa odpowiednio do zmieniających się potrzeb, a w szczególności:

- integrowanie środowiska osób fizycznych i prawnych związanych z ciepłownictwem

A mass consumer (administrator) uses a specific distribution key to divide the heat purchase costs among individual inhabitants. The key can be based in particular on the floor space of a flat or the number of persons occupying the premises. Other parameters may also be applied, as agreed within a specific consumer group. Another option is the use of heat cost allocators, which are treated as a substitute for heat meters.

Finally, the amount of individual charges (PLN/m² or PLN/person) should be established in such a way that the costs of heat purchase by a mass consumer are equal to the sum of charges paid by a given consumer group.



Elektrociepłownia Wrocław / CHP plant in Wrocław
(arch. Photofactory®)

Therefore, the ultimate cost of heat supplied to a flat will depend both on the quantity and price of heat purchased by a consumer and the reliability of the distribution key.

The quantity of heat purchases depends on weather conditions (which no one is able to influence) and on the heat losses in a building to which heat is supplied (here the inhabitants' role cannot be underestimated). The price of heat purchased by a consumer is specified in the contract between the supplier and the mass consumer (administrator). It is regulated (approved) by the Energy Regulatory Office. The price of heat that is supplied to consumers depends

on the costs of production (2/3) and the costs of transmission (1/3). In coal-fired heating stations about half of production costs is the cost of fuel, in other plants, the share is much higher.

Polish district heating sector against the European background

An organisation that associates business entities involved in the district heating sector, primarily owners and managers of municipal infrastructure used for the production, processing, storage, transmission, distribution and selling of heat is the Polish District Heating Chamber of Commerce in Warsaw. The Chamber was established for an indefinite period, and is active both in Poland and abroad. A member of the Chamber may be any entity operating in Poland in any organisational and legal form whose activities are related to district heating.

The primary goal of the Chamber is to initiate the processes aimed at modernisation and comprehensive development of district heating to align it with ever changing needs, and participate in such processes, which primarily include:

- integration of the communities of individuals and legal persons that are involved in the district heating sector

- reprezentowanie interesów gospodarczych zrzeszonych w Izbie podmiotów wobec organów państwowych, samorządowych, społecznych, instytucji naukowych i gospodarczych
- propagowanie nowoczesnej wiedzy techniczno-ekonomicznej
- współdziałanie w ustalaniu programów rozwoju ciepłownictwa, jego modernizacji i rekonstrukcji
- kształtowanie warunków sprzyjających rozwojowi ciepłownictwa, inspirowanie, opracowywanie oraz dokonywanie ocen merytorycznych projektów oraz nowelizacji obowiązujących przepisów prawnych.

Izba Gospodarcza Ciepłownictwo Polskie powstała w 1998 roku z przekształcenia Izby Gospodarczej „Energetyka Ciepła”, powołanej w 1994 roku z inicjatywy środowiska ciepłowników oraz połączenia z Fundacją Rozwoju Ciepłownictwa „Unia Ciepłownictwa” w jedną organizację samorządu gospodarczego. Obecnie Izba zrzesza ponad 280 instytucji o różnej wielkości i strukturze – przedsiębiorstwa komunalne, spółki z ograniczoną odpowiedzialnością, spółki akcyjne i cywilne, przedsiębiorstwa państwowe, zakłady budżetowe – o zróżnicowanej wielkości sprzedaży ciepła od mniej niż 100 tys. GJ do ponad 40 000 tys. GJ rocznie.

W Europie problemami ciepłownictwa zajmuje się organizacja o nazwie Euroheat&Power mająca swoją siedzibę w Brukseli. Prowadzi ona działalność w zakresie skojarzonego wytwarzania ciepła i energii elektrycznej, ogrzewania i chłodzenia w całej Europie i poza nią. Zrzesza członków z ponad trzydziestu krajów, w tym wszystkie istniejące krajowe stowarzyszenia ciepłownicze w krajach UE, operatorów systemów ciepłowniczych, stowarzyszenia producentów, instytutów badawczych, konsultantów i innych organizacji zaangażowanych w biznesie ciepłowniczym.

Euroheat&Power przedstawia interesy sektora na szczeblu politycznym, w szczególności w stosunkach z instytucjami europejskimi i innymi organizacjami międzynarodowymi. Publikuje badania, raporty, miesięczny biuletyn elektroniczny dla swoich członków oraz inne materiały informacyjne. Stowarzyszenie prowadzi publiczną stronę internetową, a także intranet poświęcony informacji tylko dla członków. Jest także współwydawcą międzynarodowego magazynu „Euroheat&Power”. Przedstawicielem ciepłowników polskich w Euroheat&Power jest Izba Gospodarcza Ciepłownictwo Polskie w Warszawie.

Perspektywy rozwoju ciepłownictwa w Polsce

Ciepłownictwo stoi przed wyzwaniami, które będą wymagały podjęcia decyzji pociągających za sobą zmiany dotyczące zarówno sfery wewnętrznej organizacji firm, jak i podjęcia szerszych niż dotychczas działań dotyczących zmiany technologii wytwarzania i przesyłu ciepła. W dziedzinie wytwarzania są to: rozwój kogeneracji i trigeneracji, wykorzystanie energii odnawialnej, a także wykorzystanie odpadów jako paliwa. Obszar zmian dotyczących przesyłu i dystrybucji ciepła dotyczy zarówno sieci, jak i instalacji „za węzłem” – czyli już w obrębie instalacji u odbiorców – w szczególności tam, gdzie ciepło będzie wykorzystywane do wytwarzania chłodu.

- representing economic interests of entities associated in the Chamber in contacts with state and local government authorities, as well as social partners and scientific and economic institutions
- promotion of modern technical and economic knowledge
- cooperation in preparing programmes aimed at development, modernisation and reconstruction of district heating
- shaping the environment that is conducive to the development of district heating; inspiring, preparing and carrying out content-related assessments of relevant bills and amendments to the existing legislation.

The Polish District Heating Chamber of Commerce was founded in 1998 resulting from transformation of the “Heat Engineering” Chamber of Commerce established in 1994 following the initiative of heat engineers and the merger with the Foundation for the Development of District Heating, “Heat Distribution Union” into one organisation of business self-government. Currently the Chamber comprises more than 240 member institutions of varying size and structure, including municipal companies, limited liability companies, joint stock companies and civil partnerships, state enterprises and budgetary establishments, which sell varying quantities of heat: from less than 100,000 GJ to more than 40,000,000 GJ per year.

In Europe, problems of district heating are taken up by Euroheat&Power – an organisation based in Brussels. It is active in the field of combined generation of heat and electricity, as well as heating and cooling areas throughout Europe and beyond. It brings together members from over thirty countries, including all existing national associations of the district heating sector in the EU countries, operators of heating systems, associations of producers, research institutes, consultants and other organisations involved in the district heating business.

Euroheat&Power represents the sector's interests at the political level, in particular in relations with the European institutions and other international organisations. It publishes studies, reports, a monthly electronic newsletter for its members and other informational materials. The association manages a public website and a member-only intranet site. It is also a co-editor of the international Euroheat&Power magazine. Poland's representative in Euroheat&Power is the Polish District Heating Chamber of Commerce in Warsaw.

Prospects for the development of district heating in Poland

District heating is facing challenges which will require decisions involving changes both in the internal organisation of companies and extension of the range of activities related to a change in heat generation and transmission technologies. In the area of generation these are: developing cogeneration and trigeneration, using renewable energy and also using waste as fuel. Changes regarding transmission and distribution of heat apply to both the network and ‘downstream’ – that is, in the consumers' installations – in particular where heat will be used for cooling purposes.

Kogeneracja

Skojarzone wytwarzanie energii elektrycznej i ciepła, a od pewnego czasu także chłodu, jest jedną z preferencji w zakresie ekonomicznego i jednocześnie ekologicznego wytwarzania energii. Znalazło to wyraz w prawodawstwie unijnym w postaci Dyrektywy 2004/8/WE Parlamentu Europejskiego i Rady w sprawie promowania kogeneracji – tzw. dyrektywy kogeneracyjnej.

Główną korzyścią wynikającą z funkcjonowania układów skojarzonych jest oszczędność paliwa w porównaniu z układami rozdzielonego wytwarzania energii elektrycznej i ciepła. Oprócz oczywistych korzyści ekonomicznych, daje ona jednocześnie efekt ekologiczny w postaci zmniejszenia emisji zanieczyszczeń, a w szczególności CO₂. Nie bez znaczenia jest także ograniczenie strat w sieciach elektroenergetycznych, bowiem dzięki bardziej rozproszonej, ale gęstszej sieci zakładów wytwórczych, energia przesyłana jest na mniejsze odległości.

Polska należy do krajów, w których udział produkcji ciepła z układów skojarzonych w stosunku do łącznej produkcji w źródłach scentralizowanych kształtuje się na stosunkowo wysokim poziomie. W 2015 roku ilość ciepła wytworzonego w kogeneracji wyniosła 64% jego globalnej produkcji. Jednak w przedsiębiorstwach, które swoje przychody czerpią głównie z produkcji ciepła, tylko jego połowa jest wytwarzana w kogeneracji.

Jak widać, istnieją jeszcze duże możliwości zwiększenia oszczędności paliwa, gdyby wykorzystano potencjał ciepłownictwa i budowano układy skojarzone w miejsce dotychczasowych ciepłowni.

Kotłownie i ciepłownie zaopatrujące małe i średnie obszary odbiorców komunalnych w Polsce produkują rocznie ponad 100 tys. TJ ciepła. Stanowi to potencjał w postaci istniejącego, stabilnego rynku zbytu, który mógłby być wykorzystany przy przebudowie źródeł ciepła na kogeneracyjne. Szacuje się, że ze wspomnianej wyżej wielkości, po odjęciu źródeł o mocy mniejszej niż 15 MW oraz kotłów szczytowych, około 70% ciepła mogłoby być wytwarzane w kogeneracji.

Przebudowanie istniejących kotłowni i ciepłowni na elektrociepłownie (oczywiście tych, których przebudowa jest efektywna) dałoby ogromne efekty ekonomiczne i ekologiczne.

Trigeneracja – wytwarzanie chłodu

Skojarzone systemy trigeneracyjne są technologicznym rozszerzeniem kogeneracji, gdyż ciepło może służyć zarówno do ogrzewania, jak to ma miejsce w klasycznym systemie ciepłowniczym, a może być także wykorzystane w agregatach chłodniczych. Ta technologia, wykorzystując jedno źródło energii pierwotnej, ma na celu zmniejszenie jej ilości niezbędnej do wytworzenia każdej z form energii odrębnie. W systemach ciepłowniczych, w których w okresie letnim zapotrzebowanie na ciepło jest ograniczone, co najwyżej do ogrzewania ciepłej wody użytkowej, możliwość wytwarzania chłodu poprawia efektywność produkcji energii elektrycznej i ciepła w kogeneracji.

Cogeneration

Combined generation of electricity and heat, and recently also cooling, has been one of the preferred solutions ensuring economical and at the same time sustainable generation of energy. This trend is reflected in European legislation in Directive 2004/8/EC of the European Parliament and Council promoting cogeneration – the so-called CHP Directive.

The main advantage of combined generation of energy is the economy of fuel in comparison to plants in which electricity and heat are generated by separate systems. In addition to obvious economic benefits, it has at the same time an ecological effect, which is manifested in reducing the emissions of pollutants, and in particular, CO₂. The reduction of losses in power engineering systems is also significant since with regard to a more distributed but denser network of generating plants power is transmitted over smaller distances.

Poland is one of the countries in which the share of production of heat in combined cycles in comparison to the total production in centralized sources is relatively high. In 2015 the amount of heat produced in cogeneration systems accounted for 64 % of its global production volume. However, in businesses that derive their income mainly from the production of heat, only half of heat is produced in cogeneration.

Evidently there is still a large potential to increase fuel savings if the capability of district heating is utilized and the existing heating stations are replaced by combined cycle plants.

Boiler plants and heating stations supplying heat to small and medium-size municipal consumers in Poland on an annual basis produce more than 100,000 TJ of heat. This is a potential in the form of the existing stable selling market which could be used in converting heat sources into cogenerating sources. It is estimated that, skipping sources smaller than 15 MW and peak-load boilers, 70 % of the above-mentioned heat could be produced by cogeneration.

Conversion of the existing boiler plants and heating stations into CHP plants (where such conversion would be effective) would have a huge economic and environmental effect.

Trigeneration – cooling

The combined trigeneration systems have become a technological development of cogeneration because heat can be used for heating – like it is used in a classic district heating system – or in chillers. This technology, making use of a single source of primary energy, aims to reduce the amount of primary energy that is required to produce any form of energy separately. In district heating systems, where the heat requirement in summer is limited at most to heating hot service water, the possibility of producing chill improves the effectiveness of generation of electricity and heat in combined systems.

Do niedawna wytwarzanie chłodu z ciepła sieciowego w lecie napotykało na dwie podstawowe bariery natury ekonomicznej. Było to małe zapotrzebowanie na chłód i wysoka temperatura wody sieciowej, przewyższająca o 15÷20°C „normalną” temperaturę wody w sieci w okresie letnim. Takie problemy stwarzała technologia wykorzystująca w agregatach chłodniczych zjawisko absorpcji. Jedno i drugie powodowało zbyt duże straty ciepła i czyniło takie rozwiązania nieopłacalnymi. Dopiero agregaty adsorpcyjne, wykorzystujące jako czynnik grzewczy wodę o temperaturze 65÷90°C, umożliwiły wykorzystanie do produkcji chłodu wody sieciowej o temperaturze, jaka jest wymagana w lecie dla podgrzania ciepłej wody użytkowej (70÷75°C).

Dzięki temu systemy te mogą zostać wdrożone w wielu różnych typach obiektów. Zapewniają efektywne zagospodarowanie wytworzonej energii ciepłej przez cały rok (również w trybie 24h na dobę), a co za tym idzie uzyskanie wymiernych oszczędności.

Przesył i dystrybucja ciepła

Szanse rozwoju przedsiębiorstw zajmujących się przesyłem i dystrybucją ciepła należy upatrywać w powiększaniu rynku zbytu ciepła, przez przyłączanie nowych odbiorców w tym także budynków tzw. starej substancji mieszkaniowej, co jest połączone z likwidacją niskiej emisji. Konieczne jest dalsze ograniczenie strat ciepła poprzez wymianę rurociągów na nowe – preizolowane. Obecnie 46,4% sieci przesyłowych i 30,4% sieci niskoparametrowych jest już wykonane w tej technologii. W planach przedsiębiorstw znajduje się ponadto zakładanie instalacji ciepłej wody użytkowej tam, gdzie jej do tej pory nie ma, oraz budowa lokalnych źródeł wytwórczych na obszarach, na których utrudniony jest dostęp do ciepła systemowego, a także usługi za węzłem ciepłowniczym.

Until recently there were two fundamental economic barriers to chill being sourced from the district heating network in summer season. The first barrier was a low requirement for cooling and high temperature of service water which in summer exceeded 'normal' temperature of water in the network by 15÷20°C. Such problems were connected with the application of technology using absorption chillers. Both of them caused excessive losses of heat and actually made such solutions unprofitable. Only adsorption chillers, using water with a temperature of 65÷90°C as the heating medium, enabled the use of service water with a temperature required in summer to heat hot service water (70÷75°C) for producing chill.

Therefore, such systems can be implemented in many different types of facilities. They ensure effective management of the produced thermal energy all year round (also on a 24 hour basis), and thus contribute to generating measurable savings.

Transmission and distribution of heat

The chances of development for entities dealing with transmission and distribution of heat must be sought in the growth of the heat selling market by connecting new consumers, including buildings built using obsolete technologies, which is connected with eliminating low emission. Heat losses must be further reduced by replacing the pipelines with new ones – pre-insulated. Currently, 46.4 % of transmission networks and 30.4 % of low-parameter networks have been built using this technology. The plans also include installing hot service water systems in places where they have been missing, and building local generating sources in areas where access to district heating is difficult. They also include services downstream.



Wymiana rurociągów na preizolowane znacznie ogranicza straty ciepła / Replacing pipelines with pre-insulated ones considerably reduces heat losses (arch. Photofactory®)

Rozdział
3



NATURA ŻYWIOŁÓW

WODA

Elements of nature

WATER



Z wody powstało

Life from water

Woda, to najważniejszy, otoczony kultem żywioł, podstawa egzystencji, eliksir wszelkich mocy i nieśmiertelności. Przez swą uniwersalność dotyka niemalże każdej dziedziny życia. O tym, jak niezbędnym elementem istnienia jest woda, świadczą już wierzenia pierwotnych kultur, czego przykładem są mity kosmogoniczne, w których żywioł ten pojawia się na pierwszym miejscu w opisie struktury i porządku świata.

Water is the most important natural element, the subject of a cult, the basis of existence, the elixir of all powers and immortality. Thanks to its versatility it affects nearly all areas of life. A proof that water is an indispensable element of life originates in the beliefs of primeval cultures, for example in cosmological myths where this element appears nearly in the first place in the description of the world structure and order.

*Zanurzając się w wodach Gangesu, wyznawcy hinduizmu wierzą w oczyszczenie z grzechu i wyzwolenie się od kolejnych reinkarnacji
The followers of Hinduism believe that bathing in the waters of the Ganges will erase their sins and save their souls from further reincarnation (©Photofactory®)*

W sumeryjskim poemacie *Enuma elisz*, opowieści o Gilgameszu, egipskich *Księgach umarłych*, homeryckich epopiejach czy w *Księdze Rodzaju* już na początku zanurzamy się w wodach pierwotnych jako źródle życia, przyczynie bytu, pramaterii. Wspomniane powyżej dzieła literackie ukazują nam świat, który wedle dawnych wierzeń, wyłonił się z odmiennej rzeczywistości, z pierwotnego morza-oceanu, ze stanu spoczynku, stagnacji, zastania. Jak mawiał filozof joński, Tales z Miletu: *woda jest materią pierwotną, początkiem przyrody, dlatego, że wszystko, co żywe, żyje wilgocią, a martwe wysycha, że zarodki wszystkiego są mokre, a pokarm soczysty.*

Wiele archaicznych wyobrażeń wskazuje, że ten życiodajny żywioł istnieje *in illo tempore*, od początku. Odnoszące się do wody, symboliczne rysunki i zapisy w postaci meandrow, motywów poziomej linii falistej bądź zygzakowatej, czasem przypominające węży, można znaleźć już na ścianach jaskiń Altamiry czy Lascaux. Malowidła naskalne, datowane na ok. 33-32 tys. lat temu, choć apogeum przypada na okres kultury magdaleńskiej (18-12 tys. lat temu), są nie tylko odzwierciedleniem istniejącego wówczas świata, ale i dowodem, że już człowiek pierwotny odczuwał potrzebę tworzenia elementów *sacrum* wokół siebie. Woda okazała się zatem nie tylko napojem dla spragnionych czy oczyszczeniem dla ciała, ale nade wszystko symbolem najważniejszego z żywiołów.

The Sumerian narrative poem *Enuma Elish*, the story of Gilgamesh, the Egyptian *Book of the Dead*, Homeric epics or the *Book of Genesis* at the very beginning make us plunge into primordial waters as the source of life, the reason for existence, the pre-matter. The above-mentioned literary works present a world that, according to old beliefs, emerged from an alternate reality, from the seas and oceans, from a state of rest, stagnation, inactivity. Quoting the Ionic philosopher, Thales of Miletus – *water is the primal element, the origin of nature, because all living things live thanks to moisture and dead things dry out, the seeds of all beings are moist and all feeding is juicy.*

Many archaic concepts depict this life-giving element as existing *in illo tempore* – in the beginning. Symbolic drawings referring to water and writings in the form of meanders, motifs of horizontal curves or zigzags, sometimes resembling a snake, could be found on the walls of the Altamira or Lascaux caves. Murals in caves, dating back to around 33-32 thousand years ago, although the peak was in the period of the Magdalenian culture (18-12 thousand years ago), not only reflect the world as it was in those times but they also provide evidence that already primitive people felt a need for creating the elements of *sacrum* around them. Hence, water turned out to be not only a drink for the thirsty but also a method of purification for the body but most of all a symbol of the most important of the elements.



Gliniane tabliczki z pismem klinowym opisują losy sumeryjskiego władcy miasta Unug – Gilgamesza. Powyżej relief przedstawia legendarnego króla z małym lwem / The clay tablets with cuneiform script recount the story of the Sumerian King of Unug – Gilgamesh. The relief above presents the legendary king accompanied by a small lion (arch. Photofactory®)



W jednej ze starożytnych pieśni egipskich Nil nazywany jest „panem wód, który przynosi zieleni” / One of the ancient Egyptian songs refers to the Nile as the “lord of waters who brings vegetation” (arch. Photofactory®)

Na początku była woda

Woda jest podstawowym i niezbędnym elementem rozwoju pierwszych cywilizacji, wpływającym na kształtowanie się skupisk ludzkich.

Pierwotne społeczeństwa wybierały miejsca swych osad w pobliżu akwenów, które były pewnego rodzaju drogowskazem oraz szlakiem, ułatwiającym orientację i komunikację oraz eksploatację najbliższych terenów. Z czasem ciekły wodne zaczęto wykorzystywać gospodarczo – w rzemiośle, a następnie w przemyśle. Za sprawą wody można było spławić drewno, łowić ryby, uprać odzież, zażyć kąpeli czy po prostu ugasić pragnienie. Słowianie nazywali wodę – „najstarszą caryczką”, „siostrą Boga” czy „mateczką-wodą” i dostrzegali w niej pierwiastek żeński. Według ludowych podań był to pierwszy żywioł, który poprzedził powstanie świata. Co ciekawe, koncepcja ta pokrywa się z wyobrażeniami innych kultur, w tym również z biblijnym obrazem stworzenia świata, gdzie woda pojawia się jako jeden z pierwszych żywiołów i z boskiego nakazu, z niej narodziły się istoty żywe. Przekazy ludowe określały ją też jako siłę dobroczynną, niezbędną do wegetacji i obfitości.

W kosmogonii Bliskiego Wschodu – przedstawionej w jednym z pierwszych zachowanych tekstów pisanych jakim jest *Enuma elisz* – akt stworzenia świata rozpoczyna chaos. Ten najstarszy mit z obszarów starożytnej Mezopotamii za fundament uniwersum uznawał bezład pierwotnego oceanu. Jego uosobieniem stała się bogini Nammu, posiadająca wszelkie cechy, które obecnie przypisujemy wodzie: płodność, wszelkie moce twórcze, samowystarczalność i zdolność kreacji. To ona, według podań, wydała na świat Niebo (An) i Ziemię (Ki) – przyszłych rodziców Powietrza (Enlila). Inna wersja podaje, że z bezwładu wód pierwotnych wyodrębnili się, praojciec Apsu i pramatka Tiamat, którzy zapoczątkowali tworzenie świata. Co ciekawe, w kolejnych podaniach tego babilońskiego mitu dostrzec możemy dwubiegunowość natury wody, która jest zarówno elementem życiodajnym, oczyszczającym, jak i groźną, niszczycielską siłą.



W Egipcie podawano wodę zmarłym, by umożliwić im życie w zaświatach – papyrus z „Księgi Umarłych” / In Egypt water was given to the dead so that they could live in the netherworld – a papyrus from the “Book of the Dead” (arch. Photofactory®)

It all began with water

Water was the fundamental and necessary element underlying the development of the first civilizations, having an effect on shaping human communities.

Primeval societies located their settlements near water reservoirs that were a kind of guidance and marked out the route facilitating orientation, communication and use of adjacent territories. With time water courses were used for economic reasons – in crafts and afterwards in industry. Water was used for floating timber, fishing, washing clothes, taking a bath or simply for drinking. Slavic people called water – the ‘oldest empress’, ‘the sister of God’ or ‘mother water’ and perceived it as a female. According to folk legends it was the first element preceding the emergence of the world. Interestingly, this concept coincides with the beliefs of other cultures, including the vision of how the world was created according to the Bible where water appears to be one of the first elements of God’s command that gave rise to living creatures. According to folk tradition it was also a benevolent force necessary to ensure vegetation and abundance of crops.

In the cosmogony of the Ancient Near East – presented in the first of the preserved written texts, that is *Enuma Elish* – the world is created from chaos. The oldest myth of ancient Mesopotamia believed that the foundation of the universe was the chaos of the primeval ocean. It was personified as the goddess Nammu, having all the characteristics we now associate with water: fertility, all creative powers, self-sufficiency and the ability of creation. According to legends, she was the one to give birth to the Sky (An) and the Earth (Ki) – the future parents of the Air (Enlil). According to another version, the forefather Apsu and the foremother Tiamat emerged from the chaos of primordial waters and initiated the creation of the world. Interestingly, subsequent versions of this Babylonian myth suggest a bipolar nature of water both as a life-giving and purifying element and a dangerous, destructive force.



Woda w najdawniejszych świadectwach ludzkiej kultury była wyrazem pierwotnego chaosu / Water in the oldest testimony of human culture was an expression of the primordial chaos (arch. Photofactory®)

W mitologii indoeuropejskiej woda – naturalny symbol życia, zdrowia i nieśmiertelności – była ściśle powiązana z boginiami, a następnie z bóstwem patronującym płodności. Woda jako źródło życia była identyfikowana z ziemią, stanowiła centralną część kosmosu. Jej bezkres uchodził za siedzibę potworów i demonów – hydr, rusałek czy wodnika. Woda była niezbędnym elementem we wszelkich magicznych rytuałach, jak chociażby przy składaniu ofiar wotywnych czy pochówku.

W przypadku wierzeń starożytnego Egiptu (znanych ze szczątkowo zachowanych papyrusów) świat wyłonił się z chaosu, praocceanu. Warto jednak podkreślić, że mimo różnych wariantów mitu o stworzeniu świata w delcie Nilu, elementem wiodącym zawsze była woda. Świadczą o tym, pieśni sławiące rzekę, w których to nazywana jest *panem wód, który przynosi zieleni*. W kulturze greckiej i micie homeryckim również natchniemy się na opasujący świat Okeanos, symbolizujący cały bezmiar pierwotnych wód i początek wszechrzeczy. To właśnie ze związku tej pradawnej rzeki-oceanu i Tetydy, występującej tu jako uosobienie sił płodności i twórczej mocy wody pojawia się początek życia. Z czasem przekazy mitologiczne zaczęły podawać, że Matka Ziemia (Gaja) wyłoniła się z wód pierwotnych, by urodzić Uranosa, który wszelkie ziemskie szczeliny napełnił wodą, dając tym samym początek wszelkim oceanom, morzom, rzekom i jeziorom. Wraz z rozwojem myśli Grecy zaczęli postrzegać wodę jako *arche* natury, obok ognia, powietrza i ziemi. To ona, według wierzeń, odpowiedzialna była za życie i śmierć, sytość i dostatek pól bądź głód.

Wspomniana już wcześniej tradycja judaistyczna swoją koncepcję powstania świata również rozpoczyna od chaosu. Z odmętów pierwotnych wód wyłania się Duch Boży i w przeciągu siedmiu dni tworzy poszczególne elementy uniwersum. W świecie arabskim woda także należy do symboli szczególnych, związanych przede wszystkim z oczyszczeniem z grzechu codzienności (dlatego też każdy wierny przed rozpoczęciem modlitwy powinien obmywać swoje ciało, by w ten sposób podkreślić czystość, a tym samym gotowość do rozmowy z Bogiem). W Koranie można odnaleźć wyraźne wskazanie, że żywioł ten uznany został za dar Boga i jednocześnie źródło życia.



W tradycji słowiańskiej w czasie nocy kupały, dziewczęta puszczały na wodę wianki, które symbolizowały ich panieństwo / According to the Slavic tradition, on St John’s Night the girls would float wreaths on water. The wreaths symbolized their virginity (arch. Photofactory®)

Indo-European mythology associates water – the natural symbol of life, health and immortality – strictly with goddesses and then with a deity of fertility. Water as a source of life was identified with the Earth and constituted a central part of the Universe. Its vast abyss was believed to be inhabited by monsters and demons – sea serpents, water nymphs or the aquarius. Water was the inevitable element of all magic rituals such as, for example, votive sacrifices or funerals.

Ancient Egyptians believed (although the papyrus evidence is scarce) that the world emerged from chaos, the primordial ocean. However, it is worth emphasizing that despite different variants of the myth about the creation of the world in the Nile Delta, water was always the leading element. Testimony is provided by songs praising the river, calling it the *lord of water who brings greenery*. Greek culture and Homeric myth also depict Oceanus, embracing the world and symbolizing the vastness of primordial waters and the origin of all things. Life originated from the relationship between this primordial river-ocean and Tethys – the personification of fertility and the creative power of water. With time, myths started to recount that Mother Earth (Gaia) emerged from primordial waters to give birth to Uranus who filled all the gaps in earth with water, thus giving rise to all oceans, rivers and lakes. As the philosophical thought developed Greeks started perceiving water as the *Arche* (underlying substance) of nature, next to fire, air and earth. According to the beliefs, water was responsible for giving life and bringing death, for satiety and the abundance of crops or hunger.

In the Judaic tradition mentioned above, the world also came into being from chaos. The Holy Spirit emerged from the vast primordial waters and within seven days created the respective elements of the Universe. Water also has special symbolic meaning for Arabs – mainly in connection with its power to wash away daily sins (therefore, every believer before starting prayers should wash his body to emphasize his purity and thus readiness for talking with God). The Koran clearly indicates that this element was regarded as a gift from God and at the same time the source of life.

Znaczenie wody w poszczególnych przekazach religijnych ujęte zostało dwójako. Z jednej strony jest to element niezbędny do życia, symbolizujący urodzaj czy obfitość w bogactwo (bursztyn, ryby), z drugiej to również, żywioł który niesie śmierć, topi, zalewa, niszczy. W tych kilku przytoczonych kosmogoniach widać jak istotnym dla ludzkości żywiołem jest woda, która jako byt współuczestniczy w dziele tworzenia i jest podstawą wszechrzeczy. Doskonałym obrazem tej idei jest chociażby jeden z wariantów mitu, w którym rzeka-ocean unosi dysk Ziemi (grecki Okeanos).

W szeroko pojętej kulturze, woda – przez swój dualizm – postrzegana była jako życiodajna moc, nieokiełznana siła twórcza, istota natury, co przekładało się na wszelkie zabiegi magiczne, np. związane z płodnością czy dobrobytem. W świadomości ludowej (choć nie tylko) woda wraz ze swoimi odniesieniami stała się symbolem kobiety. Dlatego bezdzietne pary często modliły się do rzek o potomstwo, inni z kolei czerpali z nich wodę o światcie, by upiec weselne pieczywo i tym samym zapewnić sobie obfitość wszelkich łask i darów. W hierarchii Słowian ten życiodajny żywioł uznawany był za najważniejszy. Stanowił również granicę między światami – tym doczesnym, i tym nieznanym, będącym krainą przodków. Według dawnych podań dusza ludzka w drodze do krainy umarłych musiała przejść przez rzekę zapomnienia, by wyzbyć się poprzedniego życia. Dlatego w chwili śmierci czy też pochówku rodzina zmarłego przetrzucała przez rzekę kładki dla odchodzącej duszy.



W przypadku plemion germańskich, praktykowane było wrzucanie ciał zmarłych do wód bagiennych. Jeszcze niedawno w Portugalii wzdłuż wybrzeża Walii i w okolicach Bretanii, istniało przekonanie, że ludzie przychodzą na świat podczas przypływu, a umierają wraz z odpływem. Powstanie tego przesądu przypisuje się Arystotelesowi, który twierdził że wszelka istota żyjąca może umrzeć tylko podczas odpływu.

Woda kołem się toczy

Wykorzystanie potencjału energii wodnej stało się kamieniem milowym w rozwoju cywilizacji, a przyczyniło się do tego koło wodne, które okazało się przełomowym wynalazkiem. Mechanizm koła wodnego, transportującego wodę między różnymi poziomami gruntu, umożliwiał nawadnianie obszarów pustynnych. Okolice niegdyś niezamieszkałe stawały się obszarami zasiedlanymi, na których możliwa była uprawa roślin. Z czasem wytworzoną energią zaczęto napędzać także urządzenia w tartakach czy kuźniach.

*Nimfa wodna na obrazie Henryka Siemiradzkiego z 1869 r.
A water nymph painted by Henryk Siemiradzki in 1869 (arch. Photofactory®)*

Water is of dual significance for respective religious traditions. On the one hand, it is an element necessary for life, symbolizing fertility or wealth (amber, fish). On the other hand, it is also an element bringing death, drowning, flooding and destroying things. The above-mentioned cosmogonies depict water as an element significant for mankind, co-participating in the work of creation and underlying all things. This idea is perfectly illustrated by one of the variants of this myth in which the disc of the Earth floats on the river-ocean (the Greek Oceanus).

In widely interpreted culture, water – thanks to its dual nature – was perceived as a life-giving force, unharnessed creative power, the essence of nature, which was translated into magic procedures, e.g. connected with fertility or welfare. In folk tradition (though not only), water and references to water denoted a female. Hence, childless couples often prayed for offspring to rivers. In turn, at dawn others drew water from the rivers to bake wedding bread and thus provide themselves with all graces and gifts. Slavs attached the highest importance to this life-giving element. It was also regarded as a boundary between the worlds – the earthly world and the unknown world – the land of the ancestors. According to ancient legends, a human soul on its way to the land of the dead had to cross the river of oblivion to get rid of its former life. Therefore, on the day of death or burial, the family of the deceased erected a footbridge across the river for the departing soul.

German tribes practised dumping corpses into swamps. Not very long ago, people living in Portugal, along the coast of Wales and near Brittany believed that humans were born during high tide and died during low tide. The origins of this superstition are ascribed to Aristotle who claimed that any living creature can die only during low tide.

The water wheel

Using the potential of hydropower became a milestone in the development of civilization thanks to a ground-breaking invention – the water wheel. The mechanism of the water wheel transporting water between different levels of the ground made it possible to irrigate deserts. The territories that were once uninhabited became settlement areas where crops could be grown. With time, the generated energy was used to drive equipment in saw mills or smithies.

Przed okresem rewolucji przemysłowej i zastosowaniem maszyn parowych to właśnie prosta konstrukcja koła wodnego pozwalała na wytworzenie energii czystej i ekologicznej, stabilnej, którą poprzez spiętrzanie wody można było magazynować.

Koła wodne były powszechnie stosowane już w starożytności, o czym świadczą odkrycia archeologiczne dokonane w Egipcie, Azji Mniejszej czy na terenie północnej Syrii. Co ciekawe, wynalazek ten pojawił się w wielu kręgach kulturowych, pod różną postacią, niemalże równolegle. Jak podają badacze, pierwsze koła wodne napędzane były siłą zewnętrzną, a zatem ręcznie bądź z wykorzystaniem kieratu zaprzęgniętego w ludzi lub w zwierzęta. Najwcześniejszą wzmiankę o tym urządzeniu można znaleźć już w paragrafach kodeksu starożytnego Babilonu, w których to czytamy, że wszelkie kradzieże kół wodnych używanych do nawadniania pól będą surowo karane. Dopiero Grecy około III wieku p.n.e. zaczęli wykorzystywać koło wodne (tzw. *norie*) zgodnie ze swą nazwą. Siłą napędzającą stał się zatem prąd wody. Od tego momentu możemy powiedzieć, że mamy do czynienia z prymitywną formą turbiny wodnej.

Before the period of the industrial revolution and the use of steam machinery, the simple design of the water wheel made it possible to generate clean, environment-friendly and stable power which could be stored by means of water damming.

Water wheels were in common use in ancient times, which is proved by archaeological discoveries in Egypt, Asia Minor and north Syria. Oddly enough, this invention appeared in many circles of culture in different forms almost in parallel. Researchers recount that the first water wheels were driven by an external force – manually or using a treadmill operated by people or animals. The earliest mention of this device could be found in the code of ancient Babylon in which we read that all thieves stealing water wheels used for field irrigation purposes would face severe punishment. Only the Greeks around the 3rd century BCE started using the water wheel (so-called *nor*) according to its name. Water current became the driving force. From that time we could say we were dealing with a primitive form of a water turbine.



*Koło wodne w miejscowości Hama (Syria) na rzece Orontes zbudowane w czasach rzymskich, przez setki lat nawadniało okoliczne pola uprawne
A water wheel in Hama (Syria) on the river Orontes built in Roman times was used for irrigating local crop fields for hundreds of years (arch. Photofactory®)*

Pierwsze, drewniane konstrukcje były dość proste o poziomej osi i pionowej płaszczyźnie obrotu. Używano ich głównie do nawodniania pól bądź osuszania kopalń. Łopatkki, za pośrednictwem których nurt wody wprawiał koło w ruch, były jednocześnie czerpakami. Unosiły wodę na wyższy poziom i wylewały ją do drewnianego koryta, a następnie do kanałów nawadniających. Zasada działania była zatem niezwykle prosta – obracające się koło, przekształcało energię wody w energię mechaniczną. Można zatem stwierdzić, że z tego okresu pochodzą pierwsze, prymitywne silniki wodne.

Znane są ponadto traktaty o hydraulice Filona z Bizancjum – *Mechanike syntaksis* (około III wiek p.n.e.), które opisywały bardziej złożone konstrukcje kół wodnych, napędzających przeróżne zabawki. Podobno Pliniusz miał w swoim ogrodzie organy hydrauliczne. Pisma Filona zawierają szczegółową instrukcję działania dwóch typów kół: podsiębiernego i nasiębiernego. Ze względu na swoją pierwotną budowę – pionową oś i poziomą płaszczyznę obrotu, cały obrót przekładał się bezpośrednio na obrót kamieni młyńskich.

Rozwój myśli inżynierskiej spowodował zastosowanie z czasem nowego rodzaju przekładni przyspieszającej obroty żaren. System ten opisywał chociażby grecki podróżnik Strabon w I wieku p.n.e., a nieco później rzymski inżynier Witruwiusz. Warto odnotować, że młyny przedstawione przez Witruwiusza w *De Architectura* nie różniły się pod względem parametrów technicznych od tych, mieszczących się przy średniowiecznych klasztorach. Rzymski architekt w swoim dziesięciotomowym dziele zaprezentował drewniane koła z zamocowanymi na obwodzie metalowymi wiadrkami lub drewnianymi rynkami, po których spływała woda. Drewniana zębataka umieszczana na końcu poziomej osi koła zaczepiała o koło trybowe osi pionowej, natomiast na górnym końcu osi, osadzony został kamień młyński, przymocowany metalowymi klamrami.

Urządzenia tego typu pojawiły się w Grecji, a następnie w Rzymie na przełomie 120-65 roku p.n.e., natomiast do Europy Północnej trafiły prawdopodobnie ze Wschodu, by w średniowieczu objąć całą Europę. O skali rozpowszechniania się wynalazku mogą świadczyć chociażby liczby – we Francji na początku XII wieku pracowało około 20 tys. młynów wodnych, pod koniec XIII wieku liczba ta została podwojona, zaś w XV stuleciu odnotowano aż 70 tys. takich instalacji.

Jak podają zapisy historyczne, pierwsze udostępnione wszystkim mieszkańcom młyny zbożowe powstały w Rzymie około 398 roku, zaś samo koło wodne z biegiem czasu zaczęto stosować jako napęd do innych narzędzi.

The first wooden structures were quite simple and had a horizontal axis and a vertical plane of rotation. They were mainly used for irrigating fields or drying mines. The vanes put into motion by water current were at the same time buckets. They lifted water to a higher level and poured it into a wooden trough from which it flowed into irrigation channels. The operating principle was very simple – the rotating wheel transformed water energy into mechanical energy. Thus, one can say that the first primitive water turbines date back to that time.

In addition, the famous treaties on hydraulics by Philo of Byzantium – *Mechanike syntaksis* (around the 3rd century BCE) described more complex designs of water wheels driving various toys. Reportedly, Pliny had a hydraulic organ in his garden). Philo's letters contained detailed instructions for operating two types of wheel: an undershot and overshot one. With regard to its original construction – a vertical axis and horizontal plane of rotation, the whole rotation was transferred directly onto millstones, making them turn.

With time, the development of engineering thought resulted in the use of a new type of transmission accelerating the rotation of the millstones. The system was described, among other authors, by a Greek traveller, Strabo, in the 1st century BCE and a little later by a Roman civil engineer, Vitruvius. It is worth noting that the mills presented by Vitruvius in *De Architectura* did not differ in terms of parameters from those built next to medieval monasteries. The Roman architect in his work comprising ten volumes presented wooden wheels with metal buckets or wooden chutes mounted on their circumference with water flowing down on them. A wooden gear at the end of the horizontal wheel axle caught the cog wheel of the vertical axle, while a millstone fastened with metal clamps was mounted on the top end of the axle.

Such devices appeared in Greece and then in Rome in 120-65 BCE, while they were brought to Northern Europe most likely from the East and in the Middle Ages became popular throughout Europe. The scale of propagation of the invention is evidenced, among other things, by numbers – in France at the beginning of the 12th century about 20 thousand water mills were in operation. At the end of the 13th century this number had doubled and in the 15th century as many as 70 thousand such installations were in use.

According to historical records, the first water mills made available to all inhabitants were set up in Rome around 398, whereas the water wheel alone was with time used as a drive for other tools.



Żarna składały się z dwóch kamieni, z których górny był ruchomy względem dolnego / Millstones were two stones: the upper (runner) stone was moving and the bottom one (bed) was fixed (arch. Photofactory®)



Kobieta przy żarnach na rysunku Jana Norblina z XVIII w. / A woman operating millstones drawn by Jan Norblin in the 18th century (arch. Photofactory®)

Od ziarenka do bochenka

Pojawienie się koła wodnego stało się przełomem, bowiem zastąpiło ono prymitywne żarna czy stępy poruszane siłą ludzkich mięśni. Początkowo młyny wodne – ze względu na duże koszty budowy i drogą eksploatację – wznoszono przy klasztorach, a w szeregach mnichów byli pierwsi konstruktorzy kół wodnych. To właśnie „inżynierom w habitach” Europa zawdzięcza wykorzystywanie na większą skalę siły spadku wody do napędu urządzeń w młynie.

Pierwsze młyny lokowano na obszarach górzystych, niewymagających specjalnych konstrukcji, gdyż wykorzystywano naturalne spadki wynikające z ukształtowania terenu. Chcąc zapewnić ciągłą pracę należało w pierwszej kolejności uzyskać odpowiednią prędkość przepływów wody. Niezbędna zatem była budowa instalacji hydrotechnicznych w postaci jazów czy zapór piętrzących. Trzeba było także odpowiednio przystosować koryto ciekłu, wzmocnić jego brzegi, zbudować groble oraz wykopać kanały doprowadzające wodę do koła wodnego. Długość kanałów osiągała niejednokrotnie kilkaset metrów, czasem nawet kilometrów. Ostatni odcinek woda pokonywała w specjalnym drewnianym korycie, które doprowadzało ją do koła, a następnie ciek wracał kolejnym kanałem do rzeki czy innego zbiornika wodnego. Tak obracająca się konstrukcja inżynierska – dzięki systemowi przekładni, pasów i kół – dostarczała energię całej gamie maszyn.

Woda, napędzająca młyny musiała mieć znaczny przepływ, choć okazuje się, że obiekty te wcale nie wymagały ich stosowania nad brzegiem rzeki. Zdarzały się konstrukcje, które stawiano pomiędzy dwiema tratwami zakotwiczonymi na rzekach spławnych, zwanymi bździelami czy pływakami. Ich położenie można było regulować za pomocą lin nawijanych na brzegu. Istniały również młyny „na wagach”, czyli stałe budowle umiejscowione na wbitych w dno rzeki palach połączonych z brzegiem drewnianym pomostem. Były to zazwyczaj konstrukcje drewniane, choć zdarzały się również obiekty z podmurówką. Natomiast młyny leżące w obrębie gospodarstwa klasztornego, posiadające nawet kilka kół wodnych, wykonywano z cegły. Istniała wówczas zasada, że jeden mechanizm napędowy – koło wodne, porusza jednym mechanizmem roboczym, czyli kamieniem młyńskim, stępą, czy innym urządzeniem. Jak podają źródła historyczne, we Francji w IV wieku istniał zespół młynów wyposażonych w 16 kół wodnych.

Główny budulec kół wodnych stanowiło drewno dębowe. Konstrukcje te mierzyły średnio od 50 do 100 cm, zaś ich średnica dochodziła nawet do 3m. W średniowieczu wykorzystywano w młynach, aż cztery rodzaje kół: poziome (tzw. młyn nordycki), podsiębierne (łopatkowe, walne), śródsiębierne i nasiębierne (korytkowe, korzeczne).

From grain to loaf

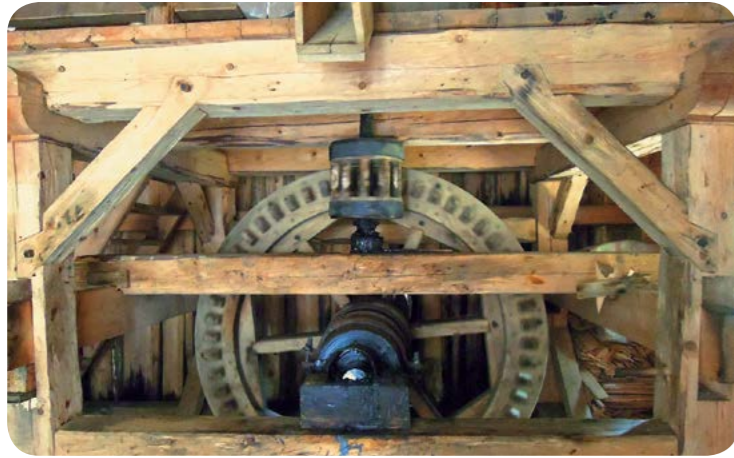
The emergence of the water wheel became a breakthrough since it replaced primitive millstones or mortar grinding machines operated by humans. Initially, water mills – due to the high costs of construction and expensive operation – were erected at monasteries and monks were the first designers of water wheels. The ‘engineers in habits’ are the ones to whom Europe owes using water fall force for driving the mill equipment on a larger scale.

The first mills were located in mountainous areas which did not require any special structures since natural downfalls of the terrain were utilized. In order to ensure the continuity of work, first adequate water flow should be maintained. Thus, it was necessary to build hydrotechnical units such as weirs or dams. Also, the bed of the watercourse had to be adapted properly, the banks had to be reinforced, dykes needed to be built and channels carrying water to the water wheel had to be dug. The channels were often several hundred metres and sometimes even a few kilometres long. Water flowed through the last section in a special wooden trough which carried it to the wheel, and was then recycled into the river or another water reservoir through another trough. Such a rotating engineering structure – thanks to a system of transmissions, belts and wheels – powered a whole range of machinery.

Water driving the mills needed a considerable flow rate although such structures did not have to be located on the bank of the river at all. Some structures were set up between two rafts anchored on navigable rivers called floaters. Their location could be adjusted by means of ropes wound on the shore. There were also mills ‘on scales’, that is, permanent structures set on piles driven into the bottom of the river and connected with the shore by

a wooden deck. They were mostly wooden structures although wall bases were also constructed. On the other hand, mills situated within the premises of the monastery, sometimes fitted with more than one water wheel, were built from brick. At that time there was a rule that a single driving mechanism – the water wheel – moved a single working mechanism, that is, the millstone, mortar grinding machine or another device. According to historical sources, in France in the 4th century there was a group of mills with 16 water wheels.

The water wheels were built mainly from oak timber. The structures were on average from 50 to 100 centimetres wide and had diameters of up to three metres. Medieval mills made use of four types of wheel: horizontal (so-called Nordic mill), undershot (with vanes), breastshot and overshot (flume) wheel.



Młyny wodne to obiekty, które budzą zachwyt ze względu na unikalną architekturę, bogatą historię i tradycję, a także urokliwe położenie
Watermills are structures admired with regard to their unique architecture, rich history and tradition as well as charming location (arch. Photofactory®)



Wnętrze młyna na zamku w Malborku / The interior of a mill at the castle in Malbork (arch. Photofactory®)

Wybór typu koła zawsze zależał od warunków lokalizacyjnych danego młyna i rodzaju cieku wodnego. Do najprostszych konstrukcji należało koło poziome, które nie wymagało przekładni, ponieważ połączone było z kamieniem młyńskim za pomocą sztywnej belki. Jak sama nazwa wskazuje, koło montowano poziomo, a strumień wody uderzał w łopatki i napędzał całe urządzenie.

Na obszarach o niewielkim nachyleniu stosowano koła podsiębierne, zwane również wałnymi, które nie wymagały większych prac inżynierskich. Obiekty tego typu były największe i osiągały średnicę trzech metrów. Wykorzystywały głównie energię kinetyczną wody przez montaż koła nad korytem rzeki. Nurt przepływającego cieku uderzał w łopatki zamocowane na obwodzie konstrukcji koła od spodu, wprawiając je w ruch obrotowy w kierunku przeciwnym do płynącej wody. Prędkość obrotu, a zatem i wydajność, w dużej mierze zależały od siły nurtu i poziomu rzeki. Wystarczyły wahania stanu wód bądź naturalny zator spowodowany np. gałęziami, by koło zostało zablokowane. Starano się zatem regulować bieg rzek – w najbliższych okolicach młyna pogłębiano koryto, umacniano brzegi, przesuwno główny nurt bądź tworzone tzw. młynówki, czyli sztuczne odnogi rzek, w których starano się utrzymywać stały poziom przepływu wody. Mimo licznych udoskonaleń wprowadzanych w XIX wieku, których celem było podniesienie wydajności tego modelu młyna, nie udało się uzyskać wysokiej efektywności zainstalowanych urządzeń.

Większych inwestycji i prac inżynierskich wymagały koła nasiębierne, czyli korzeczne, ale ich sprawność wynosiła zazwyczaj od 70 do nawet 80%. Wykorzystywały one głównie energię potencjalną, ponieważ poruszały się dzięki spiętrzanej wodzie doprowadzanej do korytek koła od góry, a zatem ruch obrotowy był zgodny z kierunkiem płynącej rzeki. Znaczenie odgrywał tu również oddziałujący prąd strumienia (energia kinetyczna). Dla inżynierów istotne stało się odpowiednie spiętrzenie spadającej wody (równie co najmniej wysokości samego koła), by posiadała ona większą energię. Z tego powodu, podczas budowy młynów nasiębiernych konstruowano szereg urządzeń dodatkowych i wybierano korzystne ukształtowanie terenu. Ciągły dopływ strumienia o określonej prędkości, wymagał stałego poziomu wody w stawie górnym, który był odpowiedzialny za jej spiętrzenie.

The wheel type was always selected depending on the location of the mill and the type of watercourse. The simplest structure was the horizontal wheel which did not require a transmission since it was connected with the millstone by a rigid beam. As the name itself suggests, the wheel was mounted horizontally and the stream of water hit the vanes and put the whole device in motion.

In relatively flat areas overshot wheels were used. They did not require major engineering works. Such structures were the largest ones and their diameters reached three metres. They mainly used the kinetic energy of water, which was accomplished by mounting the wheel over the river bed. The water current hit the vanes mounted on the circumference of the wheel structure from the bottom, thus setting them in rotary motion against the water flow. The speed of rotation, and thus the performance, was largely dependent on the river's current and water level. The wheel could be blocked by simple changes in the water level or a natural blockage caused, e.g. by tree branches. Thus, attempts were made to control the river flow – near the mill the river bed was dredged, the river banks were reinforced, the main current was shifted or artificial river branches were formed in order to maintain the water flow at a fixed level. Despite numerous improvements in the 19th century aiming to enhance the performance of this model of a mill, the efficiency of the devices installed was not high.

Overshot wheels required more investment and engineering works but their performance normally ranged between 70 and even 80%. They mainly used potential energy since they were set in motion by dammed water brought to the flumes of the wheel from the top so the wheel turned in the direction of the river flow. The current of the water stream was also significant (kinetic energy). Engineers found it important to ensure adequate damming of down flowing water (at least equal to the height of the wheel) so that it would generate more energy. Therefore, during the construction of overshot mills a number of additional equipment was built and suitable terrain was selected. A continuous stream flowing in at a specific rate required a fixed water level in the upper pond responsible for damming water.

Rozwiązaniem okazało się zastosowanie tzw. stawidła (jazu zastawkowego). Były to przesuwane w pionowych prowadnicach zastawy na śluzie, które podnoszono bądź opuszczano, używając do tego mechanizmu łańcuchowego lub poruszanej korbą przekładni zębatej. Spiętrzona woda spadała ze stawu górnego drewnianym kanałem roboczym (przypominającym korytko o niewielkim spadku, wsparte na słupach wbitych w podłoże) na koło i po wykonaniu obrotu spływała do zbiornika wodnego umiejscowionego poniżej młyna – tzw. stawu dolnego, gdzie wpływała do rzeki lub stawu hodowlanego.

Czwarty typ w postaci koła śródsiębiernego również wykorzystywał zarówno energię potencjalną, jak i kinetyczną, ponieważ woda uderzała w koło w połowie jego średnicy i tym samym zwiększała swą powierzchnię nacisku. Wydajność tych urządzeń była najwyższa i wynosiła 80%, ale stawiały one wysokie wymagania konstrukcyjne.

Niezbędne było bowiem odpowiednie spiętrzenie wody, tak by wpadała ona na

koło nieco powyżej punktu zamontowania, a zamiast łopat należało zamontować odpowiednie pojemniki na wodę. Konstrukcje te nadawały się do młynów usytuowanych przy strumieniach o stałym przepływie dużej objętości wody, dlatego rozpowszechniały się dopiero w XVIII wieku. Za twórcę tego rodzaju koła wodnego uznaje się angielskiego inżyniera budowlanego i konstruktora maszyn Johna Smeatona, który swym projektem przyczynił się do wynalezienia turbiny wodnej. Młyny i koła wodne, są znakomitymi zabytkami myśli technicznej, które w doskonały sposób przedstawiają rozwój inżynierii, a także ludzką umiejętność wykorzystywania potencjału leżącego w siłach natury.

Okazuje się, że te proste urządzenia napędowe – zaczynając od kół wodnych po bardziej skomplikowane koła korytowe – już w czasach średniowiecza osiągały moc około 3KM, a więc taką, jaką ma współczesna kosiarka do trawy. Do XVIII wieku wydajność tych konstrukcji niewiele się zwiększyła, bowiem uzależnione było to od stopnia spiętrzenia wody, a także wielkości samego koła.

W Polsce młyny pojawiły się w XII wieku w okresie rozkwitu gospodarki czynszowej, a ich schyłek przyszedł wraz z ekspansją XIX-wiecznej myśli technicznej. Według historyków najstarsza wzmianka o młynie wodnym pracującym na ziemiach polskich pochodzi z 1145 roku i dotyczy nadania książecego dla klasztoru w Trzemesznie, a kolejna dla klasztoru w Lubiążu w 1175 roku. Początkowo właścicielami młynów byli królowie, biskupi czy feudałowie. Konstrukcje wodne stawiane były najczęściej na terenach Pomorza, Wielkopolski, Śląska czy Małopolski, rzadziej na Kujawach i Mazowszu. W tym okresie istniały dwa przywileje, które wyraźnie wskazywały, że decyzja o budowie kolejnego młyna czy rozpoczęciu produkcji zależy od pana feudalnego. Istniał również obowiązek mielenia tylko

The use of a gate weir came as a solution. It comprised gates moving in vertical guides on the lock that could be lifted or lowered by means of a chain or a gear transmission operated with a winch. The dammed water fell down from the upper pond via a wooden work flume (resembling a trough with a small downfall, supported on piles driven into the soil) onto the wheel and flowed down to the water reservoir below the mill – so-called lower pond – from which it flowed into a river or a breeding pond.

The fourth type – the breastshot wheel – also made use of both potential and kinetic energy because water hit the wheel in the middle of its diameter and thus increased its pressure surface. Such devices were characterized by the highest efficiency, that is, 80%, but their design requirements were very high.

Adequate water damming was necessary to ensure that it reached the wheel a little above the mounting point and proper water vessels had

to be mounted in place of the vanes. The structures were suitable for mills situated by streams with a fixed flow of large volumes of water, therefore they only became popular in the 18th century. This type of water wheel is deemed to have been invented by an English civil engineer and machine designer, John Smeaton, whose water wheel design contributed to the later invention of a water turbine. Water mills and water wheels are excellent monuments of engineering thought that perfectly illustrate the development of engineering and the human ability to use the potential of the forces of nature. It turns out that these simple driving devices – starting

from water wheels to more complex flume wheels – as early as in the Middle Ages could develop about 3HP – comparable to the power of the present-day lawn mower. Until the 18th century the performance of those structures was not much better since it depended on the degree of water damming and on the size of the water wheel.

In Poland mills appeared in the 12th century in the period of feudal economy and their decline saw the expansion of the 19th-century engineering thought. According to historians, the mention of a water mill in Poland dates back to 1145 and refers to the duke's grant for the monastery in Trzemeszno, and another one for the monastery in Lubiąż in 1175. Initially, the owners of the mills were kings, bishops or liege lords. Water structures were most often erected in Pomerania, Greater Poland, Silesia or Lesser Poland – more rarely in Kuyavia and Mazovia. In that period two privileges clearly indicated that the decision to build another mill or start production was up to the liege lord. In addition, milling operations could be performed only in the place indicated by



Rysunek Napoleona Ordy przedstawia klasztor kanoników regularnych w Trzemesznie z XIX w. / The drawing by Napoleon Orda shows the 19th century Canons Regular monastery in Trzemeszno (arch. Photofactory®)

w wskazanym przez możnowładcę miejscu. Chłopi zatem byli przymuszani do korzystania z usług młyna należącego do właściciela ziem i tym samym zapewniali mu stałe dochody. Wszystkie te obostrzenia spowodowały, że fach ten stał się zawodem tylko dla wybranych, niezwykle cenionym i wręcz niezbędnym na terenach wiejskich. Z czasem młynarze zaczęli tworzyć zamknięty krąg, a rzemiosło stawało się dziedziczne, podobnie jak w przypadku innych profesji. Wśród rzemieślników, którzy trudnili się pracą w młynach, można było wówczas wyróżnić: najemnych, dziedzicznych i tzw. na miarze. Pracownicy najemni podpisywali umowę dzierżawy danego obiektu, a do ich obowiązków należała konserwacja i odpowiednia eksploatacja urządzeń. Dotyczyło to głównie młynów dworskich, z których cały dochód trafiał do rąk właściciela, zaś sam młynarz otrzymywał niewielką opłatę, najczęściej w postaci zboża. W XVII i XVIII wieku najliczniejszą grupę stanowili rzemieślnicy „na miarze”. Za swą pracę otrzymywali zapłatę w postaci zboża lub mąki, których określoną część – np. „trzęcinę” musieli oddać właścicielowi dzierżawy. Najwyżej w owej kacie sytuowali się młynarze dziedziczni, ponieważ uzyskanie prawa własności do młyna uzależnione było od jego wykupu od dotychczasowego właściciela lub nabycia go w postaci kontraktu uprawniającego do budowy młyna na określonej działce. Rzemieślnik posiadający własny młyn mógł zatem sam nim rozporządzać, aczkolwiek każda transakcja musiała zostać zatwierdzona przez pana feudalnego.

Młynarze byli darzeni ogromnym szacunkiem, choć posądzano ich także o kontakty z nieczystymi siłami, a nawet o posiadanie mocy nadprzyrodzonych. Według ludowych podań w pracach młynarzowi miał pomagać demon wodnik, któremu ofiary z prośbą o deszcz w przypadku suszy bądź zabezpieczenie pobliskich domostw przed powodzią. Wśród społeczności wiejskiej młynarze byli wysoko sytuowani dzięki stabilnej pracy. Na tle chłopów pańszczyźnianych wyróżniali się nie tylko swoim specyficznym strojem, ale i mową oraz umiejętnościami, bowiem łączyli w sobie wiedzę: handlową, księgową, techniczną i rolniczą z praktycznymi zdolnościami: ciesielstwem, bednarstwem, budownictwem czy mechaniką. Można zatem powiedzieć, że byli to ludzie wszechstronnie uzdolnieni i obcy w świecie, choć często oskarżani o nieuczciwość czy skąpstwo.

Woda – surowiec energetyczny

XIX wiek przyniósł wielki rozwój myśli inżynierskiej, związany głównie z postępowaniem techniki, w tym rozpowszechnianiem się silników wodnych. W 1827 roku francuski inżynier Benoît Fourneyron uruchomił pierwszą turbinę reakcyjną, której powstanie zawdzięczamy pracom Bernoulliego czy wczesnym doświadczeniom J. Segmera i D. Bourdina. Wielu badaczy podkreśla, że duży wpływ na powstanie turbiny, która osiągała wydajność na poziomie 80%, miała podstawowa teoria działania turbiny Eulera z 1754 roku.

a magnate. Therefore, peasants were forced to use the services of a mill owned by the land owner and thus provided him with regular income. All those restrictions made the miller a profession for the chosen – very prestigious and indispensable in a rural area. With time millers formed a closed circle and crafts became a hereditary occupation similar to other professions. Craftsmen working in the mills could be: hired workers, legacy workers and workers paid in kind. Hired workers signed a contract of lease of the mill and they were required to maintain and properly use the equipment. It mainly referred to manor mills from which the whole income was handed over to the owner and the miller himself received a small payment, most often in the form of grain. The most numerous group of craftsmen in the 18th and 19th century were workers paid in kind. In consideration for their services they received grain or flour and had to give a specified part of this in-kind payment to the lease owner. Legacy millers had the highest rank in that group since the title of ownership of the mill depended on whether it was bought out from the previous owner or purchased under a contract providing for the right to erect a mill on a specific plot of land. Hence, the craftsman having his own mill could manage it on his own but every transaction had to be approved by the liege lord.



Praca młynarza (rekonstrukcja) / Miller's work (reconstruction) (arch. Photofactory®)

Millers were highly respected although sometimes they were accused of relations with evil forces and even of having superpowers. According to folk legends, a demon called aquarius was the millers' helper. Still at the beginning of the 20th century sacrifices were made to ask for rainfall in dry times or to protect local households from flooding. Thanks to their stable work position millers were better off in the rural community. They were distinct from villeins (peasants) not only in connection with their peculiar clothes but also the way of speaking their skills since they combined: commercial, accounting, technical and agricultural knowledge with practical skills: carpentry, cooperate, building or mechanical works. Thus, it can be said that they were comprehensively talented and sophisticated although they were often accused of being dishonest or mean.

Water – an energy resource

The 19th century brought intensive development of engineering thought, mainly in connection with the progress of technology, including the propagation of water turbines. In 1827 the French engineer, Benoît Fourneyron, put into operation the first reaction turbine. Its construction is the result of Bernoullie's work or early experiments by Segmer and Bourdin. Many researchers emphasize that Euler's underlying operating principle of a turbine of 1754 contributed to a large extent to achieving the capacity of 80%.

Przełomem okazało się wynalezienie turbiny o przepływie osiowo-promieniowym przez Jamesa Francisa w 1848 roku. W dużej mierze Amerykanin bazował na pomysłach swych poprzedników, ale to właśnie jego projekt osiągał 90% sprawności. W turbinie wodnej z punktu widzenia kinematyki przepływu, odwrócone zostało działanie pompy odśrodkowej. Woda ze zbiornika głównego przepływała przez łopatki kierownicze i uzyskując dość znaczne przyspieszenie, zasilala wirnik roboczy. Po przepłynięciu między łopatkami, woda z dużą prędkością opuszczała wirnik i wypływała do rury ssawnej. Temu działaniu towarzyszyła reakcja hydrodynamiczna, która wprowadzała wirnik w ruch w kierunku przeciwnym do wylotu wody.

Krokiem milowym dla energetyki „białego węgla”, było wynalezienie kolejnego rodzaju turbiny, tzw. akcyjnej. W 1840 roku Lester Allen Pelton pracując na „kole natryskowym”, zaproponował rozwiązanie, w którym to łopatki zostały ustawione pod kątem 90° do strumienia wody. W swojej turbinie Amerykanin, dla zwiększenia sprawności, zastosował odpowiednio wyprofilowane łopatki, które swoim kształtem przypominały dwie połączone czarki, na które strumień wody łagodniej zmieniał kierunek.

Istotne znaczenie na obecny kształt hydroenergetyki miał również fakt opracowania w 1921 roku nowego typu turbiny, tzw. śmigłowej. Austriacki inżynier opracował początkowo wirnik śmigłowy, następnie wirnik z łopatkami o regulowanym kącie ustawienia, gdzie łopatki swym kształtem przypominały śruby okrętowe. Pomysł ten pozwalał w czasie pracy zmieniać kąt nachylenia łopat, co w efekcie pozwalało regulować moc i zwiększać sprawność silnika. Na rozwój turbin wodnych, bezsprzecznie wpływ miało sprzężenie ich z generatorami prądu, co następnie pozwoliło przesyłać energię elektryczną na znaczne odległości. Pierwszą tego rodzaju elektrownią, która poskromiła wodę, utworzono na rzece Fox w Appleton w Stanach Zjednoczonych w 1882 roku. Inwestycja pozwalała zaspokoić potrzeby energetyczne fabryce papieru. Warto napomknąć, że tę pierwszą elektrownię wodną otworzono dwa lata po spektakularnej prezentacji Thomasa Edisona, na której to po raz pierwszy zademonstrowano szerokiej publiczności wytwarzanie światła elektrycznego. Popularność elektrowni wodnych rosła z roku na rok, by w 1886 roku na terenie Stanów Zjednoczonych i Kanady zarejestrować 45 obiektów. Już trzy lata później, tylko na obszarze Stanów Zjednoczonych, funkcjonowało 200 elektrowni.

Na ziemiach polskich pierwszą wodną elektrownię utworzono w 1896 roku w Soszyczach na rzece Słupi, a wyposażona była w turbinę Francisa o mocy 250 kW. Przed II wojną światową, w 1923 roku, na Pomorzu w Gródku uruchomiono największą hydroelektrownię w Polsce, która wówczas osiągała moc 4 MW i zasilala energią elektryczną Gdynię. W latach 30. XX wieku utworzono jeszcze kilka większych elektrowni, w tym na Dunajcu, Sole i Sanie. Po ustaniu wojennej zawieruchy, w wyniku zmian terytorialnych, Polska zyskała kilkanaście elektrowni, w tym między innymi w Pilchowicach i Dychowie. Najwięcej inwestycji poczyniono w latach 60. ubiegłego wieku, kiedy uruchomiono kilka dużych elektrowni: Koronowo, Dębe, Solina-Myczkowce, Tresna, Żydowo oraz Elektrownię Wodną we Włocławku.

Do największych inwestycji w „biały węgiel” w minionych latach należy zaliczyć elektrownie Żarnowiec, Niedzica oraz Porąbka-Żar.

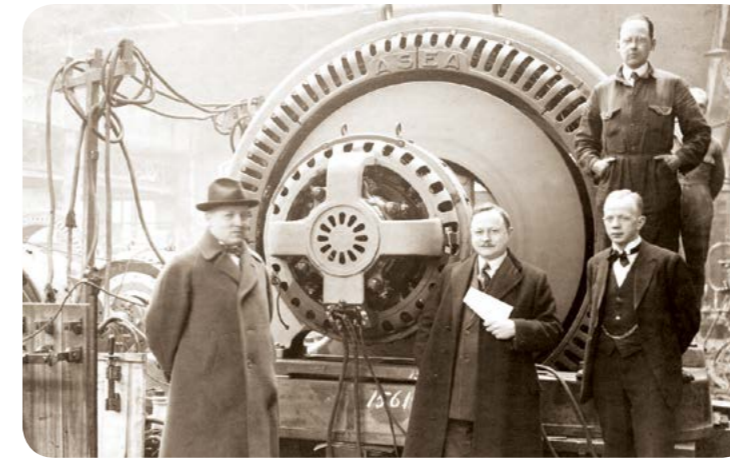
In 1848 the axial-radial flow turbine, designed by James Francis, turned out to be a ground-breaking invention. The American inventor largely employed the ideas of his predecessors but it was his design that achieved 90% capacity. From the point of view of the flow kinematics in the water turbine the operation of the centrifugal pump is reversed. Water from the main reservoir was flowing through the vanes and, gaining quite a considerable speed, it supplied power to the working rotor. Having flowed between the vanes, the water left the rotor at high speed and entered the suction pipe. It was accompanied by a hydrodynamic reaction which set the rotor in motion against the water outlet.

The invention of another type of turbine, the so-called impulse turbine, was another milestone for the ‘white coal’ energy industry. In 1840 Lester Allen Pelton working with a ‘spray wheel’ put forward a new solution in which the vanes were set at an angle of 90 degrees to the water stream. To increase the capacity of his turbine, the American inventor made use of properly profiled vanes which resembled two connected cups on which the water stream changed its direction more gently.

The development of a new type of turbine – the so-called propeller turbine – in 1921 made a significant contribution to the present shape of hydropower engineering. Initially, the Austrian engineer designed a propeller engine, then a rotor with adjustable vanes resembling marine propellers. The idea made it possible to change the angle of inclination of the vanes in operation and, as a result, the power of the engine could be controlled and its efficiency could be increased. Undeniably, the development of water turbines was influenced by engaging them with current generators, which made it possible to transmit electricity considerable distances. The first such power plant to tame water was built on the River Fox in Appleton, in the United States of America, in 1882. The investment satisfied the energy requirement of a paper mill. It is worth mentioning that the first hydroelectric power plant was put into service two years after the spectacular presentation by Thomas Edison where a wide audience could see for the first time how electric light was produced. The popularity of hydroelectric power plants increased year on year. In 1886 as many as 45 such facilities were registered in the United States and Canada. In 1889 the number of power plants in the USA reached about 200.

The first hydroelectric power plant in Poland was built in 1896 in Soszyczce on the river Słupia. It was equipped with a 250 kW Francis turbine. Before World War II, in 1923, in Gródek in the region of Pomerania, the largest hydroelectric power plant in Poland was put into operation. At that time it generated 4 MW of power and supplied electricity to Gdynia. In the thirties a number of larger power plants were built, including plants on the rivers Dunajec, Soła and San. When the turmoil of war came to an end, as a result of territorial changes Poland acquired a dozen or so power plants, including those in Pilchowice and Dychów. Most of the investments were implemented in the 1960s when a number of large power plants were put into service, e.g. in Koronowo, Myczkowice, Dąb, Solina, Tresna, Żydów and Włocławek.

The largest ‘white coal’ investments in the past years include hydroelectric power plants in Żarnowiec, Niedzica and Porąbka-Żar.



Odbiór z fabryki ASEA w Szwecji prądnicy dla elektrowni Gródek przez A. Hoffmanna
Pick-up of a current generator for the power plant in Gródek from ASEA factory in Sweden
(arch. Photofactory®)



Pracownicy Pomorskiej Elektrowni Krajowej „Gródek” SA zbudowanej i kierowanej przez A. Hoffmanna, maj 1937 r. / Workers of the Pomeranian National Power Plant “Gródek” SA in May 1937 (arch. Photofactory®)



Fragment śluzy służącej do spuszczenia wody z jeziora Mead, budowa zapory Hoovera 1935 r.
A fragment of the sluice on Lake Mead, construction of the Hoover Dam, 1935 (arch. Photofactory®)



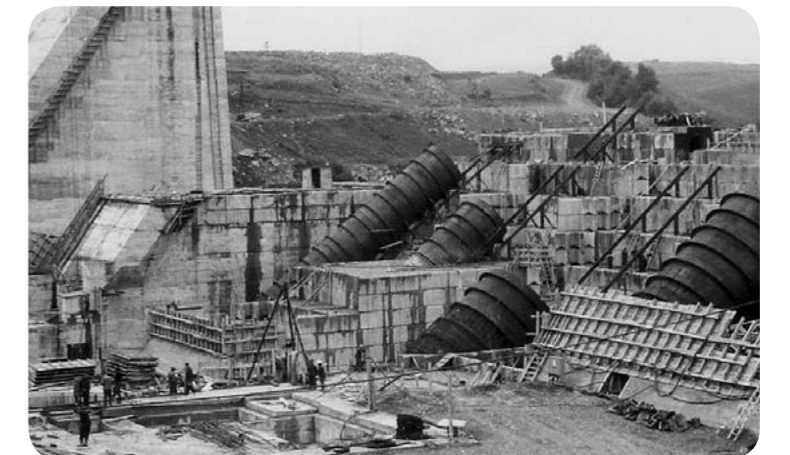
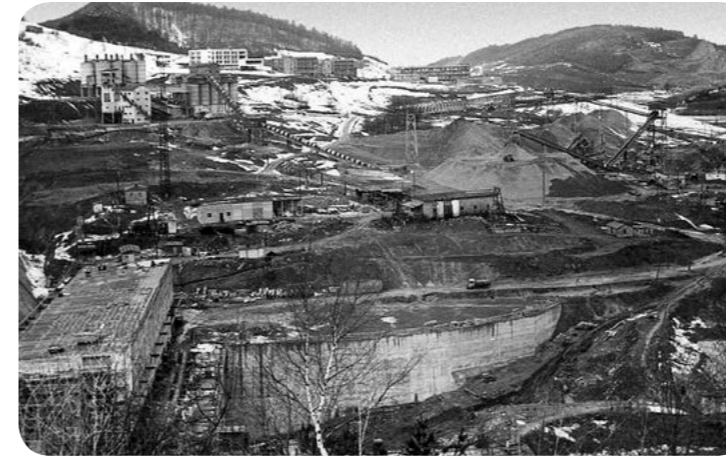
Transport elementów turbin do elektrowni wodnej (po lewej), fragment silnika opracowanego przez Jamesa Francisa (po prawej)
Transportation of turbine elements to a hydroelectric power plant (on the left), a fragment of the engine designed by James Francis (on the right) (arch. Photofactory®)



Druga co do wielkości elektrownia szczytowo-pompowa w Polsce – Elektrownia Wodna Porąbka
Second largest pumped-storage plant in Poland – Hydroelectric Power Plant Porąbka (arch. Photofactory®)



Elektrownia Wodna Leśna – najstarsza i zarazem pierwsza elektrownia zawodowa w Polsce
Hydroelectric Power Plant Leśna – the oldest and at the same time the first commercial power plant in Poland (Tauron Ekogenergia)



Elektrownia wodna na zaporze w Solinie jest jedną z dwóch elektrowni wchodzących w skład Zespołu Elektrowni Wodnych Solina-Myczkówce S.A.
Hydroelectric power plant on the dam in Solina is one of the two plants forming part of the Group of Hydroelectric Power Plants Solina-Myczkówce S.A. (arch. Photofactory®)

Rozdział
4



NATURA ŻYWIOŁÓW
POWIETRZE
Elements of nature
AIR



Pan wietrznego podmuchu

Lord of the Wind

W mentalności ludów pierwotnych wiatr postrzegany był, jako ożywcze tchnienie, dusza oraz siły kosmiczne, które przywracają do życia. W pradawnych wierzeniach symbolizował także niewidzialną i niezrozumiałą, wręcz demoniczną potęgę. W kosmogonii wiatr należał do czterech żywiołów, i wraz z ogniem utożsamiany był z tym co, ruchliwe i aktywne, posiadające męski pierwiastek. W wielu kręgach kulturowych powietrze uznano ponadto za żywioł pierwotny, który wystarczyło tylko sprężyć, by otrzymać ciepło, ogień, a zatem i życie.

Primordial people saw wind as an invigorating breath, the soul and cosmic forces bringing the world back to life. According to ancient beliefs it also symbolized an invisible and incomprehensible, even demonic power. Cosmology classified wind as one of the four elements. Together with fire, it was identified with motion and activity, a masculine element. Many circles of culture considered air to be a primordial element that when compressed produced heat, fire, so it could bring life.

Już w czasach pradawnych wiatr stał się odczuwalnym symbolem życia i uniwersalną siłą napędową. W mitologii hinduskiej ten życiodajny aczkolwiek kapryśny żywioł uosabiał bóg Waju. Według wierzeń posiadał on moc obdarzania życiem dowolnego przedmiotu. Waju przedstawiany był zazwyczaj na gazeli, a w jego ręku trzepotała wielka chorągiew bądź kołysał się wachlarz, który do dziś postrzegany jest jako atrybut ruchu i powietrza.

W panteonie bóstw sumeryjskich niezwykle ważną postacią był Enlil – Pan wietrznego podmuchu, który uosabiał trzecią podstawową siłę w kosmosie – powietrze. Egipcjanie, zaś z życiodajnym tchnieniem utożsamiali boga – Amona boga płodności, obfitości, urodzaju, którego przedstawiali zazwyczaj jako króla w koronie z dwoma piórami. Czasem – by podkreślić znaczenie tego bóstwa, jego skórze nadawano niebieski odcień, symbolizujący niebo i nieśmiertelność.

Starożytni Grecy, animizując uniwersum utożsamili wiatr ze stronami świata. Rozróżniali także wyższe, świecące rejony powietrza – *aither eter* i niższe – *air*.

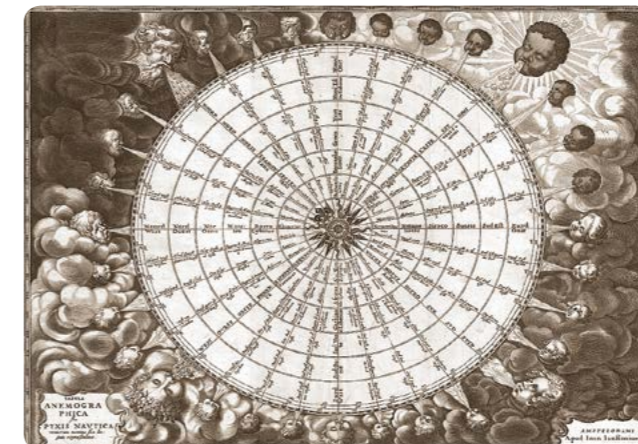
Pierwszy z tych elementów z czasem zaczęto przedstawiać jako pierwiastkowy ogień, od którego swój początek wzięło słońce i gwiazdy. *Aither eter* stał się także w mitologii Greków siedzibą bogów. Według greckich wierzeń wiatrem zachodnim był Zefir, który jako delikatny, łagodny powiew zwiastował nadejście wiosny. Apeliotes symbolizował zaś podmuch ze wschodu, który przynosił burzę. Boreasz „szumiący” – uosabiając wiatr północny, był niebezpieczny dla żeglarzy za sprawą swego burzliwego charakteru i przenikliwego chłodu. Ostatni z nich – Notos przypisany został do południowej części świata i symbolizował wilgotny, letni podmuch. Potomkowie Homera wierzyli także, że bóstwem odpowiedzialnym za ruchy powietrza był nie tylko Hermes, ale i Eol, mityczny władca wiatru. To właśnie on w głębi jaskini więził ten żywioł i wypuszczał go bardzo ostrożnie, nie chcąc wyrządzić szkody urodzajowi. Dzięki przychylności Eola wór, w którym zostały zamknięte wszelkie niepomysłne wichry otrzymał Odyszeusz. Niestety, załoga jego statku niepotrafiąca powstrzymać swej ciekawości, otworzyła tobolek i wypuściła z wnętrza wiatry, co spowodowało oddalenie się łodzi od widocznych już na horyzoncie brzegów Itaki.

Already in ancient times wind was a perceptible symbol of life and a universal driving force. In Hindu mythology the personification of this life-giving although whimsical element was Vāyu. He was believed to have the power of giving life to any object. Vāyu was usually depicted as mounting a gazelle, holding a large banner or a fan which to this day has been perceived as an attribute of movement and air.

A very important figure in the pantheon of Sumerian deities was Enlil – the ‘Lord of the Wind’ who was a personification of the third underlying force in the universe – air. On the other hand, Egyptians identified life-giving wind with Amun – the god of fertility, opulence, and harvest who was normally presented as a king wearing a crown with two feathers. Sometimes – in order to emphasize the significance of this deity – his skin was painted blue, which symbolized the sky and immortality.

Ancient Greeks, personifying the universe identified the wind with directions of the world. They also distinguished between higher regions of air – aether and lower – air. With time the first of these elements was represented as the elemental fire that gave rise to the sun and the stars. In Greek mythology the aether was also the seat of the gods. According to Greek beliefs, Zephyrus was the west wind and its gentle, mild breeze was a sign of the coming spring. On the other hand, Apheliotes symbolized the east wind bringing storm. Boreas – a personification of the north wind, was dangerous to sailors in connection with its turbulent nature and penetrating coldness. The last of them – Notos was associated

with the southern part of the world and symbolized a humid summer breeze. The descendants of Homer also believed that the deity responsible for air movement was not only Hermes but also Aeolus – the mythical ruler of the winds. He kept the wind deep in a cave and let it out very carefully, taking care not to cause detriment to the harvest. Aeolus closed all the adverse winds in a sack and gave it to Odysseus. Unfortunately, the ship's crew was not able to control their curiosity, so they opened the sack and let the winds out, so the boats sailed away from the shore of Ithaca that they could already see on the horizon.



Róża wiatrów – rycina z 1650 r. / Wind rose – a drawing of 1650 (arch. Photofactory®)



Zewnętrzne profile wieży wiatrów na rycinie Jamesa Stuarta z 1762 r., przedstawiają greckie bóstwa wiatrów, od lewej: Notos, Euros i Apeliotes
The outer profiles of the wind tower as drawn by James Stuart in 1762 present Greek wind deities, from the left: Notos, Eurus and Apheliotes (arch. Photofactory®)

W tradycji judeochrześcijańskiej w podmuchu powietrza widziano boską epifanię. W mitologii skandynawskiej istniał natomiast kowal Welanda, który posiadał moc pętania wiatru. Wśród ludów germańskich, nie znających prawdziwych przyczyn powstawania tego zjawiska, Welanda uznawany był za istotę boską, której należało składać ofiary. Z czasem w nordyckich wierzeniach moce burz i wichrów zaczęły dzierżyć Wodan – Odyn. W tradycji perskiego mazdaizmu głównym zadaniem tego żywiołu było podtrzymywanie Wszechświata, a także regulowanie jego równowagi moralnej i fizycznej. W religii mużułmańskiej wiatr natomiast unosił trzepotem skrzydeł tron samego Allacha.

„Nie ma ust – a dmucha, nie ma skrzydeł – a leci...”

W podaniach ludowych silnie zakorzeniona została wiara w potężną, wręcz transcendentną moc natury, jako *sacrum*. Wiatr, był zatem utożsamiany z lotnym elementem, natchnieniem, środowiskiem przepelnionym światłem, głosem i zapachem czy spoiwem między niebem, a ziemią. Żywioł ten potrafił być postrzegany zarówno jako sprzymierzeniec, jak i wróg – podobną ambiwalencję można dostrzec w stosunku do pozostałych sił natury. Czasem opisywano go jako orzeźwiająca moc morskiej bryzy, która przynosiła ukojenie w upalne dni, czasem zaś jako niszczycielską trąbę powietrzną trującą wszystko na swej drodze.



Skala Beauforta to empiryczny pomiar siły wiatru, na podstawie obserwacji morza / Beaufort's scale is an empirical measurement of wind force based on observations of the sea (arch. Photofactory®)

Wiatr to nic innego jak ruch powietrza, masa, która otacza Ziemię, miejsce w którym gromadzi się życiodajny dla nas ludzi tlen. Ten niezbędny składnik przyrody w podaniach ludowych przybierał często – ze względu na fakt, że żywioł ten jest niewidzialny – postać diabolicznej mocy, nieprzychylniej każdej istocie

stworzonej przez Boga. W ten sposób próbowano wytłumaczyć wszelkie zniszczenia i szkody, które wyrządzał nagły podmuch wicheru. Żywioł ten łączono również z samobójstwem przez powieszenie. Ludowe mity przekazywały bowiem, że człowiek targający się na własne życie był natychmiast porwany przez siły nieczyste do zakątków piekielnych. Wówczas też pojawił się jako efekt hulaszczyczych tańców diabła z duszą. Przenikliwe odgłosy towarzyszące ruchom powietrza utożsamiano ponadto z jękami i zawodzeniem osób tragicznie zmarłych, którzy zostali pochowani w nieodpowiedni sposób. Wijący się i świszczący wiatr miał zatem przypominać osobom żyjącym o zmarłych. Były to, według podań jednocześnie prośby o modlitwę, pamięć i współczucie. W kulturze ludowej istniał również pogląd, że dźwięki dobiegające z pieca w domu, świadczyły o cierpieniach duszy jakiegos krewniaka. Na ziemiach polskich wierono także, że wiatr jest główną przyczyną wszystkich chorób, w tym obłądzenia, owiania, paraliżu, a nawet źródłem wysypki. Ruch wirowy mas powietrza przywoływał Słowianom na myśl zawroty głowy, odejście od zmysłów czy opuchliznę.

Judeo-Christians saw wind as a divine epiphany. On the other hand, in Scandinavian mythology Wayland the Smith had a wind catching power. Germanic people who were not familiar with the actual reasons for this phenomenon considered Wayland a divine entity to which sacrifices had to be made. With time, Nordic mythology started associating the power over storms and winds with Wöden – Odin. According to the tradition of Persian Mazdaism, the main task of this element was to maintain the Universe and control its moral and physical balance. In the Muslim religion, the wind was the force lifting Allah's throne up.

“No mouth – but it can blow, no wings – but it can fly...”

Folk legends reflect a strong belief in the powerful, almost transcendental force of nature as a *sacrum*. Thus, the wind was identified with a volatile element, inspiration, an environment full of light, voice and smell or an element binding the sky and the earth. This element was perceived as both an ally and an enemy – similar ambivalence could be observed in relation to other forces of nature. Sometimes it was described as a refreshing sea breeze bringing relief on hot summer days and sometimes as a destructive whirlwind that ruined everything that entered its path.

Wind is just a movement of air, a mass surrounding the Earth, the place in which oxygen giving life to humans is accumulated. This indispensable natural component in folk legends – due to the fact that it is invisible – was often depicted as a diabolic power, unfriendly to any God's creature. This was the explanation given to all damage and losses caused by a sudden blow of wind. This element was also associated with suicide by hanging. According to folk legends, a person committing suicide was immediately captured by evil forces and carried away to hell. At that time the wind was believed to be the result of wild dancing of the devil with the soul. High-pitched sounds accompanying air movements were identified with the moaning and groaning of people who died in tragic circumstances and were buried improperly. Thus, a wavy and whistling wind was to remind the living about the dead. At the same time, it was associated with requests for prayer, memory and compassion. According to folk culture, the sounds coming out from a home furnace were evidence that the soul of a deceased relative was suffering. In Poland it was also believed that the wind was the main reason for all diseases, including insanity, cold, paralysis and even the source of rash. Slavs associated the whirling of air masses with vertigo, insanity or swelling.

explanation given to all damage and losses caused by a sudden blow of wind. This element was also associated with suicide by hanging. According to folk legends, a person committing suicide was immediately captured by evil forces and carried away to hell. At that time the wind was believed to be the result of wild dancing of the devil with the soul. High-pitched sounds accompanying air movements were identified with the moaning and groaning of people who died in tragic circumstances and were buried improperly. Thus, a wavy and whistling wind was to remind the living about the dead. At the same time, it was associated with requests for prayer, memory and compassion. According to folk culture, the sounds coming out from a home furnace were evidence that the soul of a deceased relative was suffering. In Poland it was also believed that the wind was the main reason for all diseases, including insanity, cold, paralysis and even the source of rash. Slavs associated the whirling of air masses with vertigo, insanity or swelling.



Starożytna chińska grafika przedstawia tradycyjny festiwal latawców / Ancient Chinese prints present the traditional kite festival (arch. Photofactory®)



W Japonii latawiec jest ukochaną zabawką i ważnym symbolem narodowym / In Japan a kite is a favourite toy and an important national symbol (arch. Photofactory®)

Zaprzęgając wiatr

Ruch powietrza od wieków był wykorzystywany jako źródło energii do mielenia zboża w młynach, pompowania wody i nawadniania pól uprawnych. Jednym z najstarszych sposobów podporządkowania siły wiatru woli ludzkiej były łodzie żaglowe, które pojawiły się na wodach starożytnego Nilu w czwartym tysiącleciu przed Chrystusem. Podwładni faraonów wyposażyli swoje statki w czworokątne żagle, które przy pomyślnych północnych podmuchach pozwalały płynąć w górę rzeki. Egipcjanie wykorzystywali w tym celu najprostsze ożaglowanie rejowe. Żagiel rozpinany był pomiędzy dwoma poziomymi drzewcami umieszczonymi na maszcie statku. W ten sposób energia wiatru napędzała łodzie i pozwalała na szybszy transport, aniżeli przy pomocy wiosel. Dzięki temu wynalazkowi w następnym tysiącleciu Egipcjanie zaczęli zapuszczać się swymi żaglowcami na wschód, wzdłuż wybrzeży Morza Śródziemnego po słynne cedry libańskie, których pnie zachowały się w piramidzie faraona Snefru, w miejscowości Dahszur.

Omawiając potencjał powietrza, warto wspomnieć o latawcu. Według legendy jego wynalezienie zawdzięczamy rolnikowi z Chin, który – chcąc uniknąć porwania kapelusza przez wiatr – przywiązał go linką. Inne źródła wskazują, że latawiec powstał na placu boju, około 2000 roku przed Chrystusem, kiedy Han Hsin z dynastii Han, wzniósł go w powietrze, chcąc określić odległość, jaką muszą pokonać jego oddziały, by dotrzeć do murów miasta. Od tego czasu proste konstrukcje, składające się z czterech listew i pokryte tkaniną, zaczęto używać podczas walk do przekazywania dowodom krótkich wiadomości, a wszystko to za pomocą szyfru – koloru, kształtu, a nawet ruchu latawca.



Replika egipskiej łodzi trzciniowej / A replica of an Egyptian reed boat (arch. Photofactory®)

Harnessing the wind

For centuries the movement of air masses has been used as the source of energy to mill grains, pump water and irrigate fields. One of the oldest methods used by people to control the power of the wind was sail boats that appeared on the waters of the ancient Nile in the fourth millennium before Christ. The subordinates of the pharaohs equipped their ships with tetragonal sails that, when favourable northern winds blew, could sail upstream. To this end, Egyptians used the simplest square rigs. The sail was spread between two horizontal spars on the ship's mast. In this way wind power drove the boats and allowed faster transport than by rowing. Thanks to this invention in the following millennium Egyptians started sailing to the east along the coast of the Mediterranean Sea until they reached the famous Lebanon cedar forests. The trunks of those trees have been preserved in the pyramid of the pharaoh Snefru in Dahshur.

Talking about the potential of air, it is worth mentioning kites. According to a legend, kites were invented by a Chinese farmer who, wanting to avoid his hat being carried away by the wind, tied it by means of a rope. Other sources indicate that the kite was invented in the battle field around 2000 years before Christ when Han Xin of the Han dynasty, lifted it into the air to determine the distance to be travelled by his army to reach the city walls. From that time simple structures made of four slats covered with fabric were used in battle to transmit short messages to the commanders using a code – the colour, shape and movement of the kite.

Z czasem wynalazek ten zawędrował wraz z kupcami i żeglarzami do Korei, Japonii oraz na Archipeląg Malajski. W Kraju Kwitnącej Wiśni latawcowi przypisano kolejne funkcje. Jedną z nich było chociażby symboliczne odganianie złych duchów. Na Stary Kontynent ta latająca konstrukcja trafiła prawdopodobnie za sprawą Marco Polo około XIII wieku, a jej zastosowanie było przeróżne w zależności od potrzeb – od przekazywania prostych informacji, po narzędzie badawcze.

Niezwykle ważnym dla rozwoju ludzkości wynalazkiem, który pozwolił człowiekowi ujarzmić naturę wiatru, okazał się wiatrak. Energia wiatrowa była zatem najwcześniejszą eksploatowaną energią odnawialną. Mistrzami w kontrolowaniu wiatru okazali się mieszkańcy Seistanu, którzy, jak podaje w swoich pismach z X wieku arabski geograf Al-Istachriego, pierwsi skonstruowali młyny z kołami obracanymi przez masy powietrza. W porównaniu do europejskich budowli, wiatraki te miały pionową oś obrotu i swoją konstrukcją przypominały drzwi obrotowe. Archeolodzy, tworzący rekonstrukcje dawnych wynalazków wskazują, że z wału, na końcu którego przymocowany był ruchomy kamień młyński, rozchodziło się promieniście od 6 do nawet 12 płóciennych skrzydeł. By konstrukcja działała bez zarzutu należało jedną stronę młyna osłonić murem i tym samym zapewnić ruch powietrza tylko z jednego kierunku. Wkrótce pojawiły się modyfikacje technologiczne, które nie wymagały pracochłonnego przestawiania muru. Według zapisu Al-Dimashkiego z przełomu XIII-XIV wieku mieszkańcy Seistanu wzniesli budowlę (o wysokości minaretu) składającą się z dwóch części umieszczonych jedna na drugiej. W górnej części mieścił się młyn, zaś w dolnej usytuowano urządzenie napędzane siłą wiatru. Obracające się mechanizmy poruszały również żarna znajdujące się na górze, a cała konstrukcja funkcjonowała niezależnie od kierunku wiatru. Rozwiązanie takie osiągnięto za sprawą czterech specjalnych otworów wykonanych w młynie, które z zewnątrz były szersze, by wiatr mógł docierać swobodnie do środka. Podmuch wpadał do młyna przez jedną ze szczelin, gdzie – w zależności od kierunku do którego wiał – na swej drodze napotykał maszynę z obitymi w płótno żebrami, które pod wpływem swego naporu wprawiał w ruch. Maszyna uruchamiała natomiast kamienie młyńskie na górze, które miały ziarno.

Naukowcy wskazują, że nieprzypadkowo właśnie na tych terenach wynaleziono wiatraki. Ludność zamieszkująca te ziemie została zmobilizowana do tego brakiem rzek czy strumieni, które napędzałyby młyny wodne. Istnieją teorie, że do odkrycia wiatraków przyczyniły się koła wodne o poziomej osi obrotu rozpowszechnione na terenach górzystych. Inspiracją mogły być również młyny modlitewne o poziomej osi poruszane przez wiatr znane w Azji Środkowej. Ten typ wiatraka, zwany karuzelowym rozpowszechnił się głównie w krajach arabskich, choć w XII wieku dotarły one nawet do Chin. W Egipcie stosowano go do skruszania trzciny cukrowej.

Mąka bez męki

Trudno jednoznacznie odpowiedzieć na pytanie, czy wiatraki europejskie wywodzą się od karuzelowych modeli seistańskich, czy powstały niezależnie od nich. Pojawienie się pierwszych młynów wietrznych na terenie Starego Kontynentu (na obszarze Belgii bądź Francji) datuje się na początek XII wieku. W kolejnym stuleciu budowle te zaczęły się rozpowszechniać w całej Europie. Pierwsze konstrukcje młynów wiatrowych wykorzystywały, w odróżnieniu od modeli karuzelowych, poziomą oś obrotu przez co okazywały się bardziej wydajne, ponieważ wiatr działał na całą powierzchnię drewnianych skrzydeł.

With time merchants and sailors took that invention to Korea, Japan and the Malayan Archipelago. In the Cherry Blossom Country even more functions were ascribed to kites. One of them was, for instance, the symbolic driving away of evil spirits. Most likely it was Marco Polo who around the 13th century brought the flying structure to the Old Continent. Depending on the needs it was used to communicate simple information or as a testing tool.

The windmill invention was very important to the development of mankind and enabled man to harness the nature of the wind. Thus, wind power was the earliest exploited renewable energy. The masters of wind control were the inhabitants of Seistan who, as the Arabic geographer Al-Istachri recounted in his writings dating back to the 10th century, were the first to build windmills with wheels rotated by air masses. Compared to European structures the windmills had a vertical axis of rotation and its structure resembled a revolving door. Archaeologists reconstructing the ancient inventions claim that from 6 to 12 canvas wings were attached in a radiant shape to the shaft on the end of which a moving millstone was mounted. To ensure faultless operation of the facility one side of the mill had to be shielded with a wall and thus the air flow came from one direction only. Soon technological modifications followed which did not require labour-consuming replacement of the wall. According to the records of Al-Dimashqi dating back to the 13th/14th century the inhabitants of Seistan erected the building (of the height of minaret) composed of two parts one on top of the other. The upper part comprised the mill and the lower a device driven by the force of the wind. The revolving mechanisms also moved the millstones on the top and the whole structure operated irrespective of the direction of the wind. The windmill invention was very important to the development of mankind and enabled man to harness the nature of the wind. The wind entered the mill through one of the gaps where – depending on the direction from which it was blowing – meeting on its way a machine with canvas-covered ribs that under the pressure was set in motion. In addition, the machine set in motion the millstones on the top that were grinding the grain.

Scientists claim that it was not a coincidence that windmills were invented there. People who lived there were mobilized by the absence of rivers or streams to drive water mills. There are theories that water wheels with a horizontal axis of rotation, that were popular in mountainous areas, contributed to the discovery of the mills. Another inspiration could be prayer wheels with a horizontal axis of rotation moved by the wind, known in Central Asia. This so-called the carousel mill was mainly popular in Arab countries, although in the 12th century it was known as far as in China. In Egypt it was used to crush sugar cane.

Flour without torment

It is difficult to give a clear and unambiguous answer to the question whether European mills were derived from the carousel models of Seistan or whether they came into being independently. The first windmills appeared in the Old Continent (in the territory of Belgium or France) at the beginning of the 12th century. In the following century the structures became increasingly popular throughout Europe. The first windmills, in contrast to carousel models, had a horizontal axis of rotation, thus they were more efficient as the wind impacted the whole surface of the wooden vanes.



Paltraki miały rolkowe łożyska co ułatwiało obracanie „na wiatr” / Roller windmills had roller bearings which facilitated turning them to the wind (arch. Photofactory®)

Popularne w Polsce koźlaki swą nazwę zawdzięczają charakterystycznemu koźłowi, czyli specjalnej podstawie podtrzymującej centralnie usytuowany, pionowy słup – tzw. sztember, wokół którego obracano całą konstrukcję. Koźlaki były drewnianymi, zazwyczaj dwukondygnacyjnymi budynkami na planie prostokąta, które przetrwały bez większych zmian konstrukcyjnych do XX wieku. Wiatraki te należało przed rozpoczęciem pracy w odpowiedni sposób ustawić. Obracano zatem całą budowlę po to, by skrzydła mogły przyjąć odpowiednie położenie w stosunku do kierunku wiatru.

Innym wariantem młyna wietrzego był tzw. holender, czyli murowany wiatrak wieżyczkowy o nieruchomym korpusie i obracającej się „czapie” dachu z przymocowanymi skrzydłami, które obracano w kierunku wiatru za pomocą specjalnych łożysk. Istnieją teorie, że twórcą tego modelu był Leonardo da Vinci, ponieważ w krajach śródziemnomorskich można było spotkać podobne konstrukcje o skrzydłach utworzonych z żagli rozwijanych bądź refowanych w zależności od siły podmuchu. Najprawdopodobniej chodziło o saliny, które już w starożytności pozwalały na produkcję soli w procesie przepompowywania między basenami wody morskiej. Inni badacze twierdzą natomiast, że wynalazek ten skonstruował w 1557 roku holenderski architekt Jan Adriaanszoon Leeghwater.

Konstrukcja ta rozpowszechniła się głównie na terenie Holandii, dlatego z czasem stała się znanym elementem tamtejszego krajobrazu, a same wiatraki zyskały miano holendrów. W 1750 roku model ten został udoskonalony przez szkockiego konstruktora maszyn rolniczych Andrew Meikle’a. Inżynier zamontował po przeciwległej stronie dużych skrzydeł wiatraczek (turbinę wiatrową), który za pomocą przekładni zębatych regulował ustawienie czapy w stosunku do kierunku wiatru.

Trzeci typ wiatraków – tzw. paltrak – posiadał cechy wspólne zarówno koźlaka, jak i konstrukcji wieżyczkowej. Sam budynek przypominał model koźłowy, natomiast zasada obrotu młyna za pomocą skrzydeł zgodnie z kierunkiem podmuchu masy powietrza nawiązywała do budowli holendra. Różnica tkwiła natomiast w płaszczyźnie obrotu, ponieważ w tym przypadku budowla obracała się powyżej podmurówki, dzięki wmontowanym łożyskom pozwalającym na swobodny ruch reszty wiatraka.



Sycylijskie wiatraki nad plantacjami soli / Sicily's windmills on salt marshes (arch. Photofactory®)

A post mill popular in Poland where it was called ‘koźlak’ derives its name from ‘koziół’, that is, a special base supporting a central vertical post around which the whole structure was rotated. Post mills were wooden, usually two-level buildings erected in the form of a rectangle. They survived, without major structural modifications, until the 20th century. The mills had to be set adequately prior to putting them into operation. The whole structure was rotated in order to ensure that the wings were in the right position to the direction of the wind.

Another variant of the windmill was the so-called Dutch windmill – a brick tower mill with a fixed body and a rotating roof ‘cap’ with attached vanes rotated in the direction of the wind by means of special bearings. According to popular theories, this model was designed by Leonardo da Vinci because in countries of the Mediterranean there were similar structures with wings formed by sails that were either unfolded or folded depending on the wind force. Most likely such structures were created for the needs of saline works that already in ancient times produced salt by pumping between sea water pools. In turn, other researchers claim that the invention was designed in 1557 by a Dutch architect and engineer Jan Adriaanszoon Leeghwater.

The structure became popular mainly in Holland, so with time it became a characteristic landmark and the windmills alone were referred to as Dutch windmills. In 1750 this model was improved by the Scottish builder of farming machinery, Andrew Meikle. The engineer mounted a spinning fan (wind turbine) on the opposite side of the sail which, by means of gear transmission adjusted the position of the cap in relation to the wind.

The third type – a roller windmill called ‘paltrak’ – combined the characteristics of the post and tower windmill. The building itself was reminiscent of the post mill, whereas the working principle – sails rotated in the direction of the wind – stems from the tower mill. The difference was the plane of rotation, since in this case the structure rotated above the wall base thanks to incorporated bearings facilitating free movement of the rest of the windmill.



Jednym z symboli Holandii jest charakterystyczny wieżyczkowy wiatrak / A characteristic tower windmill is a symbol of Holland (arch. Photofactory®)

Młyny wiatrowe przez długi czas służyły wyłącznie do mielenia ziaren na mąkę, choć należy pamiętać o salinach. W 1344 roku na terenie Holandii użyto ich do przepompowywania wody, a tym samym osuszania i regulowania poziomu wód na nizinach. Były to wiatraki czerpakowe, które stawiano na terenach podmokłych wymagających osuszenia (w Polsce sytuowano je na Żuławach). Konstrukcje koźlaków czy holendrów budowano nad kanałami wyposażonymi w śluzy, a obracające się czerpaki przepychały wodę do sąsiadującego z wiatrakiem wyższego akwenu. Modele osuszające zbierały wodę z nisko położonych części do rowów znajdujących się na odpowiednim poziomie. Wykorzystując energię wiatraków do osuszania terenów depresyjnych, można było napotkać na znaczną różnicę wysokości między poziomami. Stosowano wówczas cały zespół urządzeń, a ich ilość uzależniona była od bezwzględnej różnicy poziomów w zbiornikach wodnych. Technologię tę nazywano osuszaniem poziomowym. W Holandii konstrukcje te stosowano także do napędu pogłębiarki, tartaku, olejarki, choć – jak podają niektórzy badacze historii – wykorzystywanie wiatraków w zakładach produkcyjnych napotkało na wyraźny opór ze strony pracowników, którzy obawiali się bezrobocia, przez co dochodziło nawet do rozruchów.

Konstrukcję wiatraków z czasem zaczęto modyfikować, a w Anglii poddano je nawet głębszej analizie naukowej. John Smeaton (1724-1792) – badacz wydajności silników stwierdził, opierając swe wyniki na doświadczeniach, że wiatraki rzadko produkowały więcej niż 10 kW energii, choć osiągać mogły nawet 20 kW.

Amerykańskie konstrukcje

O prawdziwej rewolucji w energetyce wiatrowej możemy mówić od 1888 roku, kiedy to Charles Francis Brush zbudował pierwszą samoczynnie działającą siłownię wiatrową o mocy 12 kW. Pionier przemysłu elektro-technicznego skonstruował turbinę o średnicy 17 metrów ze 144 łopatkami z drzewa cedrowego, która przez 20 lat ładowała akumulatory znajdujące się w piwnicy jego posiadłości. W tym czasie wielu inżynierów oraz wynalazców amatorów pracowało nad konstrukcjami przydomowych turbin wiatrowych. Na amerykańskich farmach bardzo popularne były wiatraki wytwarzające energię i napędzające pompy wodne.

For a long time windmills were used only for the purposes of making flour, though sometimes they were also in use in salt works. In 1344 in Holland they were used for pumping water, and thus drying land and controlling the water level in lowlands. Those were ladle windmills erected on wet land that needed drying (in Poland they were situated in the area of Żuławy – the alluvial delta of the Vistula). Post mills or tower mills were erected by canals with locks, and the rotating ladles pushed the water into a reservoir situated above the windmill level. Drying mills collected water from the low-situated parts into ditches situated at the right level. In low pressure areas, where the energy of windmills was used to drain water from the land, a considerable difference in height could be observed between respective levels. Then, a number of devices was used depending on the absolute difference of levels in water reservoirs. This technology was called level drying. In Holland the structures were also used to drive dredges, saw mills, and oilers, although – according to some historians – the use of windmills in production plants was clearly objected to by workers who were afraid of unemployment, which often resulted in social unrest and riots.

With time the design of windmills was modified. In England it was analyzed thoroughly by scientists. John Smeaton (1724-1792) – an engineer experimenting with the performance of motors – found that windmills rarely generated more than 10 kW of power, although they were capable of producing as much as 20 kW.

American structures

We can talk about a real revolution taking place in the wind power engineering industry from 1888 when Charles Francis Brush built the first automatically operated wind turbine generator with 12 kW of power. The pioneer of the electrical engineering industry built a turbine with a diameter of 17 metres, equipped with 144 cedar wood vanes that for twenty years charged batteries in his basement. At that time, numerous engineers and amateur inventors designed wind turbines for household use. Wind turbines generating electricity and driving water pumps were very popular on American farms.

Dopiero Duńczyk Poul la Cour wykazał, że znacznie wydajniejsze dla generatorów elektrycznych są wirniki posiadające kilka łopat. Pozyskiwaną energię elektryczną la Cour stosował do produkcji wodoru w procesie elektrolizy, który następnie wykorzystywał do lamp gazowych, by te mogły oświetlić jego szkołę.

Intensywny rozwój małej energetyki wiatrowej w Stanach Zjednoczonych i w Europie został zahamowany światowym kryzysem gospodarczym w latach 30. XX wieku i II wojną światową. Co prawda w 1941 roku rozpoczęła pracę pierwsza elektrownia napędzana wiatrem Grandpa's Knob w Rutland (Vermont, USA) o mocy 1250 kW, lecz rzeczywiste ożywienie nastąpiło dopiero w latach 50. XX wieku.

Technologię współczesnej turbiny wiatrowej opracował w 1957 roku jeden z uczniów la Coura, duński inżynier Johannes Juul i jako pierwszy zbudował siłownię wiatrową z generatorem prądu przemiennego. Jego rozwiązania konstrukcyjne zastosowane w elektrowni wiatrowej o mocy 200 kW powstałej w 1959 roku w nadmorskiej miejscowości Gedser w Danii, do dziś uważane są za nowoczesne. Turbina Gedser pracowała bez zarzutu przez 11 lat, po czym po awarii w 1960 roku, została zakupiona przez amerykańską agencję NASA, która wykorzystywała ją do badań nad rozwojem innowacyjnych technologii. W 1960 roku na świecie pracowało już ponad milion siłowni wiatrowych.

Do ponownego zainteresowania wykorzystywaniem wiatru do celów energetycznych przyczyniły się kryzysy paliwowe w 1956 roku i w połowie lat siedemdziesiątych. Pierwszy spowodowany był wojną w Egipcie, drugi wstrzymaniem dostaw ropy naftowej przez większość członków zrzeszonych w Organizacji Krajo-eksportujących Ropę Naftową (OPEC ang. *Organization of the Petroleum Exporting Countries*).

Interes się kręci

Lata osiemdziesiąte XX wieku przyniosły rozwój przemysłowej energetyki wiatrowej. W Stanach Zjednoczonych rząd federalny wprowadził energetykę wiatrową do krajowego programu badań i rozwoju. Zanim jednak nastąpił boom, przez wiele lat zespoły inżynierów dopracowywały turbiny wiatrowe, generatory, automatykę i elementy mechaniczne. Dzięki równoczesnemu rozwojowi inżynierii materiałowej, powstaniu nowych technologii, elektrotechniki, pojawiały się turbiny coraz większe i bardziej wydajne, i zarazem mniej awaryjne. Początkowo o mocy 600 kW, potem 800 kW, wkrótce przekroczyły 1 MW.

Obecnie generatory osiągają moc kilku megawatów. Systemy sterowania w turbinach są bardzo rozbudowane i obejmują automatyczne naprowadzanie wirnika na wiatr w celu maksymalnego wykorzystania jego energii, automatyczną płynną regulację napięcia i częstotliwości generatora prądu, załączanie i wyłączanie elektrowni. Przy ich budowie coraz częściej wykorzystuje się osiągnięcia przemysłu lotniczego. Za przykład może posłużyć konstrukcja polska WE-10, wykonana przez Instytut Budownictwa, Mechanizacji i Elektryfikacji Rolnictwa, w której zostały adaptowane łopaty ze skrzydeł nośnych śmigłowca Mi2. Do budowy śmigieł używane są również różnorodne materiały, takie jak np. stal, kompozyt, włókno szklane etc.

Only a Danish scientist, Poul la Cour, demonstrated that the use of rotors with several vanes was considerably more efficient for electricity generation purposes. La Cour used the generated electricity to produce hydrogen in the process of electrolysis that was further used in gas lamps to light his school.

The intensive development of small wind turbines industry in the United States of America and in Europe was inhibited by the global economic downturn that occurred in the 1930s and by World War II. It is true that the first 1250 kW wind power station, called Grandpa's Knob in Rutland (Vermont, USA), was put into operation in 1941 but the actual revival took place as late as the 1950s.

The contemporary wind turbine technology was developed in 1957 by one of la Cour's students, a Danish engineer, Johannes Juul, who was the first to build a wind turbine equipped with an alternating current generator. His design solutions applied to a 200 kW wind power station that was built in 1959 in the seaside village of Gedser in Denmark, are considered modern to this date. The Gedser turbine operated faultlessly for 11 years. Next, after a failure in 1960 it was bought by NASA which used it for investigation into the development of innovative technologies. In 1960 already more than one million wind power stations operated in the world.

The fuel crises that occurred in 1956 and after 1975 again restored the interest in utilizing the wind power for energy generation purposes. The first crisis was a result of the war taking place in Egypt, whereas the other one was strictly connected with the suspension of oil deliveries by most members associated in the Organization of the Petroleum Exporting Countries (OPEC).

The wind business

Wind power generation for industrial purposes developed in the 1980s. The US federal government introduced wind power into the national R&D programme. However, before the boom, for many years, teams of engineers worked to improve wind turbines, generators, automatic and mechanical elements. Thanks to the simultaneous development of materials engineering, the emergence of new technologies, and electrical engineering, the turbines were larger, more efficient and at the same time less prone to fault. Initially, their power output was 600 kW, then 800 kW, and soon more than 1 MW.

Currently, the generators achieve the power of several megawatts. Control systems in turbines are highly developed and cover automatic wind capturing to use the wind energy to the maximum extent, automatic smooth control of current generator voltage and frequency, and switching the wind turbine on and off. The achievements of the aviation industry are more and more often used in their construction. For example, in the Polish WE-10 turbine, designed by the Institute of Buildings, Mechanization and Electrification in Agriculture, the airfoils of the Mi2 helicopter were adapted into turbine vanes. Propellers are also built of various materials such as for example steel, composite, glass fibre etc.



Budowa morskiej farmy wiatrowej / Construction of an offshore wind farm (arch. Siemens, Vattenfall)



Budowa morskiej farmy wiatrowej / Construction of an offshore wind farm (arch. Siemens, Vattenfall)

Rozdział
5



ODNAWIALNE ŹRÓDŁA

ENERGII

Renewable energy sources



OZE w praktyce

RES in practice

Cała nasza cywilizacja oparta jest obecnie na energii. Aby zasilić wszystkie urządzenia, ułatwiające codzienną egzystencję, potrzeba energii, szczególnie elektrycznej. Jak na razie pozyskujemy ją z kopalnych surowców, czyli węgla, ropy i gazu ziemnego. Czy może dojść do sytuacji, kiedy główne źródła energii się wyczerpią? Owszem, bowiem surowce energetyczne, z których obecnie korzystamy, należą do nieodnawialnych źródeł energii. Kiedyś więc mogą się one wyczerpać i co wtedy?

All our civilization is now based on energy. Energy, and in particular electrical energy, is needed to supply all equipment facilitating daily life. For the time being we have obtained it from fossil fuels such as coal, oil and natural gas. Is it possible that the main sources of energy will peter out one day? Yes, because the energy resources we are using now are non-renewable energy sources. Hence, they can become depleted one day, and what then?

*Zapora na Dunajcu w Rożnowie od strony dolnej wody
A dam on the Dunajec River in Rożnow as seen from the downstream (Tauron Ekkoenergia)*

Otóż w latach 70. XX wieku nadeszło pierwsze, poważne ostrzeżenie w postaci kryzysu energetycznego. Chodziło głównie o problemy związane z dostępnością do ropy naftowej, a co za tym idzie – paliw płynnych, ale był to pierwszy poważny sygnał, że tanie i dostępne paliwo może się jednak kiedyś skończyć. W kilku krajach europejskich problem ten został zauważony i podjęto badania nad poszukiwaniem innych źródeł energii. Zaczęto zwracać uwagę na takie substancje, jak: biomasa wszelakiego pochodzenia, torf, odpady z przetwarzania produktów rolnych. Myślano także nad wykorzystaniem odpadów komunalnych i osadów ściekowych.

Celem poszukiwań było znalezienie takich substancji, które – w pewnym sensie – mogłyby zastąpić paliwa kopalne. Jednak musimy założyć, że w wielu miejscach nie da się wyeliminować kopalnych źródeł energii, ze względów technicznych, ściślej technologicznych. Postanowiono jednak opracować możliwości takiego wykorzystania palnych substancji odpadowych w procesach termicznych, aby nie zakłócały pracy typowego kotła energetycznego. W wielu krajach wdrożono paliwa oparte na odpadowych substancjach pochodzenia organicznego, roślinnego, zwierzęcego. Równolegle pracowano nad wykorzystaniem innych źródeł energii, które można potraktować jako dodatkowe lub odnawialne.

Z czasem powstał termin „odnawialne źródła energii”. Zatem czym one są? Nieodnawialne źródła energii to takie, które nie podlegają odtworzeniu w realiach współczesności. Ich zużycie, czyli wykorzystanie jest dużo szybsze niż uzupełnianie zasobów, więc przyjmuje się, że zasoby takich paliw się nie odnawiają. Należą do nich wszystkie paliwa kopalne, jak: węgiel kamienny, węgiel brunatny, torf, ropa naftowa i gaz ziemny, które są podstawowym surowcem dla branży energetycznej, szeroko pojmowanego przemysłu, transportu, a także dla gospodarstw domowych. Odnawialne źródła energii to takie, których zużywanie nie wywołuje długotrwałego ich braku. W dosyć krótkim czasie następuje ich regeneracja. Do odnawialnych źródeł energii zaliczamy: energię słońca i wiatru, biomasę, biogaz, energię geotermalną i pływów morskich.

Upowszechniło się przekonanie, że energia odnawialna jest przyjazna środowisku. Mimo, że jej pozyskiwanie wymaga czasem kompromisowych ustępstw ze strony ekologów, coraz częściej, od jakiegoś czasu, korzysta się z odnawialnych źródeł energii, ze względu na potencjalne wyczerpywanie się surowców kopalnych. W Polsce podstawowym źródłem energii, przez długie lata jeszcze, będzie węgiel – kamienny czy brunatny, ale jednak węgiel. Trwają prace nad stopniowym zastępowaniem części węgla przez dodawanie do mieszanki odnawialnych paliw w postaci biomasy. Kwestia ta dotyczy, rzecz jasna, dużej branży energetycznej.

W Polsce mamy do dyspozycji kilka możliwości pozyskiwania odnawialnych źródeł energii. Są to: energia wodna, energia słoneczna, energia wiatru, energia geotermalna, energia biomasy.

Udział energii odnawialnej w Polsce to około 4,4 GW, w tym: biomasa – 22%, biogaz – 4%, instalacje solarne – 0,03%, elektrownie wodne – 16%, farmy wiatrowe – 58%.

The first serious warning, that is, the energy crisis, occurred in the 20th century. It mainly concerned problems with access to oil and, in turn, liquid fuels, but it was the first serious signal that supplies of cheap and easily accessible fuel can come to an end one day. A number of European countries took notice of this problem and exploration was undertaken to find other sources of energy. Attention was paid to substances such as: biomass of any origin, peat, and crop processing waste. Also, there were plans to utilize municipal waste and sludge.

The exploration aimed to identify substances which – in a sense – could replace fossil fuels. However, we must assume that in many places fossil sources of energy cannot be eliminated for technical and, more strictly speaking, technological reasons. However, a decision was made to consider possibilities for using combustible waste in thermal processes so that they did not disturb the operation of a typical power boiler. In many countries fuels based on waste of organic, plant and animal origin were put into use. In parallel, works were carried out to use other sources of energy that could be considered auxiliary or renewable.

With time the term ‘renewable energy sources’ was coined. So what are they? Non-renewable energy sources cannot be recreated in the contemporary reality. They are consumed, that is, utilized much faster than they are renewed so it is assumed that such resources are non-renewable. These include all fossil fuels such as: Hard coal, brown coal, peat, oil and gas, that are the underlying resources for the power industry, industry in general, transport, and households. Renewable energy sources are resources which, when used, will not be deficient in the long-term. They will be regenerated in quite a short time. Renewable energy sources include: solar and wind energy, biomass, biogas, geothermal energy and tidal energy.

There is a common belief that renewable energy is sustainable. Despite the occasional need to make compromises with environmentalists in its generation, renewable energy has been used for some time due to the potential depletion of fossil resources. In Poland, coal will remain the underlying source of energy for many years – be it hard coal or brown coal, but still coal. Works are pending to gradually replace part of the coal by adding renewable fuels in the form of biomass to the fuel mix. Of course, this refers to the big power industry.

In Poland there are a few options for obtaining energy from renewable sources. These comprise: hydropower, solar power, wind power, geothermal power, biomass.

The share of renewable energy in Poland is ca. 4.4 GW, including: biomass – 22%, biogas – 4%, solar plants – 0.03%, hydroelectric power plants – 16%, wind farms – 58%.

Dostępność źródeł energii odnawialnej wymaga zapewnienia technicznych możliwości ich wykorzystania, a to nie zawsze jest łatwe w realizacji. Muszą być zaprojektowane odpowiednie urządzenia i instalacje, w których – pozyskane wcześniej źródła energii – zostaną odpowiednio przygotowane, przetworzone oraz wykorzystane. Ważne jest też, aby koszty takiego zabiegu nie przewyższały spodziewanego efektu – zarówno ekonomicznego, jak i ekologicznego. Inwestycje w odnawialne źródła energii zależą od wielu czynników.

Energia słoneczna

Zakłada się, że energia słoneczna jest powszechnie dostępnym, całkowicie czystym i najbardziej naturalnym źródłem energii. Może być wykorzystana lokalnie, zaspokajając zapotrzebowanie na ciepłą wodę oraz ciepło w ogóle. Zaletą jej użytkowania jest możliwość łatwej adaptacji, szczególnie do celów gospodarstwa domowego, choć

wiadomo już, że instalacje te sprawdzają się także w zasilaniu większych skupisk mieszkaniowych. Z punktu widzenia potencjalnego użytkownika, a przy wykorzystaniu energii promieniowania słońca, najważniejszymi parametrami są roczne wartości nasłonecznienia. Insolacja – choć właściwsze wydaje się określenie: nasłonecznienie – jest parametrem wyrażającym ilość energii słonecznej, padającej na jednostkę powierzchni płaskiej w określonym czasie. Zatem, jak oszacować zasoby energii słonecznej? Przeciętny obywatel widzi, że świeci słońce, chętnie grzeje się w jego



Energię słoneczną cechuje możliwość adaptacji do celów gospodarstwa domowego / Solar energy can be adapted for household purposes (arch. Photofactory®)

cieple, aż – ulegając namowom znajomych lub reklamom – zaczyna dojrzywać do decyzji zainwestowaniu w energię słoneczną. Głównym argumentem jest tanieść jej pozyskiwania – słońce świeci za darmo, a dzięki bezpłatnej energii szybko zwracają się poniesione nakłady. Zasoby energii słonecznej, tak jak zasoby innych odnawialnych źródeł energii, dzielimy na: teoretyczne, techniczne i ekonomiczne.

Potencjał teoretyczny – ilość energii możliwa do wykorzystania, przy założeniu że sprawność jej pozyskiwania wynosi 100%. Potencjał teoretyczny (albo teoretyczne zasoby) uwzględnia wykorzystanie całości dostępnych zasobów do celów energetycznych. Zatem jego wielkość w żadnym stopniu nie odzwierciedla rzeczywistych możliwości pozyskiwania tej energii.

Potencjał techniczny – część potencjału teoretycznego, uwzględniająca także sprawność dostępnych urządzeń i technologii. Dodatkowym elementem tego potencjału jest uwzględnienie położenia geograficznego oraz możliwości magazynowania energii.

Potencjał ekonomiczny – część potencjału technicznego. Zależy od cen paliw, wysokości podatków, potencjalnego wsparcia dla określonej działalności energetycznej. Potencjał ten obliczany jest w oparciu o szczegółowe analizy opłacalności danej działalności.

The availability of renewable energy sources requires ensuring the technical possibility to use them, which is not always easy to do. Suitable equipment and systems must be designed in which the sources of energy can be properly prepared, processed and used. It is also important to ensure that the costs of such an operation do not exceed the expected outcome – both economic and environmental. Investments in renewable energy sources are determined by multiple factors.

Solar power

It is generally assumed that solar power is a commonly available, completely clean and the most natural source of energy. Solar power can be used locally to satisfy the requirement of hot water and heat in general. Its great advantage is that it is easily adaptable, in particular for household purposes, although it is

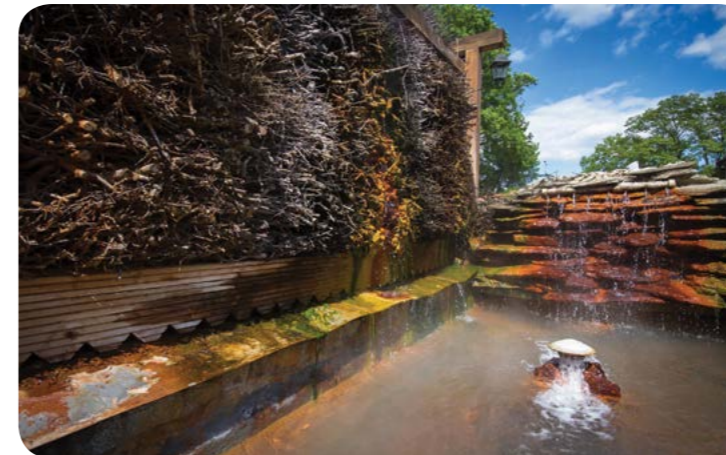
known that the systems are also useful in supplying power to larger housing estates. From the point of view of a potential user, the most important parameters in using solar radiation energy are the annual insolation values. Insolation – although the term 'solar light' seems more appropriate here – is the amount of solar energy reaching a flat surface within a specific time. So, how can be the solar power resources estimated? The average citizen can see the sun shining and enjoys the warmth it emits, until – convinced by other people or under the influence

of commercials – he/she starts thinking about the possibility of investing in solar power. The main argument is that it is relatively cheap to obtain – the sun shines for free and thanks to free energy the return on expenditure is very quick. Solar energy resources, just like other renewable energy sources, can be classified as: theoretical resources, technical resources and economic resources.

Theoretical potential – the amount of energy that can be used assuming that the efficiency of its obtainment is 100%. The theoretical potential (or theoretical resources) takes into account the use of all available resources for power generation purposes. Thus, its size to no extent reflects the actual possibilities of obtaining such energy.

Technical potential – a part of the theoretical potential also taking into account the efficiency of available equipment and technologies. An additional element of this potential is to take into account the geographical location and the possibility of storing energy.

Economic potential – a part of the technical potential. It depends on fuel prices, taxes, and potential support for specific energy-related activities. The potential is calculated based on detailed analysis of the profitability of a specific activity.



Uniejowskim skarbem jest woda geotermalna – wyróżnia ją skład chemiczny / The treasure of Uniejów is geothermal water – distinguished by chemical composition (arch. Photofactory®)



Elektrownię Wodną Bobrowice IV włączono do sieci w 2008 r. / The Bobrowice IV Hydroelectric Power Plant was connected to the grid in 2008 (Tauron Ekoenergia)



Parł Wiatrowy Kamięńsk / Kamięńsk Wind Farm – PGE Energia Odnawialna (arch. Photofactory®)



Uprawa wierzy energetycznej na potrzeby produkcji energii elektrycznej / Growing energy willow for the needs of electricity production (arch. Photofactory®)



Do odnawialnych paliw – biomasy, należy np. zrębka drzewna / Renewable fuels – biomass include e.g. woodchips (arch. Photofactory®)



Parł wiatrowy w Środzie Wielkopolskiej / A wind park in Środa Wielkopolska
(arch. Photofactory®)

Energia słoneczna wydaje się bardzo ekologiczna, czysta, opłacalna – ale czy wszędzie tak samo? Różne jest przecież nasłonecznienie w poszczególnych częściach Polski. Zatem, roczna gęstość promieniowania słonecznego w Polsce na płaszczyznę poziomą waha się w granicach 950-1250 kWh/m². Zaznaczyć należy, że duży wpływ na nasłonecznienie mają warunki meteorologiczne, charakteryzujące się bardzo nierównym rozkładem promieniowania słonecznego w cyklu rocznym. Na terenach Polski około 80% całkowitej, rocznej sumy nasłonecznienia przypada na sześć miesięcy sezonu wiosenno-letniego, czyli od początku kwietnia do końca września. Czas operacji słonecznej w okresie letnim wydłuża się do 16 godzin dziennie, z kolei w okresie zimowym skraca się do 8 godzin na dobę. Wyraźne różnice w nasłonecznieniu w poszczególnych porach roku oraz anomalie pogodowe sprawiają, że obraz solarnego potencjału energetycznego zostaje zakłócony. Planując taką instalację, należy zorientować się w możliwościach pozyskiwania energii słonecznej.

Biorąc pod uwagę dane, zawarte w tabeli obok, można wywnioskować, że nie wszędzie występuje nasłonecznienie sprzyjające inwestowaniu w ten rodzaj energii. Szczególnie, że nawet w ciągu dnia nasłonecznienie może się znacznie wahać. Przyjmując należy, że energia słoneczna wykorzystywana jest w Polsce, głównie jako źródło ciepła, za sprawą kolektorów słonecznych, ogrzewających powietrze lub wodę. Baterie słoneczne, ze względów ekonomicznych, stosowane są w instalacjach małych mocy. Zasilają one przede wszystkim obiekty wolnostojące, oddalone od głównych sieci elektroenergetycznych, jak choćby znaki drogowe, oświetlenia przejść dla pieszych, lampy ogrodowe etc. Niekiedy ogniwa słoneczne zasilają drobne urządzenia, jak kalkulatory.

Elektrownie wiatrowe

Tego typu elektrownia, zgodnie z nazwą, wykorzystuje siłę i energię wiatru. Innymi słowy energia wiatru jest zamieniana w energię elektryczną. Jakże byfoby wspaniale, gdyby wiatr wiał nieprzerwanie i do tego z dużą mocą. Niestety, i wiatr miewa przestoje w pracy. Zanim więc przystąpimy do takiej inwestycji, dobrze jest zapoznać się z różną wiatrów w Polsce. Trzeba rozeznaczyć się, gdzie występują wiatry najbardziej korzystne dla elektrowni wiatrowych. Pozyskiwanie energii z wiatru może odbywać się za pośrednictwem zarówno

Solar energy seems to be a very sustainable, clean and profitable resource – but is it identical everywhere? Not really, as the insolation is different in respective parts of Poland. Hence, in Poland the annual density of solar radiation on a horizontal surface ranges from 950 to 1250 kWh/m². It must be emphasized that weather conditions characterised by very uneven distribution of solar radiation in an annual cycle have a large impact on the amount of insolation. In the territory of Poland, about 80% of the total annual sunlight is concentrated in the spring and summer season, that is, from the beginning of April until the end of September. The period of exposure to sunlight in summer months is extended to 16 hours a day. In turn, in winter it is reduced to 8 hours a day. Clear differences in insolation in respective seasons of the year and weather anomalies disturb the image of solar energy potential. In planning a solar system the possibilities of obtaining solar energy should be examined carefully.

Taking into account the data from the table next page, it can be concluded that exposure to sunlight is not sufficient to warrant the profitability of investing in this type of power everywhere. In particular, the degree of insolation can vary considerably even during the day. It must be assumed that in Poland solar energy is mainly used as the source of heat in the form of solar cells heating air or water. For economic reasons, solar batteries are normally used in small power systems. They are mainly used to supply standalone structures situated far from the main grid, such as, for example, road signs, pedestrian crossing lights, garden lamps etc. Sometimes solar cells are utilized to supply small units such as calculators.

Wind power stations

As its name suggests, such a type of power station makes use of wind force and energy to produce power. In other words, wind energy is converted into electricity. It would be excellent if the wind blew constantly and at the same time with great power. Unfortunately, wind does not blow all the time. Therefore, before one undertakes a wind project, it is advisable to check the wind rose in Poland. It is necessary to identify areas where winds are most favourable to situate wind farms. Wind energy can be obtained both from

dużej fermy wiatrowej, gdzie na określonej powierzchni zainstalowanych jest kilka lub kilkanaście wiatraków, jak i pojedynczego wiatraka – zależnie od potrzeb energetycznych.

Energetyka wiatrowa w Polsce rozwija się od początku lat 90. ubiegłego wieku. Według dostępnych informacji, pierwszy wiatrak w Polsce postawiono w roku 1991, przy istniejącej już Elektrowni Wodnej w Żarnowcu. Pierwsza komercyjna farma wiatrowa w Polsce powstała we wsi Cisowo, położonej w województwie zachodniopomorskim. U uruchomiono ją w marcu 2001 roku, a składała się z pięciu siłowni o łącznej mocy 10 MW. Należy zaznaczyć, że farmy wiatrowe bywają zróżnicowane pod względem zainstalowanej mocy. Mogą wytwarzać moc od kilku do kilkudziesięciu MW. Aby efekt działania elektrowni wiatrowej był satysfakcjonujący ekonomicznie, powinna być zlokalizowana w miejscu, gdzie panują dobre bądź bardzo dobre warunki wiatrowe. Najlepsze występują na północy Polski oraz w środkowo-zachodniej części kraju. Kształtowanie się energetyki wiatrowej w sposób dynamiczny, to pierwsze lata XXI wieku. Wtedy to nastąpił znaczny wzrost inwestycji w energetykę wiatrową jako w odnawialne źródło energii. Potencjał elektrowni wiatrowych systematycznie wzrastał, w ostatnim dziesięcioleciu z 83 MW (2005 rok) do 5005 MW (2015 rok).

Według informacji Urzędu Regulacji Energetyki, w Polsce, pod koniec 2016 roku eksploatowano 1193 instalacje wiatrowe różnej wielkości. Dane te dotyczą zarówno pojedynczych instalacji, jak i dużych ferm o kilkunastu turbinach. Według informacji URE, łączna moc, zainstalowanych na terenie Polski, turbin wiatrowych wynosiła 5807,415 MW (2016 rok). Elektrownie wiatrowe są „wielkogabarytowe”, co oznacza że nie ukryje się ich w niewidocznym miejscu, nie zamaskuje etc. Budując choćby jeden wiatrak – nie mówiąc już o całej fermie składającej się z kilkunastu bądź kilkudziesięciu wiatraków – ingerujemy w przestrzeń publiczną. Każdy wiatrak, postawiony w terenie nizinnym, górskim czy nadmorskim, w znaczący sposób kształtuje krajobraz. Bywa, że postawione w dobrej wierze, na otwartym terenie wiatraki zaburzają szlak migracyjny dzikiego ptactwa.

Z jednej strony mamy więc zysk w postaci energii odnawialnej, z drugiej zaś możemy mieć straty spowodowane ingerencją w krajobraz, i środowisko naturalne. Mądra współpraca między potencjalnym inwestorem a ekologami czy ornitologami powinna zaowocować rozwiązaniami najbardziej przyjaznymi i optymalnymi dla środowiska naturalnego.

Region Region	Rok (I-XII) Year (I-XII)	Półrocze letnie Spring/summer term	Sezon letni Summer	Półrocze zimowe Autumn/winter term
Pas nadmorski / Seaside	1076	881	497	195
Wschodnia część Polski / Eastern Poland	1081	821	461	260
Centralna część Polski / Central Poland	985	785	449	200
Zachodnia część Polski wraz z górnym dorzeczem Odry Western Poland with the headwaters basin of the Odra	985	785	438	204
Południowa część Polski / Southern Poland	962	682	373	280
Południowo-zachodnia część Polski obejmująca Sudety Southwestern Poland including the Sudetes	950	712	393	238

Potencjalna energia użyteczna w kWh/m²/rok w różnych rejonach Polski / Potential usable energy in kWh/m²/year in different regions of Poland

a huge wind farm – where in the specific area several or more wind turbines are installed – or a single wind turbine, depending on the specific energy requirements.

Wind energy in Poland has been developing since the beginning of the 1990s. According to available information, the first wind turbine in Poland was erected in 1991 at the Hydroelectric Power Plant in Żarnowiec. The first commercial wind farm in Poland was built in Cisowo in the West Pomeranian voivodeship. It was put into operation in March 2001 and comprised five power stations with the total capacity of 10 MW. It must be emphasized that wind farms have different installed power. They can generate power from a few to several dozen MW. To ensure that the effect of operation of the wind farm is economically satisfactory, it should be located on a site with good or very good wind conditions. The best wind conditions occur in the north of Poland and in the central and western part of the country. The wind power industry was shaped dynamically in the first years of the 21st century. At that time there was a considerable increase in investments in wind power as a renewable energy source. The potential of wind power stations progressively grew – in the last decade from 83 MW (in 2005) to 5005 MW (in 2015).

According to information provided by the Energy Regulatory Office, in Poland at the end of 2016 as many as 1193 wind power systems of different size were in use. This data refers both to single units and large farms comprising from ten to twenty turbines. ERO stated that the total power of wind turbines installed in Poland was 5807,415 MW (2016). Wind power stations are 'large size' units, which means they cannot be hidden far from sight, concealed in any way etc. Building at least one wind turbine – not to mention a whole farm of a dozen or so or several dozen wind turbines – we interfere with public space. Every wind turbine that is erected in the lowlands, mountains or at the seaside significantly alters the landscape. Sometimes wind turbines, built in good faith in an open area, form obstacles on the migration routes of wild birds.

While there are profits in the form of renewable energy, we can also sustain losses caused by interference with the landscape and natural environment. Wise collaboration between a potential investor and environmentalists and ornithologists should result in solutions that are the friendliest and optimum for the natural environment.

Turbina wiatrowa – nazywana też: silnikiem wiatrowym, wieżą wiatrową, siłownią wiatrową czy generatorem wiatrowym – jest urządzeniem technicznym, zamieniającym energię kinetyczną wiatru na pracę mechaniczną w postaci ruchu obrotowego wirnika. Standardowa turbina to konstrukcja wysoka na kilkadziesiąt metrów, o średnicy dochodzącej do kilkunastu metrów. Ze względu na różnice konstrukcyjne turbiny w ustawieniu osi wirnika, można turbiny podzielić na te o pionowej osi obrotu oraz śmigłowe, o poziomej osi obrotu. W polskim krajobrazie dominują te drugie. Ogólna zasada ich działania polega na oddziaływaniu energii wiatru na poziomo umieszczony wirnik w postawie śmigła, zamocowanego w specjalnej gondoli. Gondola umieszczona jest „pod wiatr”. Z kolei wał śmigła, wsparty na łożyskach, dzięki przekładni napędza generator, który przekształca energię wiatru w energię elektryczną. Najczęściej spotykaną turbiną wiatrową jest konstrukcja śmigła trójłopatowa. Całość umieszczona jest na wysokiej wieży. Oczywiście kąt ustawienia łopat może być dostosowywany do siły i prędkości wiatru. Jak każda konstrukcja, turbina wiatrowa nie jest cicha, generuje pewien poziom hałasu, jednak w przypadku znacznego oddalenia od zabudowań jej głośność może nie być uciążliwa.

Elektrownie wodne

Historycznie energię spadku wody wykorzystywano w młynach wodnych czy kuźnicach. Współcześnie energię wodną najczęściej przetwarza się na energię elektryczną. Hydroenergetyka opiera się, w przeważającej mierze, na spiętrzeniach uzyskiwanych dzięki zaporom wodnym, co ma wpływ na zmiany lokalnego krajobrazu. Zapory powstają tam, gdzie istnieje możliwość spiętrzenia rzeki. Z jednej strony taka zapora może zatrzymywać nadmiar

A wind turbine – also referred to as a wind motor, wind tower, wind power station or wind generator – is a technical device converting the kinetic energy of wind into mechanical work in the form of rotary movements of the rotor. A standard turbine is a structure several metres tall with a diameter reaching a dozen or so metres. With regard to design differences in rotor axis position, turbines can be divided into turbines with a vertical axis of rotation and propeller turbines with a horizontal axis of rotation. The landscape of Poland is dominated by the second type. Their general operating rule is based on the impact of wind energy on the horizontal rotor in the form of a propeller mounted in a special nacelle. The nacelle is positioned 'against the wind'. In turn, the propeller shaft supported on bearings through a transmission drives the generator that converts wind energy into electricity. The most popular wind turbine is a three-part propeller turbine. The whole structure is mounted on a tall tower. Of course, the angle of the blades can be adapted to wind force and speed. Like every structure, a wind turbine is not silent and it generates some noise. However, if the distance from buildings is considerable, the noise need not be onerous.

Hydroelectric power plants

Historically, water downfall energy was used to drive water mills or forges. At present, water energy is most frequently converted into electricity. Hydropower engineering is mostly based on water dams that alter the local landscape. Dams are built where rivers can be dammed. On the one hand, a dam can stop excessive water flow, while on the other it causes a disturbance



Wysoka na 62 m i długa na 270 m zapora na Bobrze w Pilchowicach / 62 m tall and 270 m long dam on the Bóbr in Pilchowice (Tauron Ekoenergia)

spływających wód, z drugiej zaś zakłócać lokalne stosunki wodne. Zakładając jednak, że woda cały czas dopływa do zbiornika, odpowiednio wysokie spiętrzenie zapewnia energię dla turbin wodnych. Przed wynalezieniem maszyn elektrycznych, przed upowszechnieniem się elektroenergetyki, energię wodną wykorzystywano do napędu młynów, kuźnic, tartaków i innych zakładów przemysłowych. Zakłada się, że energia wodna może być tańsza od spalania paliw kopalnych (węgla kamiennego, brunatnego czy gazu) lub energii jądrowej. Obszary bogate w energię wodną mogą być atrakcyjne dla przemysłu w postaci niskich cen energii elektrycznej. Jednak rozwój energetyki oraz wzrost świadomości ekologicznej spowodowały, że o wykorzystaniu energii wodnej coraz częściej decydują względy ochrony środowiska, a nie kalkulacja cenowa. Zakłada się, że energia uzyskana ze spadku wód może być tania, ale też nie powinna mieć negatywnego wpływu na środowisko.

Obecnie w Polsce ponad 12% energii elektrycznej, produkowanej w technologiach wykorzystujących odnawialne źródła energii, pochodzi z energetyki wodnej. Takie są informacje Urzędu Regulacji Energetyki. Stanowi to niecałe 5% w bilansie całkowitej produkcji energii elektrycznej w Polsce. Biorąc pod uwagę ukształtowanie terenu naszego kraju, w większości nizinne, pozbawione dużych, naturalnych spadów, nie stwarza korzystnych warunków do budowania dużych elektrowni wodnych. Biorąc pod uwagę panujące warunki hydrologiczne, rozwój energetyki wodnej związany jest głównie z małymi elektrowniami wodnymi. Zainstalowana moc urządzeń, produkujących energię elektryczną z wykorzystaniem turbin wodnych, to 987 MW, według danych URE. Taka moc jest zainstalowana w 761 pracujących elektrowniach wodnych.

to local water relations. However, assuming that water flows into the reservoir all the time, the proper damming level guarantees supplies of energy for water turbines. Before electrical machines were invented and electrical power engineering was popularized, water energy had been used to drive mills, forges, saw mills and other industrial works. It is assumed that water energy can be cheaper than energy from the combustion of fossil fuels (hard coal, brown coal or gas) or nuclear energy. Areas that are rich in water energy can be attractive for industry due to reduced prices of electricity. However, the development of power engineering and increased ecological awareness have contributed to the fact that the use of water energy is more and more often dictated by environmental protection and not by price calculation. It is assumed that energy derived from water downfall can be cheap but at the same time it should not have any negative impact on the environment.

At present, in Poland more than 12% of electricity produced by means of technologies using renewable energy sources, derives from hydropower engineering. This information is provided by the Energy Regulatory Office. It accounts for less than 5% in the balance of total production of electricity in Poland. Due to the terrain in Poland being mostly lowlands without large natural downfall, the conditions are not favourable for large hydroelectric power plants. Given hydrological conditions, the development of hydropower engineering is mainly connected with small hydroelectric power plants. The installed capacity of water turbines generating electricity is 987 MW, according to data provided by ERO. Such power is installed in 761 hydroelectric power plants that are currently in operation.

Nazwa elektrowni / Power plant name	Rzeka / River	Rok uruchomienia / Year of commissioning	Moc zainstalowana / Installed capacity [MW]
Pilchowice	Bóbr	1912	13,364
Bielkowo	Radunia	1925	7,2
Bobrowice	Bóbr	1925	3,5
Żur	Wda	1930	9,0
Otmuchów	Nysa Kłodzka	1933	6,46
Rożnów	Dunajec	1942	56,0
Dychów	Bóbr	1936	91,3
Porąbka	Soła	1953	12,6
Czchów	Dunajec	1949	9,0
Wały Śląskie	Odra	1958	9,7
Koronowo	Brdą	1960	26,0
Myczkowce	San	1961	8,3
Dębe	Narew	1963	21,18
Tresna	Soła	1966	21,0
Solina	San	1968	200,0
Włocławek	Wisła	1969	160,2
Żydowo	Radew	1971	167,0
Porąbka – Żar	Soła	1979	540,0
Żarnowiec	J. Żarnowieckie	1983	716,0
Niedzica	Dunajec	1997	94,0

Najważniejsze elektrownie wodne w Polsce / Major hydroelectric power plants in Poland



Elektrownia Wodna Bobrowice I z 1925 r.
Bobrowice I Hydroelectric Power Plant built in 1925
(Tauron Ekoenergia)

Większość z nich to małe elektrownie wodne, najczęściej produkujące energię na potrzeby lokalnej społeczności, która postanowiła wykorzystać niszczącą młyn wodny, instalując w nim turbinę małej mocy, ale wystarczającej na zasilenie energią niewielkiej jednostki osadniczej. Jednak, poza małymi i bardzo małymi elektrowniami, mamy w Polsce także duże instalacje.

Duże są różnice czasowe w powstawaniu elektrowni. Najczęściej bywa tak, że sama informacja o planach takiego przedsięwzięcia – gdziekolwiek w Polsce miałyby być realizowane – wzbudza potężne protesty lokalnych mieszkańców. Po wielu żmudnych negocjacjach w końcu dochodzi do porozumienia, ale rozpoczęcie inwestycji jest opóźnione. Biorąc pod uwagę nizinne, w przeważającej części, ukształtowanie terenu Polski, większość elektrowni wodnych zbudowana jest na rzekach. Po odpowiednim spiętrzeniu lustra wody można było zainstalować turbiny o zróżnicowanych mocach. Jest to jedna z metod pozyskiwania odnawialnej energii.

Energia geotermalna

Energia geotermalną (geotermiczną lub geotermią) nazywamy jeden z rodzajów odnawialnych źródeł energii. Polega ona na wykorzystywaniu energii cieplnej wnętrza Ziemi, szczególnie w obszarach intensywnej działalności wulkanicznej i sejsmicznej. Zasada działania tego zjawiska polega na tym, że wody opadowe wnikają w głąb ziemi i, w trakcie kontaktu z aktywnymi ogniskami magmy, są podgrzewane do znacznych temperatur. Dzięki temu procesowi wędrująca w kierunku powierzchni woda jest albo gorąca albo zmienia stan skupienia w parę wodną. Woda geotermalna może być wykorzystywana bezpośrednio, za sprawą systemu rur, lub pośrednio oddając ciepło chłodnej wodzie, na zasadzie wymiany ciepła, co dokonuje się w obiegu zamkniętym.

Energia geotermalna pochodzi z wydobywanych na powierzchnię ziemi wód geotermalnych. Energia ta ma charakter odnawialny, bowiem jej źródłem jest gorące wnętrze kuli ziemskiej – praktycznie niewyczerpalne. Aby wydobyć wody geotermalne na powierzchnię należy wykonać odwiert do głębokości zalegania tych wód. Powstały otwór nosi nazwę otworu czerpalnego. Dodatkowo, w pewnej odległości od niego, wykonuje się drugi otwór, zwany powrotnym, którym wodę geotermalną – po odebraniu od



Elektrownia Wodna Złotniki o łącznej mocy zainstalowanej 4,42 MW ruszyła w 1924 r.
The Złotniki Hydroelectric Power Plant with installed capacity totalling 4.42 MW was put into operation in 1924 (Tauron Ekoenergia)

The majority of the structures are small hydroelectric power plants which most often generate power for the needs of a local community that decided to use an old water mill with a small capacity turbine installed that is sufficient to supply a small human settlement. However, there are also large plants in Poland besides small and very small power plants.

There are quite large time intervals between the construction of respective power plants. Most frequently, information that such a project is planned – irrespective of where it is located in Poland – gives rise to protests from local inhabitants. After tedious negotiations finally an agreement is reached but the commencement of the project is normally delayed. Taking into account the mostly lowland terrain in Poland, most hydroelectric power plants are built on rivers. When the water table is properly dammed, turbines with various capacities can be installed. This is one of the methods of obtaining renewable energy.

Geothermal power

Geothermal power (also referred to as geothermic energy or geothermics) is one of the available types of renewable energy sources. It utilizes the heat energy of from the inside of the Earth, in particular in areas where intensive seismic activity is recorded. The operating principle of this phenomenon is that precipitation waters penetrate inside the earth and in contact with active magma are heated to considerable temperatures. Due to this process water that raises towards the surface is either hot or it is transformed into water vapour. Geothermal water can be used directly, through a system of pipes, or indirectly by transferring heat into cool water, based on the principle of heat exchange in a closed cycle.

Geothermal energy comes from geothermal water that is extracted on the surface. This energy is classified as renewable since it is sourced from the hot inside of the Earth – thus it is practically inexhaustible. In order to extract geothermal water, a deep hole must be drilled down to reach the water table level. This hole is called an intake. In addition, at a certain distance from the intake another hole referred to as a return hole is drilled. There,



Potencjał geotermalny Polski stał się ostatnio ważnym tematem rozmów / The geothermal potential of Poland has been an important topic for discussion recently (arch. Photofactory®)

niej ciepła – wtłacza się z powrotem do złoża, celem ponownego ogrzania. W taki właśnie sposób pozyskuje się niewyczerpalne źródło energii. Metoda ta kryje w sobie jednak pewne zagrożenia, mogące wystąpić podczas produkcji energii geotermalnej – możliwość zanieczyszczenia wód głębinowych, a także ryzyko uwolnienia radonu, siarkowodoru i innych gazów. Zatem do pozyskiwania energii geotermalnej na szerszą skalę należy podejść z pewną ostrożnością. Jednak przy zastosowaniu odpowiednich technologii metoda ta ma szansę stać się jednym z wydajniejszych źródeł energii odnawialnej. Jak zatem kształtuje się możliwość wykorzystania energii geotermalnej w Polsce?

Polska ma bardzo dobre warunki do korzystania z energii geotermalnej, bowiem 80% powierzchni kraju pokryte jest przez 3 prowincje geotermalne: centralnoeuropejską, przedkarpacką i karpacką. Zakres temperatur wód dla tych wymienionych obszarów to 30÷130°C (zdarza się nawet lokalnie 200°C). Głębokość występowania tych wód w skałach osadowych waha się w granicach 1-10 kilometrów. Właśnie znaczne głębokości występowania wód geotermalnych mogą podnosić koszty eksploatacji takiego złoża. Naturalne wypływy wód geotermalnych zdarzają się bardzo rzadko. Na terenie Polski ze zjawiskiem tym mamy do czynienia w Sudetach (Cieplice, Łądek Zdrój). Zakłada się że możliwości wykorzystania wód geotermalnych dotyczą 40% obszaru kraju.

Wydobycie takiej wody jest opłacalne wtedy, gdy do głębokości 2 kilometrów temperatura osiąga co najmniej 65°C, a zasolenie wody nie przekracza 30 g/l – oczywiście przy założeniu odpowiedniej zasobności źródła. Pierwszy w Polsce Zakład geotermalny w Bańskiej-Białym Dunajcu powstał w latach 1989-1993. Z odwiertów oraz instalacji korzysta PEC Geotermia Podhalańska S.A., która dostarcza ciepło do większości domów w Zakopanem. Na terenie Polski funkcjonuje osiem geotermalnych zakładów ciepłowniczych. Są to: Bańska Niżna [4,5 MJ/s, docelowo 70 MJ/s], Pyrzyce [15 MJ/s, docelowo 50 MJ/s], Stargard Szczeciński [14 MJ/s], Mszczonów [7,3 MJ/s], Uniejów [2,6 MJ/s], Słomniki [1 MJ/s], Lasek [2,6 MJ/s] oraz Klikuszowa [1 MJ/s]. Jak widać, niektóre zakłady nie osiągnęły jeszcze projektowanych parametrów. Zapewne wszędzie tam, gdzie będą sprzyjające możliwości techniczne i technologiczne, na pewno moc zostanie zwiększona.



Elektrownia geotermalna w Mszczonowie / Geothermal power plant in Mszczonów (arch. Photofactory®)

geothermal water – after receiving heat from it – is pumped back inside the reserve where it is heated again. This is how an inexhaustible energy source is obtained. However, this method comes with certain risks that can occur during the production of geothermal energy – these comprise the possibility of polluting deep water, and the risk of releasing radon, hydrogen sulphide and other gases. We should therefore be careful with obtaining geothermal energy on a wider scale. However, when appropriate technologies are used, this method can provide one of the most efficient sources of renewable energy. Thus, what is the possibility of utilizing geothermal energy in Poland?

Poland has very good conditions for utilizing geothermal energy because 80% of the area of the country is covered by 3 geothermal provinces: Central European, Fore-Carpathian and Carpathian. The temperature of water in the above-mentioned areas ranges from 30 to 130°C (at some points it is even up to 200°C). Such water occurs in sedimentary rocks at depths from 1 to 10 kilometres. Considerable depths at which geothermal waters occur can increase the costs of exploitation of such a reserve. Natural outflows of geothermal water are very rare. In Poland we can observe this phenomenon in the Sudetes (area of Cieplice, Łądek Zdrój). It is asserted that geothermal waters can be used in 40% of the territory of the country.

Extraction of such water becomes profitable when up to a depth of 2 kilometres the temperature of water is at least 65°C, and the content of salt in water does not exceed 30 g/l – on the assumption of sufficient resources in the reserve. The first Geothermal Plant in Poland in Bańska-Białym Dunajec was built in 1989-1993. The drill holes and the systems are used by PEC Geotermia Podhalańska SA which supplies heat to most households in Zakopane. There are eight geothermal heating plants in Poland. These are: Bańska Niżna [4.5 MJ/s, ultimately 70 MJ/s], Pyrzyce [15 MJ/s, ultimately 50 MJ/s], Stargard Szczeciński [14 MJ/s], Mszczonów [7.3 MJ/s], Uniejów [2.6 MJ/s], Słomniki [1 MJ/s], Lasek [2.6 MJ/s] and Klikuszowa [1 MJ/s]. It can be seen that some plants have not reached the designed parameters yet. Where there are favourable technical and technological conditions, the capacity will be certainly increased.

Energia biomasy

Zakłada się, że energia pozyskiwana z biomasy pozwalała gatunkowi ludzkiemu egzystować przez jakieś 100 000 lat. Oczywiście jest to wielkość szacunkowa, jednak należy mieć na uwadze, że biomasa nadal, w wielu miejscach na Ziemi, jest głównym źródłem energii. Zatem dlaczego biomasa jest taka ważna jako odnawialne źródło energii? Niektórzy uważają, że biomasa jest „zero emisyjna”. Znaczący to, że – wyemitowany w trakcie procesu spalania – dwutlenek węgla jest od razu przyswajany przez, rosnące nieopodal, rośliny w procesie fotosyntezy. To idealistyczne założenie nie sprawdza się, gdy dochodzi do zmasowanej emisji dwutlenku węgla do powietrza na danym obszarze.

Biomasa, jako odnawialne źródło energii, ma znaczący udział w wytwarzaniu energii. Do biomasy zaliczamy następujące substancje:

- odpady drzewne
- słomy
- rośliny specjalnie hodowane w celach energetycznych
- odpady z rolnictwa
- odpady z gospodarki leśnej
- odpady z przetwórstwa drewna
- odpady powstające w procesach hodowli zwierzęcej
- odchody zwierząt
- osady ściekowe
- wodorosty uprawiane specjalnie w celach energetycznych
- odpady organiczne (wysłodki, łodygi i kolby kukurydzy, trawy)
- oleje roślinne
- tłuszcze zwierzęce
- oraz wiele innych.

Czym zatem, w ogólnym ujęciu, jest biomasa? Zwykło się ją definiować jako, ulegającą biodegradacji, frakcję produktów, odpadów i pozostałości z działalności rolnej, leśnej oraz powiązanych z nimi innych gałęzi przemysłu, w tym także rybołówstwa. Asortyment ów rozciąga się też na biogazy oraz, ulegające biodegradacji, frakcje odpadów przemysłowych i komunalnych. Produkcja biomasy odbywa się najpierw przez fotosyntezę, gdzie energia słoneczna jest akumulowana w organizmach roślinnych. Potem, w łańcuchu pokarmowym, mamy występowanie biomasy zwierzęcej. Biomasa występuje w postaci świeżej (wilgotnej) masy oraz suchej (masa organizmów żywych – po wysuszeniu bądź odparowaniu wody/wilgoci). Według szacunków, Polska wykorzystuje jedynie około 7% swojego potencjału biomasy, w porównaniu do średniej (20%), występującej w krajach UE. Chcąc zwiększyć wykorzystanie biomasy należy wdrożyć odpowiednie instrumenty.

Zakładając, że część biomasy pochodzi z rolnictwa, produkującego w celach spożywczych, to obsadzając nieużytki, zwiększamy ilość biomasy możliwej do wykorzystania. Przyjmuje się, że największe możliwości, jeśli chodzi o produkcję biomasy, istnieją w uprawie roślin energetycznych (np. wierzba energetyczna). Znaczna ilość energii jest możliwa do pozyskania z przetworzenia słomy, której nadwyżka stanowi w rolnictwie odpad. Szacuje się, że

Biomass

It is generally assumed that energy obtained from biomass kept the human race existing for some 100 000 years. Of course this is just an estimated number but we have to take into consideration that biomass still remains the main source of energy in many places on Earth. So, why is biomass such an important renewable energy source? Some people believe biomass is emission-free. This means that carbon dioxide emitted in the process of combustion is immediately assimilated by the nearby vegetation in the process of photosynthesis. However, this idealistic assumption does not work with mass emissions of carbon dioxide into the atmosphere in a specific area.

Biomass, as a renewable source of energy, makes up a considerable share in power generation. The following substances are classified as biomass:

- waste timber
- straw
- energy crops
- agricultural waste
- forestry waste
- wood processing waste
- animal husbandry waste
- animal faeces
- sludge
- energy seaweed
- organic waste (beet pulp, corn stems and cobs, grass)
- vegetable oils
- animal fats
- and many others.

So, what is a general definition of biomass? It is normally defined as a biodegradable fraction of products, waste and residues from agricultural activity, forestry and other related branches of industry, including fishery. This is also inclusive of biogas and biodegradable fractions of industrial and municipal waste. Biomass is first produced through the process of photosynthesis where solar energy is accumulated in plant organisms. Animal biomass is the next cell in the food chain. Biomass can occur in the form of fresh (moist) pulp as well as dry matter (mass of living organisms – after drying out or evaporation). It is estimated that Poland utilizes only about 7% of the biomass potential in comparison to the average (20%) level of utilization in the member states of the European Union. Adequate instruments must be implemented in order to increase the utilization of biomass resources.

Assuming that part of the biomass comes from the agricultural production of food, we will increase the amount of usable biomass by planting wasteland. It is assumed that the largest biomass production potential is with energy crops (for example energy willow). A considerable amount of energy can be obtained from the processing of straw the excess of which is normally considered agricultural waste. It is estimated that more

ponad 11 mln ton słomy mogłoby być wykorzystanych energetycznie. Jako paliwo świetnie nadaje się także zarówno biogaz pozyskiwany w procesie odgazowywania składowisk odpadów, jak i wytwarzany w biogazowniach budowanych na terenach oczyszczalni ścieków.

W Polsce, zdecydowana większość energetycznego wykorzystania biomasy oparta jest na produkcji ciepła w małych lokalnych instalacjach energetycznych. Niektóre z nich są instalacjami przydomowymi, zapewniającymi ciepło jednej tylko rodzinie. Bywają też instalacje większe – stosowane w gospodarstwie rolnym albo będące małą ciepłownią, obsługującą niewielką jednostkę osadniczą, składającą się z kilku gospodarstw. W ostatnich latach w energetyce zawodowej zauważa się, coraz częstsze stosowanie spalania węgla z biomasą. Na uwagę zasługuje znaczący wzrost małych biogazowni, które wykorzystują odpady pochodzenia rolniczego, zarówno z produkcji roślinnej, jak i zwierzęcej. Dodatkowo można wykorzystywać w biogazowniach także osady, powstające w procesie oczyszczania ścieków.

Wykorzystanie biomasy, powinno być wspomagane urządzeniami technicznymi i technologicznymi, dzięki którym otrzymamy nie tylko paliwa gazowe czy ciekłe, ale także stałe, w postaci peletów bądź brykietów. Barię przy wykorzystaniu biomasy może być jej mały ciężar właściwy, jako surowca wyjściowego, co pociąga za sobą wysokie koszty transportu z miejsca produkcji do miejsca przetwarzania. Dobrym rozwiązaniem byłoby przetwarzanie biomasy wyjściowej w bezpośredniej bliskości jej powstawania. Przetworzony surowiec mógłby bez ograniczeń trafiać bezpośrednio do potencjalnych odbiorców. Innym rozwiązaniem byłoby przetwarzanie powstającej biomasy na miejscu jej powstawania i wykorzystania jej również w tym samym miejscu. Mielibyśmy lokalnie powstający surowiec i lokalnie wykorzystane paliwo.

than eleven million tonnes of straw could be used for power generation purposes. Another excellent fuel is biogas. It is obtained from the process of degassing of landfills and produced in biogas plants that are built within the territory of wastewater treatment plants.

In Poland the use of biomass for power generation purposes is to a predominant extent the production of heat in small local power generating plants. Some of them are household plants supplying heat to a single family only. There are also larger plants – they are either used to supply farmsteads or operate as small heating plants supplying heat to a small housing estate that is composed of several households. In recent years, co-combustion of coal and biomass for commercial power engineering purposes has become more and more frequent. A growth in the number of small biogas plants using agricultural waste, both of plant and animal origin, is worth noting. In addition, biogas plants can also utilize sludge that is produced in the wastewater treatment process.

The utilization of biomass should be supported by technical and technological equipment and facilities to produce not only gaseous and liquid but also solid fuels such as pellets and briquettes. A barrier to using biomass can be its low specific gravity as an input material, which is often associated with increased costs of transportation from the production site to the processing site. A good solution would be to process input biomass in the direct vicinity of the place in which it was produced. The raw material after processing could be supplied directly to potential customers without any limitations. Another solution would be processing and using the resultant biomass on the production site. Then, we would be dealing with a locally produced raw material and locally utilized fuel.



Obecnie odnotowuje się dynamiczny rozwój krajowego rynku biomasy / Currently the domestic market in biomass is developing dynamically (arch. Photofactory®)

Rozdział
6



NATURA ŻYWIOŁÓW
ZIEMIA
Elements of nature
EARTH

Zanim popłynął prąd

Before electricity

Prąd elektryczny – dla nas, współczesnych, całkowicie powszechny i zwyczajny – nie jest być może najdoskonalszą formą energii, jednak w naszym świecie zyskał pozycję dominującą. O jego popularności zdecydowała uniwersalność – możliwość zamiany na środki pozwalające na zaspokojenie w zasadzie wszystkich potrzeb człowieka. Historia ostatnich dwóch wieków wynalazków, rozwoju techniki i nauki, to w dużej mierze opowieść o coraz to nowych urządzeniach wykorzystujących energię elektryczną.

Electricity – completely common and ordinary for us, contemporary people – may not be the most perfect form of energy, but in our world it has gained a dominant position. Its popularity was determined by its versatility – the possibility of being replaced with measures that could satisfy generally all human needs. The two past centuries of inventions and of the development of technology and science have to a large extent told us a story of newer and newer equipment making use of electricity.

*Elektryczność atmosferyczna dawniej postrzegana była jako potęga bóstw gromowładnych
Atmospheric electricity used to be perceived as a power of thunder gods (arch. Photofactory®)*

W 1821 roku Michael Faraday odkrył zjawisko rotacji elektromagnetycznej, co pozwoliło na wynalezienie w następnych latach silnika elektrycznego, w 1833 roku Carl Friedrich Gauss i Wilhelm Weber skonstruowali telegraf elektryczny, a w 1854 roku Heinrich Göbel zapalił pierwszą żarówkę. Od XIX wieku energia elektryczna wytwarzana w jednym miejscu jest gdzieś indziej wykorzystywana do pracy fizycznej, rozrywki, przesyłu informacji, czy w końcu staje się źródłem ciepła i światła. Wydobycie i zaprzęgnięcie do pracy tej niewidzialnej mocy tkwiącej w martwej – wydawałoby się – materii, to wyzwanie, które inspirowało najwybitniejsze umysły w historii cywilizacji począwszy od Talesa z Miletu, poprzez Alberta Einsteina, Nikolę Teslę i wielu innych.

Z obecnością energii elektrycznej w przyrodzie stykał się już człowiek pierwotny, jednak oślepiające błyskawice, huk wyładowań i zniszczenia, które powodowały, skutecznie odstręczały go od prób praktycznego jej wykorzystania i przez tysiące lat pozostawała ona w dominium istot nadprzyrodzonych. Pioruny były atrybutami boskości – w mitologii egipskiej władał nimi Set, w nordyckiej Thor, nad Morzem Śródziemnym – Jowisz w Rzymie i Zeus w Grecji, a na słowiańszczyźnie – Perun. Skutki uderzenia pioruna mogły być zarówno twórcze, jak i niszczycielskie – podobno pierwsze uderzenie w czasie burzy zapładniało ziemię. Wiara w bliskie związki piorunów z bóstwami nie przemija, jeszcze dziś możemy zobaczyć gromnice palące się w oknach domów podczas burzy, zresztą – sama nazwa świecy pochodzi od słowa „grom”.

Święty Erazm z Formii, zwany też Elmo, wygłaszał kazanie, gdy tuż obok uderzył piorun. Niezlomny kaznodzieja jednak nie przerwał, a jego odwaga porwała serca słuchaczy, od tego czasu uznawany jest on za patrona żeglarzy, którzy modlą się o jego wstawienie podczas burzy. Jego imieniem – jako „ogień św. Elma” – określa się wyładowania, powstające na szczytach masztów i rejach żaglowców, a także słupach anten czy skrzydłach samolotów.

Według niektórych autorów pierwsze historyczne ślady „racjonalnego” zainteresowania elektrycznością odnajdujemy w starożytnym Egipcie. Na ścianach świątyni bogini Hathor w Denderze przedstawiono przedmioty, które miały być lampami elektrycznymi. Wizualnie wszystko wydaje się być na swoim miejscu: umieszczony w szklanej bańce żarnik symbolizowany przez węża, łodygi i kwiaty lotosu na oznaczenie przewodów i oprawki oraz „coś”, co przypomina dzisiejsze izolatory. Na podstawie tego obrazu Austriak, inżynier Walter Garn skonstruował działające urządzenie dające nieco światła. Pozostawała jednak kwestia zasilania: skoro jest odbiornik, gdzie podziały się źródła energii. „Odkryto” je entuzjastycznie w niedalekim Bagdadzie: były to gliniane naczynia z miedzianym walcem wewnątrz, zamykane osadzonymi w asfalcie korkami.

*Drewniany posąg przedstawiający słowiańskiego boga grzmotów i piorunów Peruna
A wooden statue representing Perun – a Slavic god of thunder and lightning (arch. Photofactory®)*

In 1821, Michael Faraday discovered the phenomenon of electromagnetic rotation, which contributed to the invention of an electric motor in subsequent years. In 1833, Carl Friedrich Gauss and Wilhelm Weber built an electrical telegraph, and in 1854 Heinrich Göbel lit the first light bulb. Since the 19th century electricity generated at one site has been used somewhere else for work, entertainment and data transfer purposes or as a source of heat and lighting. Extracting and harnessing this invisible power locked in seemingly inanimate matter, was a challenge inspiring the preeminent minds in the history of civilization, from Thales of Miletus, to Albert Einstein, Nikola Tesla and many others.

Early humans had already encountered the presence of electrical energy in nature, but the blinding flashes of lightning, the roar of thunder and the damage they wrought effectively deterred people from attempting to use it in practice, and for thousands of years it remained in the realm of supernatural phenomena. Thunderbolts were divine attributes – in Egyptian mythology they were associated with Seth, in Nordic countries with Thor, in the Mediterranean with Jupiter (Rome) and Zeus (Greece), and in the Slavic territory – Perun. The effects of a thunderbolt could be both creative and destructive; the first lightning during a storm reputedly impregnated the soil. The belief in the close connection between lightning and deities lives on: even today during thunderstorms, special blessed candles can be seen burning in the windows of some homes. In Polish the name of a candle ‘gromnica’ derives from ‘grom’ (thunderbolt).

Saint Erasmus of Formia, also known as Saint Elmo, was preaching when a thunderbolt struck the ground beside him. Undaunted, the preacher continued his sermon and his courage won the hearts of his audience. Since then he has been the patron saint of sailors who ask for his intercession during storms. The electrical discharges at the mastheads and yards of ships, aerial posts or airplane wings came to be called after him as ‘Saint Elmo’s Fire’.

Some authors claim that the first historical traces of the ‘rational’ interest in electricity should be looked for in ancient Egypt. Items depicted on the walls of a temple dedicated to the goddess Hathor in Dendera allegedly represented electric lamps. Visually, everything seems to fall into place: a filament symbolised by a snake inside a glass bulb, lotus stalks and flowers signifying wires and a socket and ‘something’ that resembles modern insulators. Based on that image, an Austrian engineer, Walter Garn, constructed a functioning device that generated some light. Yet, there was the question of power supply: assuming it was a receiver, where were the sources of energy? They were enthusiastically ‘discovered’ in nearby Baghdad: clay vessels with a copper cylinder inside and sealed with plugs set in asphalt.



Egipska „żarówka” – relief w Świątyni Hathor w Denderze / Egyptian ‘bulb’ – a profile in The Temple of Hathor at Dendera (arch. Photofactory®)

Rekonstrukcja urządzenia i wypełnienie go organicznym kwasem faktycznie wywołało reakcję, której wynikiem było uzyskanie napięcia ok. 0,5 V. Jednak przy dokładniejszej analizie okazuje się, że chęć udowodnienia przyjętych hipotez za wszelką cenę spowodowała u „badaczy” nadinterpretację faktów. Przeprowadzona przez Franka Dörnenburga krytyczna analiza zarówno zachowanych w Denderze reliefów, jak i bagdadzkiej baterii obala wywoływanie zwoleńników elektryfikacji w państwie faraonów. Naścienne ilustracje odnoszą się do obchodów święta Nowego Roku: wąż symbolizuje tu świt i wschód Słońca, natomiast odkryte w Bagdadzie naczynia służyły rzemieślnikom do złączenia i posrebrzania wyrobów jubilerskich, nie mogły zaś być efektywnym źródłem energii elektrycznej.

Bardziej wiarygodna wydaje się być hipoteza o elektrostatycznych właściwościach Arki Przymierza – zbudowana wg instrukcji zachowanej w *Księdze Wyjścia*: z drzewa akacjowego; jej długość będzie wynosiła dwa i pół łokcia; jej wysokość półtora łokcia i jej szerokość półtora łokcia. I pokryjesz ją szczerem złotem wewnątrz i zewnątrz, i uczynisz na niej dokoła złote wieńce. Dwie warstwy przewodnika rozdzielone dielektrykiem – to schemat budowy kondensatora! Do jego „obsługi” należało być wyposażonym w specjalne, ochronne ubranie



Jedna ze współczesnych replik Arki Przymierza / A contemporary replica of the Ark of the Covenant (arch. Photofactory®)

(szaty kapłańskie) oraz przejść odpowiednie przeszkolenie. Młodzi kapłani, którzy nie posiadli jeszcze całej tajemnicy, czy też świętokradcy, którzy nieupoważnieni odważyli się „wyciągnąć rękę ku Skrzyni Bożej”, ginęli: „... wyszedł ogień od Pana i spalił ich tak, że zmarli”. Według domysłów, skrzynia-kondensator ładowana była poprzez pocieranie przez kapłanów lub poprzez wykorzystanie elektryczności „atmosferycznej” – łącząc jedną z okładzin z ziemią, a drugą z metalowym przedmiotem na odpowiedniej wysokości (np. dachem świątyni). Jak wiadomo z Biblii – Mojżesz miał szansę poznać tajemnice egipskich kapłanów podczas dorastania na dworze faraona – ci zaś wcześniej już posiadli podobno umiejętność konstruowania kondensatorów, które strzegły fortec i świątyń przed rabunkami. Wiedzę tę, według mitologii, przekazał im sam Horus – bóg nieba.



When the device was reconstructed and filled with organic acid, a reaction occurred whereby a voltage of about 0.5 V was generated. However, upon closer analysis it turns out that the desire to prove the preconceived hypotheses at all costs led the ‘researchers’ to a strained interpretation of the facts. Frank Dörnenburg’s critical analysis of both the reliefs in Dendera and the Baghdad battery disproved the claims of the proponents of electrification in the land of the pharaohs. The images on the temple walls refer to New Year celebrations: the snake symbolizes the dawn and sunrise, whereas the vessels discovered in Baghdad were used by artisans to plate jewellery with gold and silver and could not be an effective source of electricity.

The hypothesis on the electrostatic properties of the Ark of the Covenant seems more plausible. According to the instructions recorded in the *Book of Exodus*, the Ark was made of: acacia wood; two and a half cubits shall be its length, a cubit and a half its width, and a cubit and a half its height. And you shall overlay it with pure gold, inside and out you shall overlay it, and shall make on it a moulding of gold all around. Two conductor layers separated by a dielectric – it is a schematic of a capacitor! To operate that ‘capacitor’ one had to wear special protective clothing (priest’s vestments) and undergo proper training. Young priests who had not yet acquired the secret knowledge or sacrilegious individuals who dared reach out their hand to the Ark of God, died: *So fire went out from the Lord and devoured them and they died before the Lord! It can be guessed that the Ark (capacitor) was charged when rubbed by the priests or with the aid of ‘ambient electricity’* – one layer was connected to the ground and the other to a metal object situated at sufficient height (e.g. the roof of a temple). The Bible says that when Moses grew up at the pharaoh’s court, he learned the secrets of Egyptian priests who had already been able to produce capacitors used to protect fortresses and temples against robberies. According to mythology, that knowledge was bequeathed to them by Horus – the god of the sky.

Zjawiskami związanymi z elektrycznością interesowały się wielkie starożytne cywilizacje nad Morzem Śródziemnym. Według legend, ok. 900 roku p.n.e. Magnus, grecki pasterz, szedł polem pokrytym czarnymi kamieniami, które w „magiczny” sposób wyciągnęły żelazne gwoździe z jego sandałów. Działo się to w regionie nazywanym dziś Magnezją – choć według innych wątków mitologii, nazwa tej krainy pochodzi od imienia syna Zeusa i Thyi – Magnesa, jej pierwszego króla. Odnosząc się do mitologii greckiej, nie sposób pominąć Prometeusza, który najpierw stworzył samego człowieka z gliny zmieszanej ze łzami, a następnie wyposażył go w ogień i nauczył wykorzystywać jego energię. Przekazał też całą resztę wiedzy, na której opierał się rozwój cywilizacji – to dzięki niemu ludzie umieli budować schronienia, poznali pismo, technologię obróbki metali oraz sposoby ujarzmania i wykorzystywania sił przyrody.

Wreszcie – ok. 600 roku p.n.e. – mamy do czynienia z pierwszymi udokumentowanymi doświadczeniami z zakresu elektrostatyki. Oczywiście chodzi o Talesa z Miletu i jego obserwacje dotyczące bursztynu (gr. *elektron* – co dało początek powszechnemu dziś pojęciu „elektryczności”), który pocierany, zaczyna przyciągać inne przedmioty. Choć Tales nie był w stanie wyjaśnić tego zjawiska ani też nie było jeszcze szans na wykorzystanie go w praktyce, to zwrócił uwagę współczesnych na nową dziedzinę fenomenów przyrody, którą zaczęto się odtąd bardziej interesować.

Jednak przez następne dwadzieścia cztery stulecia wiedza o elektryczności nie posunęła się zbytnio naprzód. Sytuacja zmieniła się dopiero w okresie oświecenia, gdy nauki przyrodnicze uwolnione zostały spod paralizującego wpływu kościelnych dogmatów, co zaowocowało gwałtownym ich rozwojem. Jeszcze u schyłku renesansu, w roku 1600, angielski fizyk William Gilbert ogłosił swoją rozprawę *O Magnesach i ciałach magnetycznych, oraz o wielkim magnesie Ziemi*, w której jako pierwszy zastosował termin „elektryczność”. W opisie właściwości magnetycznych i elektrostatycznych różnych ciał zaczął się posługiwać terminami: pole magnetyczne, siły przyciąganie elektryczne. Wcześniej – w roku 1551 roku Girolamo Cardano – włoski matematyk – zauważył, że właściwości bursztynu oraz magnetytu to jednak dwie różne rzeczy. Zaczęto zwracać uwagę na rozróżnienie pomiędzy magnetyzmem, a elektrycznością, choć związek między nimi wydawał się nadal oczywisty.

Postęp nauki w następnych latach wieku XVII i przez całe następne stulecie był zaskakujący. W 1660 roku burmistrz Magdeburga, Otto von Guericke skonstruował pierwszą maszynę elektrostatyczną, która wykonana była z obracającej się, pokrytej siarką, szklanej kuli, a ładowała się poprzez tarcie.

Bursztyn – klejnot, który dał imię elektryczności
Amber – a gem electricity gained its name from (arch. Photofactory®)

Great ancient civilizations of the Mediterranean region were interested in the phenomena related to electricity. Legend has it that around 900 BCE, Magnus, a Greek shepherd, walked across a field strewn with black stones that ‘magically’ extracted iron nails from his sandals. It happened in a region nowadays known as Magnesia, although according to other mythological stories, the name of the land derives from the name of its first king, Magnes – who was the son of Zeus and Thyia. When mentioning Greek mythology, one cannot overlook Prometheus who first created man from clay mixed with tears and then equipped him with fire and taught him how to use it. He also bequeathed to man the rest of the knowledge on which the progress of civilization was founded. Thanks to Prometheus people learned how to build shelters, write, process metals and harness and use the forces of nature.

Finally – around 600 BCE – the first documented experiments were carried out in the field of electrostatics. They were performed by Thales of Miletus, who made some observations about amber (electron in Greek – which gave rise to the now common term ‘electricity’) that, when rubbed, starts pulling on other objects. Although Thales was not able to explain the phenomenon, or there was no chance to use it in practice, it drew the attention of contemporary people to natural phenomena, arousing increased interest in them.

However, over the following twenty four centuries knowledge concerning electricity did not progress too much. The situation changed only in the period of Enlightenment when natural sciences were liberated from the paralysing influence of church dogma and, as a result, began to develop rapidly. Already in the final years of the Renaissance, in 1600, an English physicist, William Gilbert, published his treatise *On the Magnet and Magnetic Bodies, and on the Great Magnet the Earth* in which the term ‘electricity’ was used for the first time. He used innovative terms such as: magnetic field, forces and electrical attraction to describe magnetic and electrostatic properties of various bodies. Earlier, in 1551, Girolamo Cardano – an Italian mathematician – noticed that the properties of amber and magnetite were actually two different things. Scientist began to distinguish between magnetism and electricity although there still seemed to be an obvious relation between them.

Scientific progress in the following years of the seventeenth century and throughout the eighteenth century was surprising. In 1660 the mayor of Magdeburg, Otto von Guericke, invented the first electrostatic machine. It was a rotating glass globe coated with sulphur, which was charged when rubbed by hand.

Francis Hauksbee w 1705 roku przeprowadził serię eksperymentów, w których szukał przyczyny pojawiania się światła na szklanych rurkach, z których wykonane były barometry Torricelliego. Wpiero łączono to zjawisko z rtęcią wypełniającą przyrząd, lecz wkrótce okazało się, że na powierzchniach szklanych pojawia się światło niezależnie od tego, czy naczynia są puste, czy też mają jakąś zawartość. Hauksbee zauważył, że na szkle pojawiają się iskry również wtedy, gdy wykonane z niego przedmioty znajdują się w pobliżu innych, wcześniej naelektryzowanych. Organizował zapierające dech w piersiach pokazy z wykorzystaniem wielu artefaktów o różnych kształtach, emitujących światło w pełnej gamie barw.

W roku 1729 Stephen Gray odkrył, że ładunki elektryczne „przemieszczają się” w niektórych materiałach, podczas gdy w innych – nie. Użyty przez niego mokry sznur pozwolił na przesłanie prądu na odległość 765 metrów, natomiast nić jedwabna nie wykazywała takich właściwości. W końcu – na zakończenie swoich badań przesłał od maszyny elektrostatycznej, do elektroskopu ładunek na odległość 88 metrów poprzez drut żelazny zawieszony na jedwabnych niciach. Tak właśnie dokonano się odkrycie przewodnictwa oraz ustalenie podstawowych zasad konstrukcji (umieszczenie przewodnika na izolatorach) wszystkich linii służących do przesyłania prądu, zarówno tych zasilających, jak i telekomunikacyjnych.

Pięć lat później wyniki swoich badań ogłosił przed Francuską Akademią Nauk emerytowany oficer, Charles du Fay. Po pierwsze obalił on wcześniejszą klasyfikację ciał na „elektryczne” i „nieelektryczne”, zaproponowaną przez Jeana Desaguliersa. Du Fay dowiódł, że wszystkie ciała poddające się elektryczności, mogą zostać naelektryzowane! Pozostałe jego odkrycia dotyczyły przewodnictwa,

In 1705, Francis Hauksbee conducted a series of experiments in which he tried to establish reasons why light appeared on the glass tubes in Torricelli's barometers. At the beginning, this phenomenon was associated with the mercury that the device contained. However, soon it turned out that light appeared on glass surfaces regardless of whether the vessels were empty or not. In addition, Hauksbee observed that sparks would appear on different objects made of glass when they were placed near other objects that had been electrically charged. He organised a number of breathtaking demonstrations with the aid of numerous artefacts of various shapes emitting light in a full range of colours.

In 1729, Stephen Gray discovered that electric charges 'travelled' through some materials while in others they did not. He used wet packthread to transmit electric current over a distance of 765 metres, and established that silk thread did not have such properties. Eventually, at the final stage of his experiments he transmitted a charge between an electrostatic machine and an electroscope over a distance of 88 metres through a wire suspended on silk threads. Thus, electrical conduction was discovered and the basic design principles (placing a conductor on insulators) were determined for all electricity transmission lines, both these used for power supply and telecommunications.

Five years later, a retired officer, Charles du Fay announced the findings of his experiments to the French Academy of Sciences. First, he refuted the previous classification of 'electric' and 'non-electric' bodies put forward by Jean Desaguliers. Du Fay proved that all bodies exposed to electricity can be electrically charged! His other discoveries were related



Rycina przedstawiająca pierwszą maszynę elektrostatyczną autorstwa Ottona von Guericke'a z 1654 r.
A drawing of the first electrostatic machine by Otton von Guericke of 1654 (arch. Photofactory®)

cech elektrycznych ludzkiego ciała odizolowanego od ziemi, choć najważniejszym dokonaniem było wprowadzenie podziału na dwa rodzaje energii elektrycznej: ciała szkliste (wytwarzanej na szkle, kamieniach, metalach szlachetnych, sierści zwierząt) oraz ciała żywiczne (powstającej na bursztynie, żywicy, laku, papierze). Zaobserwował również, że ładunki tego samego rodzaju odpychają się, a odmienne – przyciągają. Obecnie nadal posługujemy się tym rozróżnieniem, choć stosujemy dla niego terminologię wprowadzoną w 1752 roku przez Benjaminą Franklina, który określił ładunki jako „dodatnie” i „ujemne”.

Przełomowym wynalazkiem stała się butelka lejdejska – pierwszy kondensator – skonstruowana w 1745 roku, niezależnie przez dwóch ludzi: Pietera van Musschenbroeka na Uniwersytecie w Lejdzie oraz Ewalda Jürgena Georga von Kleista w Kamieniu Pomorskim. Szkło butelki pełniło rolę izolatora pomiędzy dwiema warstwami metalowej folii, pokrywającymi jej ścianki od wewnątrz i na zewnątrz. Butelka wypełniona była wodą i zatkana korkiem, przez który przechodził na zewnątrz miedziany drut. Najważniejszy eksperyment z wykorzystaniem tego wynalazku był jednak dziełem Benjaminą Franklina, który w czerwcu 1752 roku używając latawca, naładował butelkę lejdejską prądem z błyskawicy. Amerykański uczone udowodnił, iż pioruny są właśnie wyładowaniami elektrycznymi, co miało ogromne znaczenie praktyczne, bowiem pozwalało na znalezienie naukowych sposobów na ochronę przed ich uderzeniami. Inne badania i odkrycia Franklina, choć może mniej spektakularne, miały równie ważne znaczenie dla postępu w dziedzinie wykorzystania elektryczności. Zaobserwował, iż szkło potarte tkaniną elektryzuje się ładunkiem o takiej samej sile, jak tkanina, lecz o przeciwnym potencjale. Z tego faktu wywnioskował dalej, iż istnieje raczej jeden rodzaj elektryczności, a nie dwa (jak wcześniej twierdził du Fay, Watson i inni), a podczas tarcia przedmiotów jeden z nich otrzymuje jakby jej nadmiar, a drugi ma jej deficyt, przez co później występuje dążenie do zbilansowania tej różnicy. Do demonstracji swoich konkluzji Franklin wykorzystał dwóch ludzi stojących na odizolowanych platformach, pocierali oni szkło tkaniną, a następnie jeden zebrał na siebie ładunek ze szkła, a drugi z materiału. Następnie zbliżyli do siebie dłonie i pomiędzy ich palcami przeskoczyła silna iskra. Ładunki, którymi wcześniej naładowali swe ciała, całkowicie się zneutralizowały.

Jeszcze w roku 1748 Benjamin Franklin zademonstrował prototyp silnika elektrycznego – do wykonanej z izolatora okrągłej tarczy przymocował po przekątnej dwie metalowe gałki. Następnie umieścił ją pomiędzy ustawionymi naprzeciw siebie podobnymi kulami tak, by mogła się obracać, a odległość pomiędzy gałkami w ich największym zbliżeniu była bardzo mała.

to conduction, the electric properties of a human body insulated from the ground. However, his most significant achievement comprised the introduction of the division into two types of electricity: vitreous (generated on glass, stones, noble metals and animal fur) and resinous (generated on amber, resin, sealing wax and paper). He also observed that charges of the same kind repelled each other whereas different charges attracted each other. This differentiation still holds true today except that we use the terminology introduced in 1752 by Benjamin Franklin who defined charges as 'positive' and 'negative'.



Butelka lejdejska – pierwszy kondensator / The Leyden jar – the first capacitor (arch. Photofactory®)

A breakthrough came with the Leyden jar – the first capacitor – designed in 1745, independently by two people: Pieter van Musschenbroek at the University of Leiden (Leyden) and Ewald Jürgen Georg von Kleist in Kamień Pomorski. The glass was an insulator between two layers of metal foil covering the inner and outer surfaces of the jar. The jar was filled with water and closed with a plug through which a copper wire passed. However, the most important experiment with that device was conducted by Benjamin Franklin who, in June 1752, used a kite to charge the Leyden jar with electricity from lightning. The American scientist proved that lightning is an electrical discharge, which was very important in

practice since it enabled finding scientific means of protection against the effects of lightning strikes. Franklin's other experiments and discoveries, even if they were less spectacular, were also important for progress in the utilization of electricity. He observed that glass rubbed with a cloth was electrified with a charge having the same force but opposite potential as the cloth. Thus, he further concluded that there must be rather one type of electricity instead of two (as du Fay, Watson and others had claimed before), and where when two objects are rubbed against each other one of them receives the surplus while the other is deficient in electricity, so afterwards they tend to offset the difference. To demonstrate his findings, Franklin had two people stand on isolated platforms and rub glass with a cloth. Then, one of them touched the glass while the other touched the cloth. When they drew the palms of their hands close to each other, a strong spark jumped between their fingers. The charges with which their bodies had been charged were completely neutralised.

As early as 1748 Benjamin Franklin demonstrated a pre-prototype of an electric motor by fastening two metal knobs diagonally to a round disc made from an insulator. Afterwards, he installed it between similar balls facing one another so that the disc could turn and the distance between the knobs at their closest position was very small.

Gdy kule na stojaku zostały naładowane elektrycznie, jedna dodatnio, a druga ujemnie, koło zostało wprowadzone w ruch. Kule na tarczy były przyciągane przez te umieszczone na stojaku, a gdy odległość była minimalna, przeskoczyła pomiędzy nimi iskra, powodując ich naładowanie takim samym ładunkiem. W tym momencie kule zaczęły się odpychać i wprawiły tarczę w dalszy ruch. Za swoją pracę naukową i osiągnięcia Benjamin Franklin został w 1753 roku odznaczony przez Royal Society Medalem Copleya – ówczesnie najwyższą naukową nagrodą w Anglii.

Zdecydowanie najważniejszym wydarzeniem tego okresu było jednak ogłoszenie przez Charlesa Augustina de Coulomba w 1784 roku podstawowego prawa elektrostatyki. Wcześniej do podobnych wniosków dochodzili inni naukowcy (John Michell, Johann Tobias Mayer, Henry Cavendish), jednak nie przeprowadzili pełnego dowodu swoich twierdzeń. Coulomb wykorzystał skonstruowaną przez siebie wagę skręceń i stwierdził, że siła oddziaływania wzajemnego pomiędzy dwoma ładunkami elektrycznymi jest wprost proporcjonalna do ich iloczynu oraz odwrotnie proporcjonalna do kwadratu odległości między nimi. Prawo Coulomba pozwalało odtąd na wyznaczanie sił oddziaływania dowolnego rozkładu ładunków elektrycznych, co umożliwiło prowadzenie dalszych badań i rozwoju nauk o elektryczności.

Schyłek XVIII wieku to okres doświadczeń włoskiego anatoma Luigi Galvaniego, który podczas badań żab zwrócił uwagę na drgania mięśni martwego zwierzęcia wywołane dotknięciem metalu. „Elektryczność zwierzęca” była już wcześniej przedmiotem doświadczeń – w XVII wieku opisał podobne reakcje nerwów i mięśni Holender, Jan Swammerdam, a w 1700 roku obserwował je we Włoszech Leopold Caldani. Johann Georg Shulzer w 1762 roku opublikował w Berlinie swoje odkrycie, iż umieszczone na języku dwa kawałki różnych metali – użył do tego srebra i ołowiu – dawały w efekcie posmak podobny do siarczanu żelaza. Dodatkowo, efekt ten nie był wyczuwalny, gdy jeden z nich znajdował się na języku, a drugi pod nim, a dopiero w momencie, kiedy ich zewnętrzne krawędzie się stykały. Wszystko to jednak były rewelacje od siebie niezależne, nie udało się jeszcze nikomu sformułować zadowalających wyjaśnień tych zjawisk, które łączyłyby je w miarę spójny system wiedzy. Dopiero eksperymenty Galvaniego skupiające się na ich elektrycznych cechach pozwoliły na udowodnienie, iż „siła” powodująca skurcze martwych mięśni zwierząt był właśnie prąd elektryczny. Wyniki swoich badań Galvani opublikował po jedenastu latach doświadczeń w roku 1791 w dziele *De viribus electricitatis in motu musculari commentarius* – *Komentarz o efektach elektrycznych ruchu mięśni*.

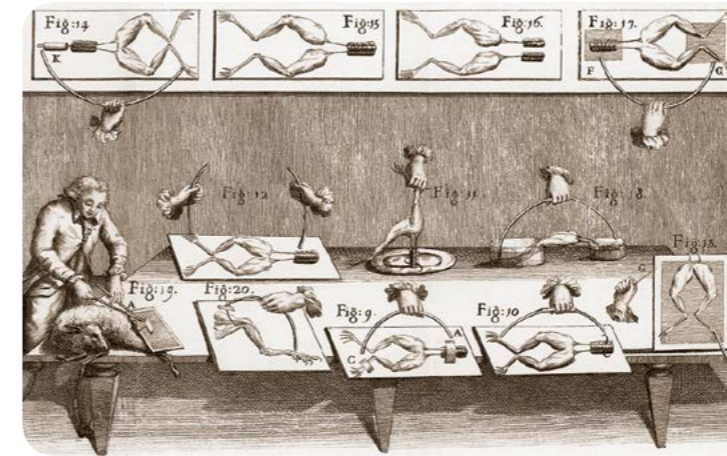
Badania Galvaniego zainteresowały między innymi Alessandro Voltę – profesora historii naturalnej na Uniwersytecie w Pawii, który był przekonany, że źródłem elektryczności były zastosowane w doświadczeniach metale. Pomiędzy naukowcami rozpoczął się intensywny spór, przerwany dopiero przez śmierć Galvaniego w 1798 roku. Dwa lata później Volta wystosował do Royal Society w Londynie pismo, w którym donosił o skonstruowaniu „stosu”, który zachowuje się podobnie do butelki lejdejskiej, bowiem pozwala magazynować energię.

When the balls on the stand were electrically charged – one with a positive and the other with negative charge – the wheel was set in motion. The balls on the disc were attracted by those on the stand and when their spacing reached the minimum, a spark-over occurred between them, thus charging them identically. At that moment the balls started pushing off one another, thus setting the disc into motion again. In 1753, the Royal Society awarded Benjamin Franklin the Copley Medal – the highest scientific distinction in England at that time.

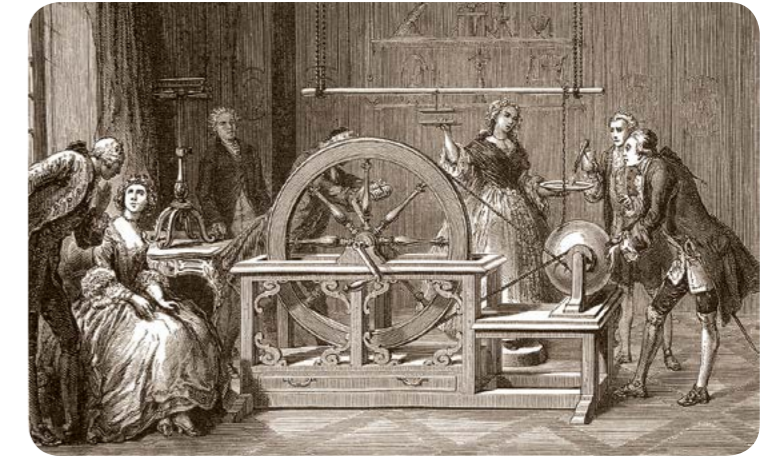
By far the most important event of that period was Charles Augustin de Coulomb's publishing of the fundamental law of electrostatics in 1784. Similar conclusions had previously been reached by other scientists (John Michell, Johann Tobias Mayer, and Henry Cavendish), but they had not fully proved their theorems. Coulomb used a self-designed torsion balance and stated that the force of interaction between two charged particles was directly proportional to the product of their charges and inversely proportional to the square of the distance between them. From that time Coulomb's law had made it possible to determine the forces of interaction in any arrangement of electric charges and enabled further research and development in the area of electrical science.

The close of the eighteenth century saw experiments carried out by an Italian anatomist, Luigi Galvani. When studying frogs he noticed that the muscles of a dead animal twitched when touched by metal. 'Animal electricity' had long been a subject of experiments. In the 17th century similar nerve and muscle responses were described by a Dutchman, Jan Swammerdam, and in 1700 they were observed by Leopold Caldani in Italy. In Berlin in 1762, Johann Georg Shulzer published his discovery that two pieces of different metals – silver and lead – placed on a tongue combined to produce a taste similar to that of ferrous sulphate. In addition, the effect could not be felt when one piece was on the top of the tongue and the other piece under the tongue. It could be felt only when their outer edges were in contact. However, no one had yet managed to formulate a satisfactory explanation of those phenomena and connect all those discoveries to form a coherent body of knowledge. It was only Galvani, through his experiments focusing on electrical properties, who proved that electricity was the 'force' causing the muscles of dead animals to twitch. Galvani published his findings in 1791, after eleven years of experiments, in a work entitled *De viribus electricitatis in motu musculari commentarius* (*Commentary on the Effect of Electricity on Muscular Motion*).

One of those who became interested in Galvani's work was Alessandro Volta – a natural history professor at the University of Pavia, who was convinced that the metals used in the experiments were the actual source of electricity. The resultant intense disagreement between the scientists was brought to an end by Galvani's death in 1798. Two years later, in his letter to the Royal Society in London, Volta reported that he had designed a 'pile' that behaved similar to a Leiden jar because it made it possible to store energy.



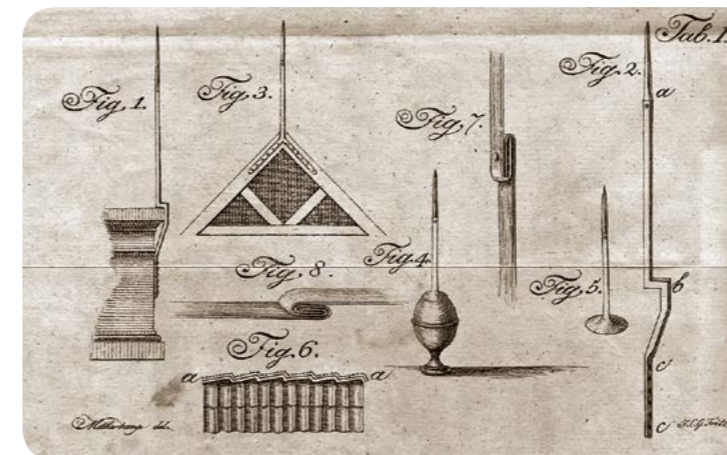
Eksperymenty Galvaniego z żabimi udkami – rycina ok. 1791 r.
Galvani's experiment with frogs' legs – a 1791 print (arch. Photofactory®)



Eksperyment Jeana-Antoine'a Nolleta z ludźmi jako przewodnikami prądu
Jean-Antoine Nollet's experiment involving people as current conductors (arch. Photofactory®)



Benjamin Franklin (1706-1790) podczas eksperymentu z latawcem / Benjamin Franklin (1706 – 1790) during the kite experiment (arch. Photofactory®)



Pierwsze piorunochrony instalowano w Filadelfii od 1752 r., rycina przedstawia kilka rodzajów instalacji ogromnych / The first lightning conductors were installed in Philadelphia from 1752; the drawing shows a few types of lightning arrester installations (arch. Photofactory®)



Alessandro Volta demonstruje swój wynalazek Napoleonowi w 1801 r.
Alessandro Volta is showing his invention to Napoleon in 1801 (arch. Photofactory®)

Jednak zasadnicza różnica tkwiła w tym, że butelka lejdejska po rozładowaniu nie posiadała już ładunku elektrycznego, natomiast „stos” Volty ciągle ten ładunek odnawiał. Urządzenie Volty składało się z osiemdziesięciu dysków z cynku i miedzi ułożonych naprzemiennie i oddzielonych od siebie przekładkami z papieru, filcu lub skóry nasączonymi roztworem soli albo kwasu. Całość umieszczona była w pionowym stojaku, z którego podstawy i szczytu wychodziły przewody. Volta uznał swój wynalazek za doświadczalny dowód na to, że elektryczność powstaje w wyniku kontaktu pomiędzy dwoma różnymi metalami – miało to być jego ostatecznym zwycięstwem w sporze z Galvanim.

Eksperymenty innych naukowców opierające się na opisie Volty dowiodły, że źródłem prądu elektrycznego są reakcje chemiczne, a teoria kontaktu metali jest błędna. Zgłębiając badania Volty, Johann Ritter zaproponował w 1801 roku, koncepcję uporządkowania metali pod względem siły prądu, który – zanurzone w roztworach soli lub kwasów – produkują. Na ten sam pomysł nieco później wpadł również Volta i zestawienie, w którym każdy z metali ma potencjał dodatni w porównaniu ze znajdującym się na pozycji poniżej, nosi nazwę „szeregu elektrochemicznego Volty”. Idea siły elektromotorycznej została już sformułowana, choć musiało minąć całe ćwierćwiecze, zanim Georg Simon Ohm opublikował swoje prawo.

Nowe ogniwa i ich zespoły powstawały teraz coraz szybciej i zaczęto nazywać je bateriami. Nie znając jeszcze w pełni natury elektryczności, badacze w sposób oczywisty koncentrowali się na ubocznych, lecz bardziej spektakularnych efektach jej działania, jakimi były: huk i iskry wyładowań. W sposób niemal naturalny szukano analogii w terminologii militarnej i stąd do dziś pozostał nam „ładunek” elektryczny czy zapożyczona od artylerzystów „bateria”.

Na początku XVIII wieku elektryczność znana była tylko na salonach i w kręgach naukowych. Zastosowanie nowych wynalazków było bardzo ograniczone – po pierwsze baterie dostarczały niewielkich ilości energii, a i żywotność ich była krótka; po drugie zaś, oprócz oczywistych i odczuwalnych efektów działania prądu, jak choćby rozgrzewanie przewodników, czy wręcz ich spalanie, nie istniały jego żadne praktyczne zastosowania.

Na swoją kolej czekały prądnice, ale do ich wynalezienia potrzeba było jeszcze kilku pośrednich kroków. Jednym z nich były prace Hansa Christiana Ørsted, który podczas wykładu prezentującego ciepłe efekty przepływu prądu przez przewodnik zauważył, że igła stojącego niedaleko przewodnika kompasu odchyła się w jego kierunku, gdy płynie przez niego prąd. Przez następne miesiące badał to zjawisko i odkrył, że nie tylko prąd elektryczny oddziałuje

However, the fundamental difference was that the Leiden jar after discharge had no electric charge at all while the voltaic pile could continuously renew the charge. The device constructed by Volta was composed of eighty alternating zinc and copper discs separated by cardboard, felt or leather spacers which were soaked in salt water or acid solution. The pile was placed in a vertical stand with wires at the bottom and top. Volta considered his invention to be an excellent experimental proof that electricity was generated as a result of contact occurring between two different metals – he believed it would be his final victory in his dispute with Galvani.

Experiments conducted by other scientists based on Volta's description proved that the source of electricity was chemical reactions and the theory of metallic contact was erroneous. Taking Volta's research further, in 1801 Johann Ritter proposed a classification of metals with regard to the force of electric current they generated when submerged in salt or acid solutions. Volta developed the same concept slightly later and made a table, known as 'Volta's electrochemical series', in which every metal has positive potential compared to that in the following line. Thus, the concept of electromotive force was formulated although still a quarter of a century had to pass before Georg Simon Ohm published his law.

New cells and their assemblies were built faster and faster and were referred to as batteries. Not aware of the full nature of electricity, the researchers obviously focused on the side, but at the same time more spectacular, effects of electric discharge involving noise and sparks. The analogy to military terminology was almost natural and nowadays terms such as (electric) 'charge' or 'battery' – a word borrowed from artillery – are still in use.

At the beginning of the 18th century electricity was a phenomenon known to the elite and scientists only. The applications of the new inventions were very limited. Firstly, batteries provided only small amounts of energy and their life was quite short.

Secondly, besides the obvious and perceptible effects of electricity such as the heating or even burning of conductors, there were no practical applications for them.

Electrical generators were yet to be invented and a few steps had to be made to achieve that. One of these steps was the research by Hans Christian Ørsted. During a lecture on the thermal effects of the flow of electricity he noticed that the needle of a compass deflected towards the conductor when the latter carried electricity. Over the following months he studied the phenomenon and discovered that not only did the electricity influence the magnetised needle but also the magnet could affect



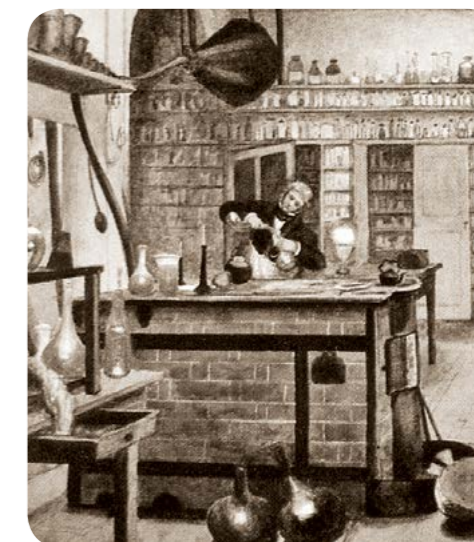
Ogniwo Volty – rekonstrukcja
A voltaic pile – reconstruction (©Photofactory®)



Hans Christian Ørsted podczas eksperymentu z oddziaływaniem prądu na igłę kompasu / Hans Christian Ørsted during experiments with electric current and a compass needle (©Photofactory®)



André Marie Ampère jest uważany za jednego z głównych odkrywców elektromagnetyzmu / André Marie Ampère is deemed one of the main discoverers of electromagnetism (©Photofactory®)



Michael Faraday w laboratorium w Royal Institution / Michael Faraday in the Royal Institution laboratory (©Photofactory®)

na namagnesowaną igłę, ale też magnes może wpływać na drut, przez który płynie prąd, gdy tylko ma on możliwość ruchu. Ørsted opublikował wyniki swoich badań 21 czerwca 1820 roku na łamach włoskich gazet, dzięki czemu stały się szeroko znane i popularne. Elektromagnetyzm opisany przez Duńczyka stał się kluczem do kolejnych odkryć i wynalazków.

W tym samym roku w Akademii Francuskiej serię wykładów prezentujących nowe odkrycia z dziedziny elektromagnetyzmu miał André Marie Ampère. Zauważył, że siły elektromagnetyczne działają nie tylko pomiędzy przewodnikiem a magnesem, ale również między dwoma przewodnikami, przez które przepływa prąd. Następnie zdefiniował związek pomiędzy kierunkiem przepływu prądu a odchyleniem igły magnesu, a także wykazał, iż równoległe przewody przewodzące prąd w tym samym kierunku przyciągają się, a w kierunkach przeciwnych – odpychają. Na podstawie tych koncepcji doszedł do wniosku, iż możliwe jest skonstruowanie „elektrycznego magnesu”, a następnie wykonał jego prototyp: cewkę nawiniętą z drutu miedzianego, która podłączona do prądu wykazywała właściwości identyczne z cechami stałego magnesu. Ampère zasugerował również użycie takich przyrządów do przesyłania informacji na odległość – pojawiła się koncepcja telegrafu. Zawdzięczamy mu obowiązujący do dziś podział nauk o elektryczności na elektrostatykę i elektrodynamikę. Poza wagą skręceń Coulomba, ówczesni naukowcy nie dysponowali żadnymi przyrządami służącymi pomiarom elektrycznym poza takimi, które nazwać możemy dziś jedynie wskaźnikami. Po opublikowaniu przez Ampère'a jego podstawowego twierdzenia, stało się możliwe stosowanie galwanometrów do pomiarów prądu. Ogłoszone w 1822 roku prawo Ampère'a opisywało zależności pomiędzy indukcją magnetyczną wokół przewodnika, a natężeniem prądu przepływającego przez ten przewodnik.

Georg Simon Ohm rozpoczął swoje badania nad prądem w przewodnikach w 1825 roku, a w dwa lata później opublikował ich wyniki, w których znalazło się prawo dziś nazywane jego nazwiskiem. Opisuje ono proporcjonalność napięcia do natężenia prądu płynącego w przewodniku o określonym oporze.

a moveable wire carrying electric current. Ørsted published his findings on 21 June 1820 in Italian newspapers, which made his research widely spread and popular. The phenomenon of electromagnetism described by the Danish scientist became the key to subsequent discoveries and inventions.

In the same year, André Marie Ampère delivered a series of lectures at the French Academy presenting new discoveries in electromagnetism. He noticed that electromagnetic forces occurred not only between the conductor and the magnet but also between two conductors carrying electric current. He defined the relationship between the direction of the current and the deflection of the compass needle and demonstrated that parallel wires attract one another when carrying electricity in the same direction and repel one another if the current flows in opposite directions. Based on the above concepts, he concluded it was possible to construct an 'electric magnet', and then designed a prototype: a copper wire coil that upon connecting it to electricity exhibited identical properties to those of a permanent magnet. Ampère also suggested that such instruments should be used to transmit information over distance – a concept of a telegraph emerged. We owe to him the division of electrical sciences into electrostatics and electrodynamics. Apart from Coulomb's torsion balance, scientists did not have any instruments to carry out electrical measurements except for those that can only be called indicators today. The publication of Ampère's basic law made it possible to use galvanometers for electrical measurements. Ampère's law published in 1822 described the relationship between magnetic induction around a conductor and the strength of the current carried by the conductor.

Georg Simon Ohm began his studies on electricity in conductors in 1825 and two years later he published his findings including a law named as Ohm's law. It describes the proportionality of voltage to amperage of current carried by a conductor with specified resistance.

3 września 1821 roku Michael Faraday stwierdził, że przewodnik podłączony do prądu obraca się w polu magnetycznym, podobnie jak igła kompasu zmieniała swoje położenie w polu elektrycznym. Do pierwszych doświadczeń używał metalowego naczynia wypełnionego rtęcią, w którego centrum umieszczona była pionowo laska magnesu, z końcem wystającym ponad powierzchnię metalu. Przewodnik został podwieszony ponad naczyniem, z jednym końcem zanurzonym w rtęci – po włączeniu prądu zaczął on obracać się wokół magnesu. Do drugiego doświadczenia Faraday użył tego samego zestawu z tym, że przewodnik był umieszczony nieruchomo i stykał się z centralnym punktem powierzchni rtęci, a magnes zastąpiła igła magnetyczna, której jeden koniec pokryty był platyną, aby zwiększyć jej ciężar. Igła poruszała się swobodnie w naczyniu, jednym końcem dotykając dna, podczas gdy drugi wystawał ponad powierzchnię. I znów – po podłączeniu przewodu do ogniwa, gdy popłynął prąd – igła zaczęła obracać się wokół przewodnika. Niedługo później Faraday zauważył również, że metalowy dysk umieszczony na osi zamontowanej pomiędzy biegunami magnesu o kształcie podkowy zaczyna obracać się, gdy przez oś przepuszczony zostanie prąd elektryczny. Podobne doświadczenie z sukcesem przeprowadził niewiele

wcześniej Peter Barlow i ten prototyp silnika nazwany został „kołem Barlowa”. Jednak to Michael Faraday poświęcił bez reszty swoją uwagę i czas zagadnieniom związanym z elektromagnetyzmem – w 1822 roku zapisał w swoim notesie: *zamienić magnetyzm w elektryczność* i do osiągnięcia tego celu prowadzić miały następne lata jego pracy. Ostateczny sukces odniósł prawie dziesięć lat później – w 1831 roku, gdy przeprowadził serię eksperymentów z wykorzystaniem cewki, do której końców podłączony był galwanometr. Faraday obserwował wskazania przyrządu podczas zbliżania i oddalania



Maszyna elektrostatyczna Jamesa Wimshursta / James Wimshurst electrostatic machine (©Photofactory®)

od niego sztabki magnesu – przy jej zbliżaniu i oddalaniu wskazówka miernika wychylała się w przeciwnie strony, natomiast wracała w położenie neutralne w momencie, gdy ruch ustawał. Wyniki swoich badań Michael Faraday przekazał Royal Society 24 listopada 1831 roku, a wieści o nowym, sensacyjnym odkryciu spowodowały zrozumiałe poruszenie w całym świecie nauki. Droga do zamiany energii mechanicznej w elektryczną wydawała się stać otworem, choć zanim powstały efektywne urządzenia pozwalające na ich praktyczne zastosowanie, musiało upłynąć jeszcze trochę czasu.

Pierwszy silnik elektryczny

W tym samym okresie do podobnych wyników doszedł Amerykanin Joseph Henry – odkrył on zjawisko samoindukcji oraz w 1831 roku skonstruował pierwszy działający silnik elektryczny zasilany prądem stałym z baterii. W swoich badaniach Henry dużo miejsca poświęcił elektromagnesom, w pierw konstruował ich zestawy zdolne podnosić coraz to większe ciężary, a następnie zainteresował się możliwościami użycia elektromagnesu na odległość. W 1830 roku połączył baterię do jednego końca pary drutów o długości

On 3 September 1821 Michael Faraday proved that a conductor connected to an electric current rotates in a magnetic field, similar to the needle of a compass changing its position in an electric field. He conducted his first experiments using a metal vessel filled with mercury. In the centre of the vessel was a vertical magnet stick with the tip protruding outside the metal. Above the vessel he suspended a conductor, one tip of which was immersed in mercury. After the current was switched on, it started rotating around the magnet. Faraday used the same set in his second experiment, only the conductor was immobilized and it contacted the central point of the mercury pool, and the magnet was replaced by a magnetic needle having one tip coated with platinum to increase its weight. The needle moved freely inside the vessel touching the bottom with one tip, while the other tip protruded above the surface. And again – when the wire was connected with the cell, with the flow of current – the needle started rotating around the conductor. Soon Faraday also noticed that a metal disc on an axis mounted between the poles of a U-shaped magnet starts rotating when electric current flows through the axis. A similar

experiment was successfully conducted some time earlier by Peter Barlow, and this motor prototype was referred to as ‘Barlow’s wheel’. However, it was Michael Faraday who completely devoted his attention and time to investigating issues related to electromagnetism. In 1822 he wrote down in his notebook: *convert magnetism to electricity* and aimed for this goal over the following years. He finally succeeded nearly ten years later, in 1831, when he carried out a series of experiments using a coil with one of its tips connected to a galvanometer. Faraday observed the

readings and noticed that when the magnet was moved in and out the needle of the meter deflected to opposite sides, and when the magnet was held still, the needle returned to its original position. Michael Faraday submitted the results of his experiments to the Royal Society on 24 November 1831. The news on a new, sensational discovery created a stir among all scientists. The way to convert mechanical energy into electrical energy was already determined, although some time had to pass before effective instruments making it possible to put Faraday’s discoveries into practice were invented.

The first electric motor

In parallel, an American scientist, Joseph Henry, came up with similar results. In 1831 he discovered self-induction and designed the first operable electric motor supplied with direct current from a battery. Henry devoted his experiments to a large extent to electromagnets. First, he constructed sets of electromagnets capable of lifting heavier and heavier weights and then took interest in their remote use. In 1830 he linked a battery to one end of a pair of

1030 stóp, a urządzenie sygnalizacyjne (elektromagnes powodujący uderzenie w dzwon) na drugim – włączenie prądu w jednym miejscu pozwoliło na wywołanie efektu w innym, znacznie odległym. Henry pisał: *Było to pierwsze odkrycie faktu, iż prąd galwaniczny może być przesłany na dużą odległość z tak niewielkim spadkiem jego siły, że jest w stanie wywołać efekty mechaniczne oraz że środki do tego potrzebne są również skromne. Wiedziałem, że powstanie elektrycznego telegrafu jest możliwe. Nie miałem na myśli jeszcze żadnego konkretnego modelu czy rozwiązania, lecz fakt, że prąd może być przesyłany na duże odległości z mocą wystarczającą do wywołania skutków mechanicznych odpowiednich do pożądanego skutku.*

Praktyczne zastosowanie sformułowanej przez Henry’ego idei działania telegrafu elektrycznego było dziełem wielu naukowców. W 1833 roku Carl Friedrich Gauss i Wilhelm Weber zbudowali pierwszy w Niemczech telegraf elektromagnetyczny. Pierwszy komercyjny telegraficzny system przesyłania informacji stworzyli: Sir William Fothergill Cooke i Charles Wheatstone w 1837 roku. Pierwotnie służył on jako system alarmowy, a w 1839 roku został uruchomiony na linii kolejowej Great Western Railway pomiędzy Paddington i West Dayton – na odcinku o odległości 21 km. Odbiornik zbudowany był z pięciu igieł poruszających się na planszy z literami alfabetu – nie obsługiwał znaków interpunkcyjnych oraz nie rozróżniał pisowni wielkimi i małymi literami. Dziś za „ojca” telegrafii skłonni jesteśmy uważać Samuela Morse’a, który razem z Alfredem Vilem w 1837 roku opracował model telegrafu elektrycznego zdolnego działać na duże odległości. Vail – asystent Morse’a – opracował do jego obsługi specjalny system znaków składający się z zestawów impulsów krótkich i długich (tzw. kropek i kresek) odpowiadających literom i cyfrom. Sześć lat później Kongres USA wyasygnował 30 tysięcy dolarów na eksperymentalną linię telegraficzną pomiędzy Baltimore a Waszyngtonem i 24 maja 1844 roku Morse przeprowadził pierwszą publiczną demonstrację swojej instalacji. Fragment *Księgi Liczb* (23:23) – *What hath God wrought* nadano z siedziby Sądu Najwyższego na Kapitolu w Waszyngtonie do budynku Baltimore & Oregon Railroad w Baltimore. W ciągu następnych dwóch dekad system telegrafii Morse’a gwałtownie się rozwinął, głównie dzięki swej prostocie oraz ulepszeniom stosowanych elektromagnesów, dokonanych przez Alfreda Vaila. Za najważniejsze wydarzenie w rozwoju telegrafu elektrycznego wypada uznać uruchomienie w roku 1866 transatlantyckiego połączenia pomiędzy wyspą Valentia na zachodnim wybrzeżu Irlandii, a Nową Fundlandią na wschodzie Ameryki. Jak przełomowy był to moment, może nam przybliżyć jedynie porównanie czasu, jaki wcześniej potrzebował list, by dotrzeć z Europy do Ameryki drogą morską – około 10 dni przy dobrych warunkach atmosferycznych, do kilku minut potrzebnych na wysłanie i odebranie telegramu!

1030 ft (314 m) long wires, and a signalling device (an electromagnet which caused a bell to strike) to the other end – when the current was switched on at one place it stirred an effect in another, completely distant place. In Henry’s own words: *This was the first discovery of the fact that a galvanic current could be transmitted a great distance with so little a diminution of force as to produce mechanical effects, and of the means by which the transmission could be accomplished. I saw that the electric telegraph was now practicable. I had not in mind any particular form of telegraph, but referred only to the general fact that it was now demonstrated that a galvanic current could be transmitted to great distances, with sufficient power to produce mechanical effects adequate to the desired object.*

The practical application of the concept of an electrical telegraph formulated by Henry was the work of many scientists. In 1833, Carl Friedrich Gauss and Wilhelm Weber built the first electrical telegraph in Germany. The first commercial telegraphic system for transmitting information was created by: Sir William Fothergill Cooke and Charles Wheatstone in 1837. Originally, it was used as an alarm system and in 1839 it was put into operation on the Great Western Railway line between Paddington and West Dayton – on a 21 km long section. The receiver comprised five needles moving across a board with letters of the alphabet. It did not support punctuation marks and did not distinguish between upper and lower case letters. Today, we tend to regard Samuel Morse as the ‘father’ of telegraphy. In 1837, together with Alfred Veil, he developed an electrical telegraph capable of transmitting over long distances. Vail – Morse’s assistant – developed a special system of characters comprising sets of short and long pulses (so-called dots and dashes) corresponding to letters and digits.

Six years later, US Congress assigned 30 thousand dollars for an experimental telegraph line between Baltimore and Washington and on 24 May 1844 Morse conducted the first public demonstration of his system. An excerpt from the *Book of Numbers* (23:23) – *What hath God wrought* was sent from the Supreme Court Chamber in Washington to the Baltimore & Oregon Railroad building in Baltimore. Over the next two decades, Morse’s telegraph system developed rapidly, thanks mainly to its simplicity and Alfred Vail’s improvements in electromagnets. Probably the most important and spectacular event in the history of the electrical telegraph was the 1866 launch of a transatlantic link between Valentia, an island off the western coast of Ireland and Newfoundland in the east of America. This was a groundbreaking event taking into account that previously it had taken about 10 days for a letter to reach America from Europe by sea provided the weather was good while it took only a few minutes to send and receive a telegram!



Telegraf Cooke’a i Wheatstona z 1837 r. Cook and Wheatstone’s telegraph from 1837 (©Photofactory®)

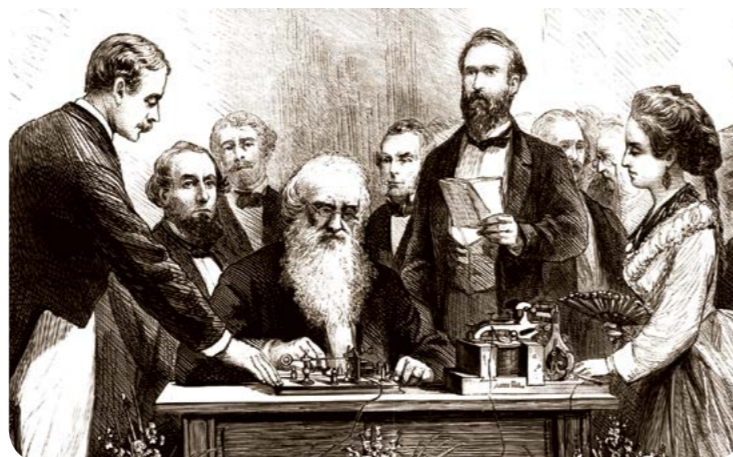


Telefony niedługo po wynalezieniu stały się powszechne w zachodniej cywilizacji / Telephones became generally used in Western civilisation soon after the invention (arch. Photofactory®)

Następne dziesięciolecia to ciągła praca nad udoskonaleniem działania telegrafu, prowadzili ją najzdolniejsi inżynierowie i uczeni i często – niejako „przy okazji” udawało im się dokonać nowych wynalazków. Tak było z fonografem Edisona w 1877 roku, ale też – ze znacznie bardziej powszechnym – telefonem opatentowanym w 1870 roku równocześnie przez Alaxandra Grahama Bella i Elishę Graya.

Jak to w historii wynalazków często bywa, sam prototyp pojawił się znacznie wcześniej. W 1857 roku Antonio Meucci, włoski imigrant mieszkający od 7 lat w Nowym Jorku, skonstruował urządzenie dzięki któremu możliwa była komunikacja pomiędzy piwnicą, a pierwszym piętrzem jego domu. Później – gdy jego żona ciężko zachorowała na artretyzm, poprowadził również stałą linię łączącą sypialnię na pierwszym piętrze ze swoim laboratorium. Niestety nie opatentował swojego wynalazku – według niektórych nie miał na to funduszy, według innych nigdy nie nauczył się na tyle dobrze mówić po angielsku, by przebrnąć przez biurokratyczne procedury biura patentowego. Obydwa tłumaczenie wydają się nieco przesadzone w świetle faktu, że w okresie od 1859 do 1883 roku otrzymał patenty na czternaście innych wynalazków, być może po prostu Meucci nie docenił wagi i perspektywy swojego urządzenia, którego powstanie było wynikiem potrzeby chwili.

Wracając do tematu indukcji i jej praktycznego zastosowania, to po raz pierwszy silnik elektryczny w praktyce wykorzystał Moritz Hermann Jacobi, który w 1834 roku użył go do napędzania 8-metrowej łodzi – z 12 pasażerami odbywał nią przejażdżki po Newie. Trzy lata później w USA kowal z Vermontu, Thomas Davenport, opatentował swój model silnika elektrycznego, którego z powodzeniem używał w warsztacie do napędu wiertarki i tokarki do drewna. Niestety – na skutek wielu czynników, a przede wszystkim, z powodu braku odpowiednich źródeł zasilania (zasilany bateriami silnik nie mógł konkurować z silnikami parowymi), wynalazek Davenporta okazał się komercyjną kląpą. Sam wynalazca, po bezskutecznym poszukiwaniu inwestorów m.in. w Nowym Jorku, powrócił jako bankrut do Vermontu, gdzie rozpoczął pracę nad książką opisującą perspektywy zastosowania jego patentu, lecz dzieła nie ukończył, umierając w roku 1851.



Samuel Morse podpisuje telegram nadany w 1871 r. / Samuel Morse is putting his signature on a telegram sent in 1871 (arch. Photofactory®)

In the subsequent decades the most talented engineers and scientists continuously worked on improving the functioning of the telegraph. It often happened that they came up with new inventions. That was the case with Edison's phonograph in 1877 as well as the telephone, a much more universal invention patented simultaneously by Alexander Graham Bell and Elisha Gray in 1870.

As often happens, a prototype of the telephone appeared much earlier. In 1857, Antonio Meucci, an Italian immigrant who had settled in New York seven years earlier, constructed a device that enabled communication between the cellar and the first storey of his house. Later, when his wife was bedridden due to severe arthritis, he also established a fixed line connecting the bedroom on the first floor with his laboratory. Unfortunately, he did not patent his invention. According to some, he did not have funds to do that, while according to others he did not speak English well enough to complete the bureaucratic procedures of the patent office. Both explanations seem a little exaggerated given that from 1859 until 1883 he was granted patents for fourteen other inventions. Meucci may well have underestimated the significance and development potential of the device he designed out of the necessity of the moment.

Returning to the subject of induction and its practical application, an electric motor was first put into practical use by Moritz Hermann Jacobi, who in 1834 used it to drive an eight-metre-long boat carrying 12 passengers on the Neva river. Three years later in the USA, a blacksmith from Vermont, Thomas Davenport, patented his own model of an electric motor successfully used in his workshop to drive a wood drilling machine and a turning lathe. Unfortunately, due to a number of factors, and above all due to the lack of adequate sources of power supply (a motor connected to batteries could not compete with steam engines), Davenport's invention was a commercial failure. The inventor himself, having failed to find investors in New York and elsewhere, returned to Vermont as a bankrupt and began working on a book describing the prospects of using his patent. He died in 1851, leaving the book unfinished.



Kolejka elektryczna von Siemens na Wielkiej Wystawie Przemysłowej w Berlinie w 1879 r. / Von Siemens' electric rail at the Great Industrial Exhibition in Berlin in 1879 (arch. Photofactory®)

Prace nad generatorami prądu zapoczątkowane przez Faradaya prowadzone były przez wielu naukowców – w 1831 roku model prądnicy działającej z magnesami stałymi zaprezentował Francuz, Hippolyte Pixii. Dwadzieścia lat później Floris Nollet opatentował i wdrożył do seryjnej produkcji ulepszony model tego urządzenia, które dostarczało prąd o napięciu do 50 V. Stosowano je w galwanotechnice – przy wykonywaniu powłok metalowych na różnych materiałach, więc przemysłowe użytkowanie energii elektrycznej stało się faktem. W roku 1845 Charles Wheatstone – multiwynalazca – zastosował w prądnicie elektromagnesy zamiast magnesów stałych. Przez następne 21 lat prowadził prace (między innymi) nad jego ulepszeniem, aż w końcu 4 lutego 1867 roku przedłożył Royal Society wyniki swoich badań. Traf chciał, że dziesięć dni wcześniej podobną dokumentację przesłał do Londynu Ernst Werner von Siemens i oba wynalazki – powstałe niezależnie od siebie – zostały publicznie ogłoszone w tym samym dniu. W następnych latach konstrukcje prądnic były systematycznie ulepszone, nie brakowało ku temu okazji przy coraz powszechniejszym użyciu prądu i rosnącym na tę energię zapotrzebowaniu.

W 1879 roku von Siemens zaprezentował w Berlinie podczas Wielkiej Wystawy Przemysłowej kolejkę elektryczną, która wozila pasażerów po okrężnej trasie o długości 300 m. Lokomotywa zasilana była prądem z trzeciej szyny umieszczonej pomiędzy szynami jezdny, ciągnęła 3 wagoniki. Pierwszą regularną linię tramwaju elektrycznego otwarto 16 maja 1881 roku w obecnej berlińskiej dzielnicy Gross Lichterfelde. Prąd do wagonów dostarczany był za pomocą szyn jezdnych ułożonych na drewnianych podkładach. W połowie lat 80. XIX wieku wdrożono w USA i w Niemczech system szczelinowych kanałów podziemnych, w których znajdowały się dodatkowe szyny dostarczające energię do wagonów. Kanały te w Stanach Zjednoczonych były umieszczane zazwyczaj pomiędzy szynami jezdny lub po ich boku, w Niemczech zaś preferowano system z kanałem ułożonym pod rowkiem szyny jezdnej. W szczelinach umieszczano przewody zasilające, po których przesuwały się odbieraki prądu. Po raz pierwszy zastosowano to rozwiązanie w Cleveland (USA) w 1884 roku, później w Budapeszcie, a następnie: Berlinie, Dreźnie, Wiedniu, Londynie i Brukseli. Około roku 1895 eksperymentowano również z wagonami akumulatorowymi, które jednak okazały się zbyt kosztowne w eksploatacji.

Many scientists worked on electricity generators initiated by Faraday. In 1831 a Frenchman, Hippolyte Pixii, demonstrated a prototype of a generator equipped with permanent magnets. Twenty years later, Floris Nollet patented and launched a serial production of an improved model of the above-mentioned generator supplying current up to 50 V. It was used in electroplating for making metallic coatings on various materials – thus, industrial use of electrical energy became a fact. In 1845, Charles Wheatstone, an author of many inventions, replaced permanent magnets in a current generator with electromagnets. Over the following 21 years he worked (among other reasons) to improve this solution, and finally on 4 February 1867 he reported the results of his studies to the Royal Society. By coincidence, ten days before, a similar dossier was sent to London by Ernst Werner von Siemens and both inventions – developed independently of each other – were announced to the public on the same day. In subsequent years, as the use of current became more and more common and as the requirement for this type of energy grew, current generators were regularly improved.

In 1879, at the Great Industrial Exhibition in Berlin, von Siemens presented an electric railway carrying passengers along a 300-metre-long circular track. The locomotive was supplied with power from a third rail placed between the running rails and it pulled three carriages. The first regular electric tramway line opened on 16 May 1881 in the present Berlin district of Gross Lichterfelde. Power was supplied to carriages via running rails placed on wooden sleepers. In the mid-1880s, in the USA and Germany a system was implemented where underground slotted conduits contained additional rails supplying power to the carriages. In the United States the conduits were usually located between or beside the running rails, while in Germany the preferred option was to lay them underneath the running rails. The power railed along which current collectors travelled were laid in the conduits. This solution was used for the first time in Cleveland (USA) in 1884, then in Budapest, and later in Berlin, Dresden, Vienna, London and Brussels. Around 1895, experiments were carried out with storage batteries but they proved too expensive to use.

Przełomowym rozwiązaniem problemu zasilania wozów trakcyjnych był wynalazek Franka J. Sprague'a, który w 1887 roku do przekazywania prądu z napowietrznej trakcji użył krążków umieszczonych na pałkach dociskanych sprężynami do przewodów. W ciągu następnych kilku lat tramwaje elektryczne z napowietrzną siecią trakcyjną stały się powszechne najpierw w amerykańskich, a od 1891 roku i w europejskich miastach. Mniej więcej w tym samym czasie na linii tramwajowej w Gross Lichterfelde zastosowano po raz pierwszy ślizgowe odbieraki prądu, których późniejsza ewolucja doprowadziła do pojawienia się współczesnych pantografów.

W XX wieku motoryzację zdominowały silniki spalinowe, jednak zanim osiągnęły one parametry, które zdecydowały o ich prymacie w tej dziedzinie techniki, wiele rekordów prędkości i długości przejazdów automobilami zostało ustanowionych pojazdami napędzanymi silnikami elektrycznymi. Najważniejszym z nich było pobicie symbolicznej granicy prędkości 100 km/h przez Belga, Camille'a Jenatzy'ego w jego futurystycznym pojeździe o znaczącym imieniu La Jamais Contente (Niezaspokojony), który 29 kwietnia 1899 roku osiągnął maksymalną szybkość 105,88 km/h. Pojazdy elektryczne na początku XX wieku praktycznie nie miały konkurencji: nie wpadały w wibracje, nie wydalały zapachu ani hałasu. Cieszyły się dużą popularnością wśród zamożnych klientów, szczególnie na trasach miejskich. Reklamowano je jako pojazdy szczególnie odpowiednie dla kobiet – ze względu na łatwość uruchomienia (nie wymagały uciążliwego kręcenia korbą) i prostotę obsługi (nie trzeba było zmieniać biegów). Idea elektrycznych samochodów nie umarła jednak wraz z rynkowym sukcesem pojazdów napędzanych silnikami spalinowymi i w ciągu całego XX wieku, co kilka lat pojawiały się nowe modele, które

A really groundbreaking solution to the serious problem of supplying tramway cars with electrical power was the invention we owe to Frank J. Sprague. In 1887 he used wheels attached to the end of trolley poles spring-loaded to keep them in contact with the wires. Over the following few years, electric tramways with overhead catenary systems became widely used, first in American and after 1891 also in European cities. At around the same time sliding current collectors were used on the tramway line in Gross Lichterfelde in Germany. They later evolved into the pantographs with which we are familiar nowadays.

The twentieth century automotive industry was to a large extent dominated by internal combustion engines. However, by the time they achieved the parameters that ensured their supremacy, many speed and distance records had been set by vehicles which were propelled by electric motors. A watershed event was the breaking of the symbolic 100 km/h barrier by Camille Jenatzy, a Belgian who reached the maximum speed of 105.88 km/h in his futuristic vehicle bearing the meaningful name La Jamais Contente (which could be translated as Never Satisfied) on 29 April 1899. In the early 1900s electric vehicles had practically no rivals: they were free from vibration problems, and did not emit any stench or noise. They were very popular among wealthy buyers, in particular in cities. They were advertised as particularly suitable for women – with regard to the fact that were easy to start (the arduous turning of the starting crank was not required) and simple to drive (no need to change gears). The concept of electric cars did not die with the market success of internal combustion motor vehicles and new electric models appeared



Senator George P. Wetmore w swoim elektrycznym samochodzie Krieger – ok. 1906 r.
Senator George P. Wetmore in his Krieger Electric Car – about 1906 (arch. Photofactory®)

jednak ze względu na ograniczoną pojemność akumulatorów oraz relatywnie długi czas ładowania, w porównaniu z tankowaniem baku benzyny, uznawane były raczej za eksperymenty konstruktorów niż pojazdy przeznaczone dla mas. Na początku XXI wieku wracamy do tych idei – na fali popularności rozwiązań proekologicznych – samochody elektryczne znów wracają do łask.

Pomysłowy Edison

Jedną z najważniejszych postaci przełomu XIX i XX wieku, był z pewnością Thomas Alva Edison. Pierwszym wielkim wynalazkiem rodem z laboratoriów w Menlo Park był fonograf, który powstał niejako przypadkiem podczas prac nad ulepszeniem efektywności transmisji telegraficznej w 1877 roku i od razu przyniósł autorowi międzynarodową sławę. Dwa lata później powstała żarówka Edisona, a w 1896 roku w Nowym Jorku miała miejsce pierwsza publiczna prezentacja kinetoscopu. Ogółem lista patentów Edisona liczy 1093 pozycje i znajdują się na niej m.in.: silniki i generatory, wiele rodzajów aparatów telegraficznych i telefonicznych, rozwiązania z zakresu kolei i tramwajów, systemy przesyłu i regulacji energii elektrycznej i wiele innych. Edison był również wynalazcą krzesła elektrycznego i wielkim zwolennikiem tej metody wykonania kary głównej. 29 marca 1889 roku niejaki William Kemmler zamordował swoją partnerkę siekierą, w wyniku procesu został skazany na śmierć – datę egzekucji wyznaczono na 6 sierpnia 1890 roku i miała być wykonana właśnie przy pomocy nowego, „humanitarnego” urządzenia z fabryki Edisona. Obrońca Kemmlera składał apelację, argumentując, że jest to śmierć niezwykle okrutna, sekundował mu dzielnie George Westinghouse – zwolennik stosowania prądu przemiennego, jednak odwołanie zostało odrzucone.

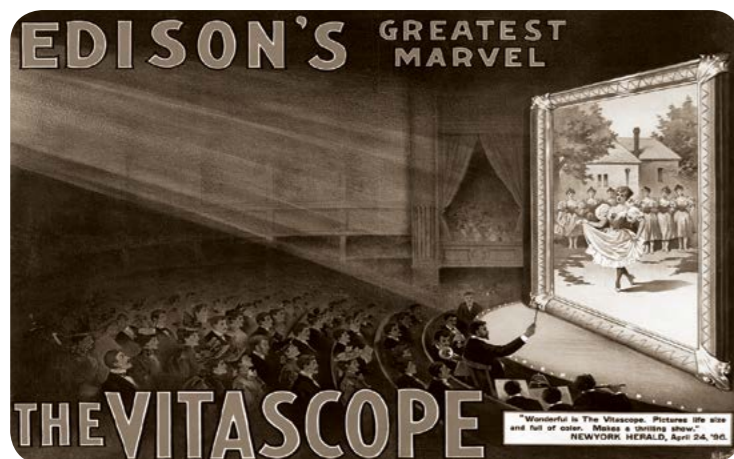
throughout the twentieth century. However, due to the limited battery capacity and relatively long charging time compared to filling a fuel tank, they tended to be regarded as experiments rather than cars for the masses. At the beginning of the 21st century we are returning to these concepts: on the tide of popularity of environment-friendly solutions, electric cars are back in fashion.

Clever Edison

One of the VIPs at the turn of the 19th century and the driving force behind the popularization of electricity was without any doubt Thomas Alva Edison. His first great invention that emerged at the Menlo Park lab was the phonograph, developed to some extent by accident during works to improve the effectiveness of telegraphic transmission in 1877, instantly making its creator world-famous. Two years later Edison presented a model of a light bulb and in 1896 in New York made the first public show of his Kinetoscope. The complete list of inventions patented by Edison contains 1093 items, including: motors and generators, many types of telegraphs and telephones, railway and tramway solutions, systems for transmission and control of electric energy and many others. Edison also invented the electric chair and was a great follower of this method of capital punishment. On 29 March 1889 a man called William Kemmler killed his common-law wife with a hatchet and was sentenced to death – the execution, using the new, 'humane' device from Edison's factory, was planned to take place on 6 August 1890. Kemmler's advocate made an appeal arguing that this kind of death was unusually cruel, and he was supported by George Westinghouse – a backer of the use of alternating current. However, the appeal was rejected.



Historyczna kolekcja żarówek Edisona zebrana przez jego współpracownika – Williama Hammera, ukazuje rozwój technologii żarówki elektrycznej jeszcze za życia wynalazcy / A historic collection of Edison's light bulbs gathered by his associate – William Hammer, illustrates the development of electric light bulb technology during the inventor's life (arch. Photofactory®)



Kolejny „elektryczny cud” z fabryki wynalazków Thomasa A. Edisona – prototyp projektora filmowego / Another “electric miracle” from Thomas A. Edison’s invention factory – prototype of a film projector (arch. Photofactory®)

Edison, choć oficjalnie wypowiadał się przeciw karze śmierci, wsparł oskarżenie – prawdopodobnie z powodu chęci udowodnienia „uniwersalnych zalet” prądu stałego i promocji swego patentu. Pierwszą, trwającą 17 sekund, próbę przy napięciu 1000 V Kemmler przeżył, postanowiono zatem podnieść napięcie do 2000 V. Przy ponownym włączeniu prądu naczynia krwionośne skazańca zaczęły pękać, w pomieszczeniu unosił się silny zapach spalonego ciała, kilkoro świadków powstrzymując mdłości, chciało wyjść. Cała egzekucja trwała około 8 minut, później obecny przy niej reporter opisał ją jako *straszne widowisko, o wiele gorsze niż powieszenie*, zaś konkurent Edisona – Westinghouse – skomentował ją lakonicznie, lecz dosadnie: *Lepiej by zrobili używając siekiery*. Krzesło elektryczne jednak przyjęło się w Stanach Zjednoczonych jako narzędzie wykonywania kary głównej i stosowano je powszechnie przez następne stulecie. Poza USA w ten sposób pozbawiano życia skazańców przez pewien okres na Filipinach, a także planowano w Etiopii w latach 90. XIX wieku. Jednak po nadejściu transportu krzesel elektrycznych okazało się, że w kraju tym nie ma żadnej elektrowni...

Pomimo tych marginalnych incydentów – jak obecnie może dwuznaczna rola Edisona w egzekucji Kemmlera – stał się on bohaterem Stanów Zjednoczonych i w roku 1882 wydawało się, że prąd stały stanie się dominującym rodzajem energii w przyszłości. Ilość wynalazków, uruchomiona infrastruktura: elektrownie, linie przesyłowe, systemy oświetleniowe, silniki – wszystko to pracowało z wykorzystaniem prądu stałego. Prądnice produkowano już w ilościach przemysłowych i mogły one dostarczać prąd odpowiedni indywidualnym potrzebom odbiorców. Jednak następne lata miały przejść do historii elektroenergetyki jako okres zaciętej rywalizacji dwóch systemów (prądu stałego i przemiennego), ale przede wszystkim chyba – dwóch osobowości – Thomasa Alva Edisona i Nikoli Tesli.

Pochwała prądu przemiennego

W 1884 roku do USA przyjechał trzydziestodwuletni wówczas serbski inżynier, Nikola Tesla, który na zlecenie Thomasa Alva Edisona miał zwiększyć wydajność generatorów w należących do niego elektrowniach. Wcześniejsze osiągnięcia młodego imigranta były obiecujące – opracował model silnika



Thomas Edison ze swoim wynalazkiem – wczesną wersją fonografu / Thomas Edison with his invention – an early version of the phonograph (arch. Photofactory®)

Edison, although he officially objected to capital punishment, supported the charge most probably since he was willing to propagate the ‘universal values’ of direct current and to promote his patent. Kemmler survived the first 17-second application of 1000 V current, so a decision was made to increase the voltage to 2000 V. When the current was turned on again, the convict’s blood vessels ruptured, a strong odour of burning flesh could be smelled in the death chamber and several nauseated spectators tried to leave the room. The entire execution took approximately eight minutes. It was later covered in the press by a reporter who witnessed it as *an awful spectacle, far worse than hanging*. Edison’s competitor – Westinghouse – commented in a laconic but offhand manner: *They would have done better using an axe*. Nevertheless, the electric chair was adopted in the United States as a tool of capital punishment and was in common use in the following century. Outside the USA convicts were executed by electrocution in the Philippines. In the 1890s, Ethiopia also planned to introduce this method of capital punishment. However, when a transport of electric chairs arrived, it turned out that the country did not have a single power plant...

Edison, despite marginal incidents such as his ambiguous role in the execution of Kemmler, was a US hero and in 1882 it seemed that direct current would become the predominant type of energy in the future. New inventions and the infrastructure involving: power plants, transmission lines, lighting systems, and motors – all operated using direct current. Current generators were produced in industrial quantities and they could supply current according to customised needs. However, the following years were recorded in the history of power engineering industry as a period of fierce competition between two systems: direct and alternating current, and perhaps above all between two persons: Thomas Alva Edison and Nikola Tesla.

Praising the alternating current

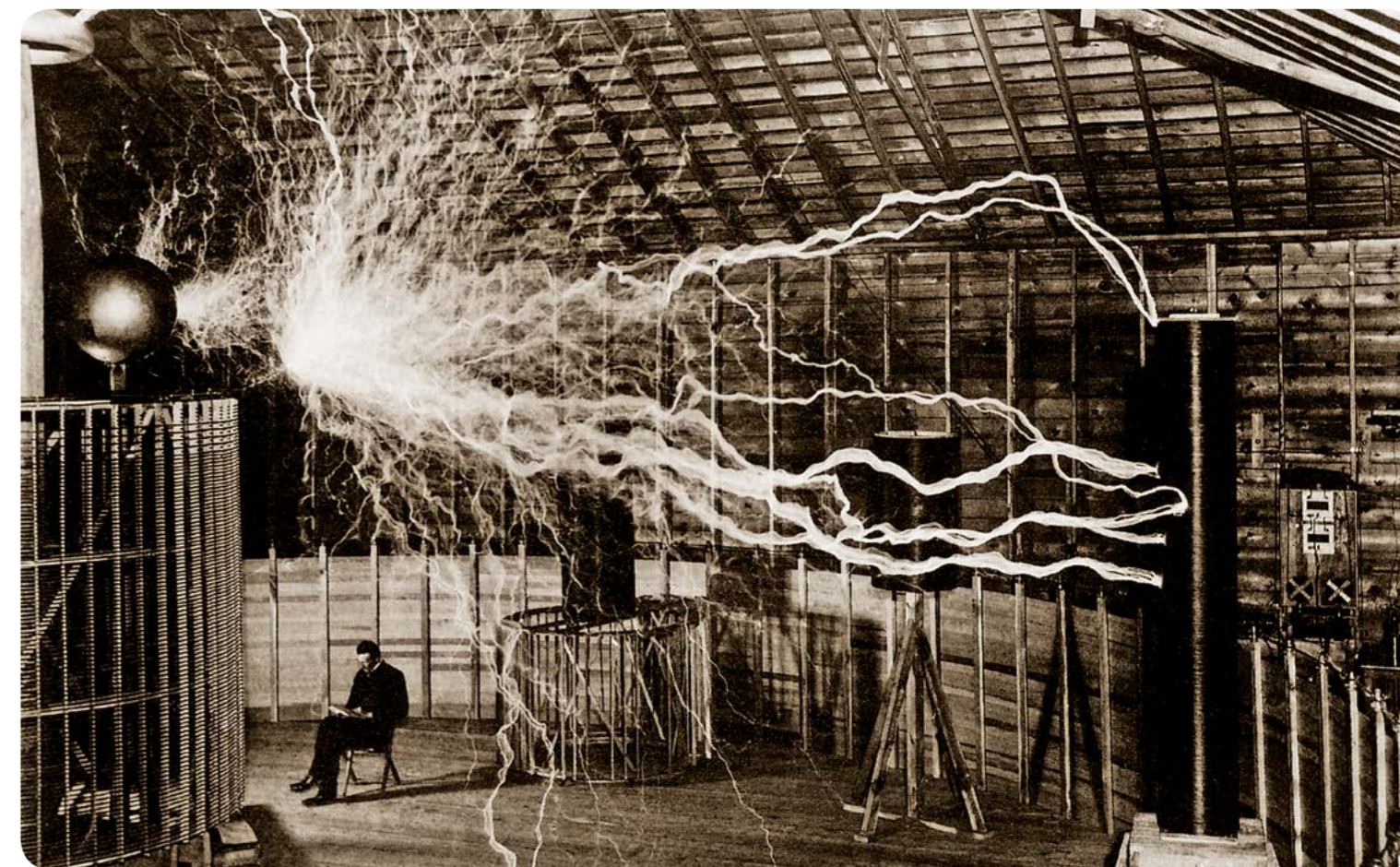
In 1884, a 32-year-old Serbian engineer, Nikola Tesla, arrived in the USA, who, at the behest of Thomas Alva Edison was to increase the capacity of generators at Edison’s power plants. The young immigrant’s previous achievements had been promising. He had developed a model of an electric

elektrycznego wykorzystujący zmienne pole magnetyczne, który pozbawiony był komutatora. Niestety, brak efektywnych generatorów prądu przemiennego spowodował, że jego osiągnięcie nie zostało od razu szeroko wykorzystane i po bezskutecznych próbach zainteresowania swoimi wynalazkami środowisk naukowych i przemysłowych w Europie, Tesla skierował swe kroki ku „ziemi wielkich szans”. Wykonawszy zlecenie w Edison Electric Light Company, Tesla zaproponował wielkiemu Edisonowi dalszą pracę nad poprawą sprawności prądnic poprzez wprowadzenie prądu przemiennego, ale „Czarodziej z Menlo Park” zdecydowanie odrzucił tę ofertę i zwolnił go z pracy bez obiecanej zapłaty. Tesli zaufali jednak inni udziałowcy EELC, w tym słynny John Pierpont Morgan oraz George Westinghouse, którzy wsparli wynalazcę w utworzeniu konkurencyjnej Tesla Electric Light Company. W 1888 roku Tesla opatentował dwufazowy silnik indukcyjny na prąd przemienny.

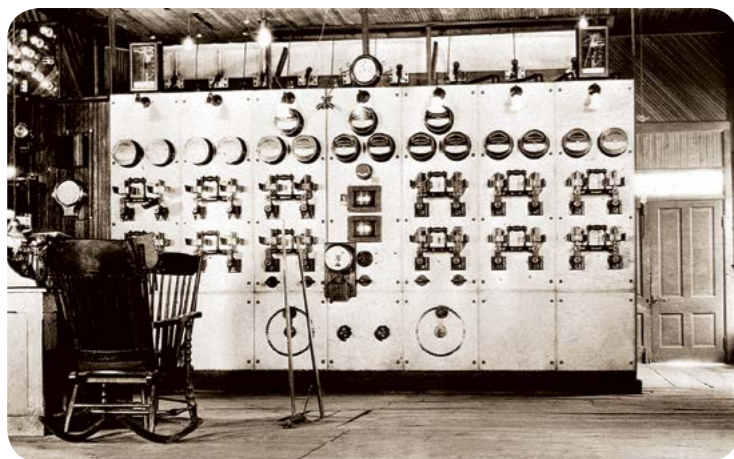
W następnych latach serbski inżynier rozwinął skrzydła – jego dokonania w dziedzinie zastosowań prądu przemiennego zaczęły przyćmiewać wcześniejszy dorobek Edisona. Ten zdesperowany rozpoczął propagandową kampanię, którą dziś określilibyśmy mianem „czarnego PR-u”, publikując doniesienia o zagrożeniach, jakie niesie ze sobą prąd przemienny i licznych ofiarach, które jego stosowanie spowodowało. Usiłował nawet wprowadzić termin „westinghausacja” na oznaczenie porażenia prądem, jednak jego wysiłki nie dały rezultatów.

motor using rotating magnetic field without a commutator. Regrettably, in connection with the lack of effective alternating current generators, his achievement was not popularised at once and following his unsuccessful attempts at raising interest in his inventions among scientists and industrialists in Europe, Tesla aimed for the ‘land of great opportunities’. Having completed the order of Edison Electric Light Company, Tesla offered the great Edison his services in the further improvement of efficiency of current generators by introducing alternating current but the ‘Wizard of Menlo Park’ categorically rejected his offer and fired him without the promised payment. However, Tesla won the trust of other shareholders of EELC, including the famous John Pierpont Morgan and George Westinghouse, who supported the inventor in setting up a competitive business – Tesla Electric Light Company. In 1888 Tesla patented a two-phase induction alternating current motor.

In the following years the Serbian engineer spread his wings and his achievements in alternating current applications dwarfed the past achievements of Edison. The latter, exasperated, began a propaganda campaign, which nowadays would be termed ‘black PR’, publishing reports about risks connected with the use of alternating current and numerous deaths caused by AC. He even tried to coin the term ‘westinghausation’ as a synonym of electrocution; however, his attempts were ineffective.



Nikola Tesla (1856-1943) w swojej „zacisznej” pracowni / Nikola Tesla (1856 – 1943) in his ‘cozy’ lab (arch. Photofactory®)



Elektrownia wodna Ames w Colorado, tablica rozdzielcza – ok. 1900 r.
Ames hydropower plant in Colorado, a switchboard, approx. 1900
(arch. Photofactory®)

Tesla był wizjonerem, przy poparciu Westinghousa zrealizował imponujące projekty, które dowodziły zalet stosowania prądu przemiennego. Pierwszym z nich była budowa elektrowni wodnej Ames zlokalizowanej niedaleko miasteczka Ophir w Colorado. Latem 1890 roku Westinghouse Electric dostarczyła generator oraz silnik, a wiosną następnego roku uruchomiono instalację dostarczającą prąd przemienny do odległej o 2,6 mili kopalni, gdzie zasilali on kruszarkę kamieni. Prądnica, napędzana turbiną Peltona o średnicy 6 stóp, miała moc 100 KM i produkowała jednofazowy prąd o napięciu 3 kV, częstotliwości 133 Hz. Linię zasilającą wykonała Western Union i zbudowana była z 2 par przewodów miedzianych mocowanych na izolatorach – jej koszt wyniósł 700 \$, czyli około 1% ceny linii o takiej samej długości dla prądu stałego, a sprawność przesyłu wyniosła 95%!

Drugim „gwoździem do trumny” Edisona była demonstracja działania urządzeń zasilanych prądem przemiennym podczas Światowej Wystawy w Chicago w 1893 roku. Tesla zaprezentował na niej cały cykl technologiczny na specjalnie przygotowanych makietach, ale tym, co najbardziej przemówiło do publiczności, było oświetlenie wystawy. Ponad 2000 żarówek zasilanych prądem przemiennym oświetlało ponad 2,4 km² powierzchni pokrytej prawie dwustoma nowymi budynkami, pawilonami, sztucznymi kanałami i zatokami, przez którą przewinęło się w ciągu 6 miesięcy ponad 27 milionów ludzi (wg współczesnych szacunków to liczba stanowiąca połowę populacji USA w tamtym czasie). General Electric Edisona proponowało zapewnienie zasilania i oświetlenie wystawy w pierwaz 1,8 miliarda dolarów, następnie przekalkulowało cenę i zredukowało ją do 554 tysięcy, lecz licytację wygrał Westinghouse, startując z kwotą 399 tysięcy dolarów. W odwecie za przegraną Edison zakazał używania swoich żarówek przez Westinghouse Electric, więc szybko opatentowano nowy typ



Tesla z lampą próżniową – pierwszy eksperyment bezprzewodowego przesyłu energii / Tesla with a vacuum tube – the first experiment with wireless transmission of electricity (arch. Photofactory®)



Wystawa Światowa w Chicago – iluminacja budynku sądu oraz fontann MacMonnies – 1893 r. / World's Exhibition in Chicago – illumination of the court building and MacMonnies fountain – 1893. (arch. Photofactory®)

Tesla was a visionary type who, supported by Westinghouse, completed impressive projects which substantiated the advantages of alternating current. The first was the construction of the Ames hydroelectric generating plant located near Ophir in Colorado. In the summer of 1890 Westinghouse Electric supplied the station's generator and motor and in the spring of 1891 a plant transmitting alternating current to the stamp mill at a gold mine 2.6 miles (4.2 km) away was put into service. The generator driven by a six-foot (2 m) Pelton wheel, had 100 horsepower and produced single-phase AC at 3 kV and 133 Hz. The transmission line was built from Western Union cross-arms with insulator carrying two bare copper wires. The total wire costs were about USD 700, about 1% of the cost estimated for a direct-current line, and it achieved a 95% transmission efficiency!

Another 'nail in the coffin' for Edison was the demonstration of AC-supplied equipment during the World Fair in Chicago in 1893. Tesla presented a complete process cycle on specially prepared mock-ups but the spectators were most attracted by the illumination of the exhibition. More than 2000 bulbs supplied with AC illuminated more than 2.4 km² of the surface covered by nearly two hundred new buildings, pavilions, artificial canals and bays, which were visited by more than 27 million people over six months (it is now estimated that this number corresponded to half of the US population at that time). Edison's General Electric offered electric supply and illumination of the exhibition first for 1.8 billion dollars, then re-calculated the price and reduced it to 554 thousand, but the tender was won by Westinghouse offering 399 thousand dollars. In retaliation for his failure Edison banned Westinghouse Electric from using his bulbs, so a new

elektrycznego źródła światła. Jego twórcą był Reginald Fessenden, który w swojej konstrukcji zastosował druty ze stopu żelaza i niklu, zamiast używanej przez Edisona platyny, przez co zarówno znacznie obniżył koszty produkcji, jak i wpłynął na zwiększenie żywotności lampy.

Ostatnim chyba elementem, który przeważał na korzyść systemu prądu przemiennego, była budowa elektrowni na wodospadzie Niagara oraz zasilenie przy jej pomocy położonego w odległości 42 km miasteczka Buffalo. Sceptycy wątpili, czy system będzie w stanie dostarczyć mocy odpowiedniej dla potrzeb miasta, lecz Tesla był optymistą: *Niagara jest w stanie zasilić cały wschód Stanów Zjednoczonych*. Nie wiemy, ile było w tym przesady, faktem jednak jest, iż projekt został zrealizowany z sukcesem – w 1896 roku rozpoczęła działalność Edward Dean Adams Power Plant, pierwsza duża elektrownia prądu przemiennego na świecie.

Na kontynencie europejskim miało miejsce jeszcze jedno wydarzenie, które przesądzało spór na korzyść prądu przemiennego. Polski inżynier – Michał Doliwo-Dobrowolski w 1888 roku opatentował trójfazowy silnik elektryczny – swoje prace prowadził w Berlinie w Allgemeine Elekicitäts-Gesellschaft, wcześniej znaną pod marką Deutsche Edison-Gesellschaft. Michał Doliwo-Dobrowolski uznawany jest za prekursora wykorzystania prądu trójfazowego – w ciągu następnych lat zademonstrował z powodzeniem jego praktyczne zastosowania i wdrożył je do eksploatacji. Na swoje wynalazki otrzymał ponad 60 patentów – bez większej przesady można twierdzić, że obecna powszechność wykorzystania prądu trójfazowego jest jego dziedzictwem.

Kres War of Currents

W 1891 roku podczas Światowej Wystawy Elektrotechnicznej we Frankfurcie nad Menem uruchomił linię energetyczną o długości 175 km, przesyłającą napięcie 20 kV z niebywałą wówczas sprawnością 75%! Energia dostarczana z (również będącej dziełem Polaka) elektrowni wodnej w Lauffen zasilala 1000 żarówek, pompę wodną obsługującą sześciometrowej wysokości fontannę – sztuczny wodospad oraz największy wówczas na świecie silnik elektryczny o mocy 100 KM.

Sukces, przeprowadzonej prezentacji możliwości zastosowań prądu przemiennego, zakończył trwający od prawie dziesięciu lat spór pomiędzy zwolennikami zasilania prądem stałym, a protagonistami prądu przemiennego, który przeszedł do historii pod nazwą wojny (lub bitwy) o prąd (ang. *War of Currents*). Według niektórych komentatorów swoją porażkę Edison zawdzięczał własnej słabości w matematyce. Był na pewno sprawnym organizatorem i menedżerem – pod jego kierownictwem Menlo Park „wyprodukowało” ponad 1000 patentów, jednak nie radził sobie z rachunkiem liczb zespolonych, który jest niezbędny do zrozumienia teorii budowy generatora prądu przemiennego. Obecnie – na początku XXI wieku – zwycięstwo Tesli zostaje przypięcztowane w sposób symboliczny: do lamusa odchodzi klasyczna żarówka, będąca sztandarowym wynalazkiem Edisona, natomiast w prawie każdym urządzeniu, w którym płynie prąd jest wykorzystywany któryś z patentów Tesli. Biorąc pod uwagę fakt, iż było ich prawie dziesięciokrotnie mniej, niż firmowanych nazwiskiem Edisona, tym bardziej świadczy to o geniuszu ich autora.

type of electric source of light was quickly patented. It was created by Reginald Fessenden, who used iron and nickel alloy wires in his design instead of platinum used by Edison, thus he significantly reduced the cost of production and contributed to extending the service life of the lamp.

Perhaps the last element in support of alternating current was the construction of a power station on the Niagara Falls in order to supply current to the city of Buffalo 42 km away. Sceptics doubted whether the system was able to supply power sufficient for the needs of the city but Tesla was optimistic and stated that: *The Niagara could power the entire eastern United States*. It is not known how exaggerated this statement was but it is a fact that the project was a success – in 1896 Edward Dean Adams Power Plant, the world's first large AC power station, was put into operation.

In Europe another event occurred which supported the use of alternating current: in 1888, a Polish engineer, Michał Doliwo-Dobrowolski, patented a three-phase electric motor. He carried out his works in Berlin with Allgemeine Elekicitäts-Gesellschaft, previously known as Deutsche Edison-Gesellschaft. Michał Doliwo-Dobrowolski is considered the precursor of three-phase current usage. In the following years he successfully demonstrated its practical applications and put them into operation. He was granted more than 60 patents for his inventions and without excessive exaggeration the present common use of three-phase current can be attributed to him.

The end of the War of Currents

In 1891 during the International Electrotechnical Exhibition in Frankfurt am Mein, Germany, he put into operation a 175 km line transmitting 20 kV current with a then unusual efficiency of 75%! Energy transmitted from the hydroelectric power plant in Lauffen (also designed by a Pole) supplied 1000 bulbs, a water pump operating a 20 ft (6 m) tall fountain – an artificial waterfall and the world's largest electric motor of that time with 100 horsepower.

The success of exhibiting the possible applications of alternating current put an end to the nearly ten-year-long dispute between supporters of direct current and protagonists of alternating current. The dispute is historically known as the War of the Currents. According to some commentators, the reason behind Edison's failure was his insufficient mathematical knowledge. He was certainly a very efficient organizer and manager – under his command Menlo Park 'produced' more than 1000 patents – however, he was not able to manage the complex number calculations that were necessary to understand the theory of construction of an alternating current generator. Currently – at the beginning of the 21st century – Tesla's victory is symbolized by the decline of a classic light bulb – being the flagship invention of Edison – whereas, nearly every electrical device in the world makes use of a patent by Tesla. Taking into consideration that the number of Tesla's patents was nearly ten times smaller than that of Edison's patents, it forms proof of the real genius of their author.

15 kwietnia 1900 roku uroczystość otwarto w Paryżu Exposition Universelle, zorganizowaną dla uczczenia początku nowego wieku – wzięło w niej udział ponad 76 tysięcy wystawców oraz więcej niż 50 milionów zwiedzających. Tereny wystawy zajmowały powierzchnię 1,12 km² na Polach Marsowych w centrum Paryża i pozostało po niej wiele budynków, które dziś stanowią znaki rozpoznawcze stolicy Francji.

W XX wiek, świat wchodził wyposażony już w nową energię – prąd elektryczny! Odkrycia i wynalazki poprzednich dwóch stuleci pozwalały myśleć o wykorzystywaniu elektryczności do wszystkich możliwych celów. Od ponad dekady działały sprawnie elektrownie wodne i węglowe, systemy przesyłu i dystrybucji oraz fabryki produkujące sprzęt elektryczny przeznaczony dla masowego odbiorcy. Dobiała końca era wielkich odkryć w zakresie elektryczności – kolejne lata przynieść miały daleko idące ulepszenia. Miejsce wybitnych wynalazców zajmowali inżynierowie – rzemieślnicy, których zadaniem była praca na rzecz upowszechniania i udoskonalania odbiorników energii elektrycznej i infrastruktury energetycznej.

Już w XIX wieku powstawały coraz mniejsze silniki elektryczne, które pozwalały na konstrukcję niewielkich, wygodnych w użyciu sprzętów (np. wentylator opatentowany przez Westinghouse Company), a wcześniejsze odkrycia Tesli, Hertza i Marconiego zaowocowały prototypami urządzeń radiowych.

Lata 30. XX wieku to już powszechne wykorzystanie energii elektrycznej w miastach, gorzej sytuacja przedstawia się na wsiach, lecz rządy podejmują wysiłki na rzecz powszechnej elektryfikacji. Niezależnie od orientacji politycznej – czy będzie to pod hasłem *komunizm = władza rad + elektryfikacja* w Związku Radzieckim, czy też jako efekt Aktu Elektryfikacji Wsi w Stanach Zjednoczonych, rezultat ma być podobny – powszechny dostęp do prądu i płynących z jego wykorzystania dobrodziejstw. Za rozwijającym się rynkiem konsumenckim musiał nadążać przemysł elektroenergetyczny – wdrażano nowe rozwiązania, produkowano i przesyłano coraz więcej energii. W roku 1900 najwyższe napięcie linii przesyłowej wynosiło 60 kV, w roku 1914 było to już 150 kV, a w 1936 roku uruchomiono linię 287 kV na odcinku 428 kilometrów, przesyłając energię produkowaną przez pierwsze trzy generatory na zaporze Hoovera (Boulder).

Świat potrzebuje coraz więcej energii, a w obliczu zachodzących zmian klimatycznych nie można pozwolić sobie na zwiększanie liczby klasycznych elektrowni węglowych. Eksperti są zgodni co do kierunków, w których powinna rozwijać się energetyka – to zwiększenie udziału źródeł odnawialnych w produkcji energii, zmniejszenie emisji CO₂ i poszukiwanie nowych, „czystych” technologii. Być może – wsparte dostępnymi w XXI wieku środkami – ponadprzeciętne intelekt, których nigdy w dziedzinach związanych z elektroenergetyką nie brakowało, już wkrótce przedstawią światu nowe rozwiązania pozwalające, z jednej strony na utrzymanie standardu życia, do którego przywykliśmy, poprzez zapewnienie odpowiedniej ilości energii, a z drugiej – stanie się to z minimalnym negatywnym wpływem na środowisko.

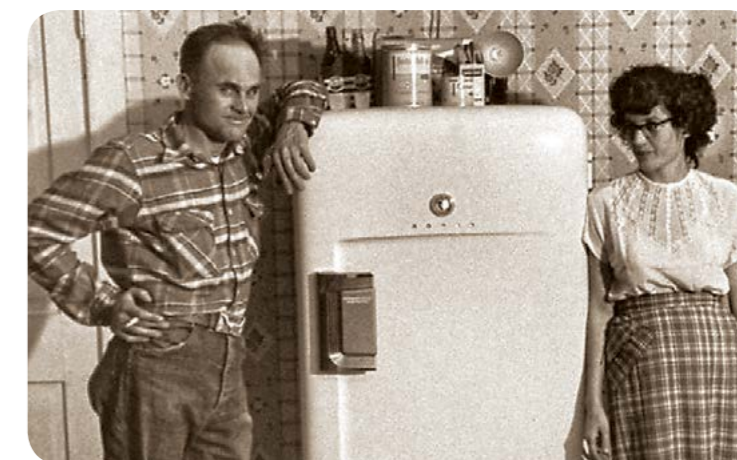
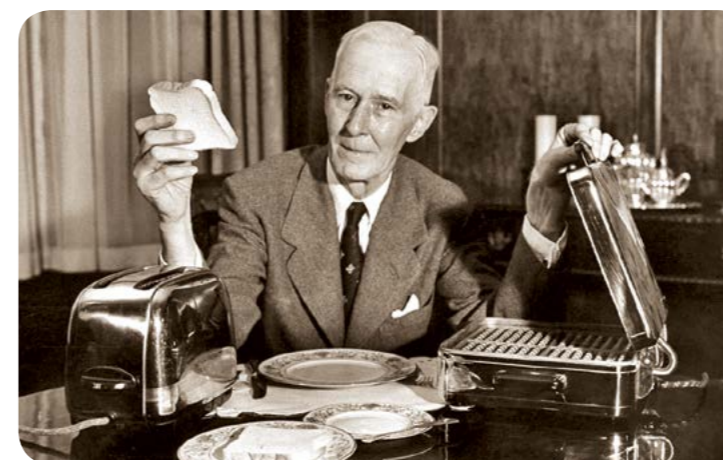
On 15 April 1900 the opening of Exposition Universelle was celebrated in France to commemorate the beginning of a new century. The event attracted over 76 thousand exhibitors and more than 50 million visitors. The exhibition grounds covered an area of 1.12 km² in the Champ de Mars in the centre of Paris and many buildings – now landmarks of the capital city of France – were left over.

The world in the twentieth century was already powered with a new type of energy – electric current! Thanks to numerous discoveries and inventions made in the past two centuries electricity could have versatile applications. Hydroelectric and coal-fired power plants, transmission and distribution systems as well as factories mass-producing electrical equipment had successfully operated for more than a decade. The age of great discoveries in the field of electricity was nearly over – the following years brought far-reaching developments. Outstanding inventors were replaced by engineers – craftsmen working to popularise and improve electrical receivers and power engineering infrastructure.

In the 19th century there was a trend to reduce the size of electric motors. Thus, smaller, convenient to use equipment (e.g. a fan patented by Westinghouse Company) could be designed, and the previous discoveries by Tesla, Hertz and Marconi resulted in the prototypes of radio communication equipment.

In the 1930s electricity was already extensively used in cities. It was worse in rural areas but the governments undertook efforts towards universal electrification. Regardless of the political orientation – be it the *Communism = the power of the soviets + electrification* in the Soviet Union or the Rural Electrification Act in the United States – the result should be similar: universal access to electricity and related benefits. The electrical power engineering industry had to keep pace with the continuously growing consumer market – new solutions were put into use, and more and more power was generated and transmitted. The maximum voltage of a power transmission line amounted to 60 kV in 1900. In 1914, it was already 150 kV, and in 1936 a 428-kilometre-long 287 kV line was put into operation to transmit electric power generated by the first three generators on the Hoover Dam (Boulder).

The requirement of power in the present-day world is continuously increasing. In the face of climatic changes we cannot afford to increase the number of conventional coal-fired power plants. Experts are in agreement about the recommended directions for the development of the power industry: increasing the share of renewable energy sources used in power generation, reducing CO₂ emissions and looking for new, 'clean' technologies. The world of power engineering has never been short of brilliant minds and it is perhaps them who, aided by resources available in the 21st century, will soon present new solutions that will ensure sufficient supplies of energy enabling us to maintain our current living standards, at the same time minimizing the negative impact on the natural environment.



Już na początku XX w. lawinowo pojawiają się wynalazki, dziś uznawane za niezbędne urządzenia w gospodarstwie domowym
An avalanche of inventions nowadays deemed indispensable household appliances occurred as early as the beginning of the 20th century (arch. Photofactory®)



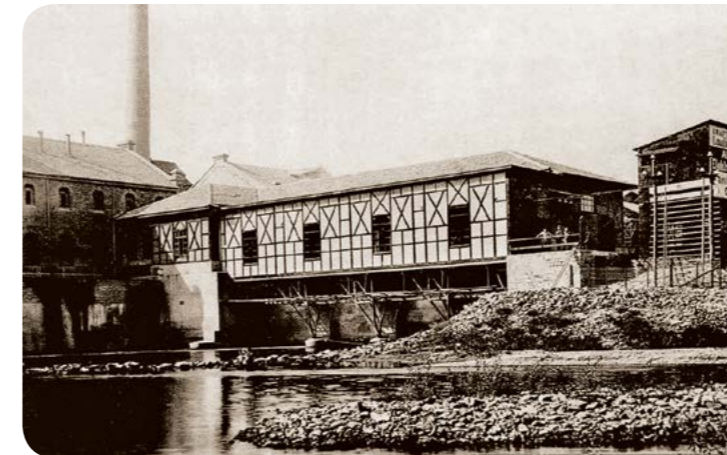
Dzieje polskiej elektroenergetyki

The history of electric power engineering in Poland

Stosowane na co dzień pojęcie „energetyka” obejmuje szeroki obszar znaczeń: surowce energetyczne, wytwarzanie, przesyłanie, odbiór oraz przetwarzanie i użytkowanie energii (elektrycznej i ciepłej). Według słownika wyrazów obcych słowem „elektroenergetyka” określa się dział energetyki obejmujący zastosowanie elektryczności do celów energetycznych.

The term ‘electric power engineering’, as used in the everyday context, covers a wide range of meanings: energy raw materials, generation, transmission, collection as well as processing and consumption of energy (electricity and heat). According to the Dictionary of Foreign Terms, the word ‘electric power engineering’ is used to define, a branch of power industry including use of electricity for energy-related purposes”.

*Elektrownia Kozienice, pierwsza co do wielkości mocy zainstalowanej wśród elektrowni opalanych węglem kamiennym
The Kozienice Power Plant – a hard coal fired power plant with the largest installed capacity (arch. Photofactory®)*



*Elektrownia wodna w Lauffen zbudowana przez M. Doliwo-Dobrowolskiego, 1891 r.
The hydroelectric power plant in Lauffen built by M. Doliwo-Dobrowolski – 1891
(arch. Photofactory®)*

Często autorzy dodają jeszcze: dział energetyki obejmujący wytwarzanie energii elektrycznej, jej przetwarzanie, przesyłanie i zużywanie. Poniższe przemyslenia zostały poświęcone właśnie tak sformułowanemu pojęciu. W pewnych przypadkach używane są słowa „energetyka” czy „energetyk”, ale także w powyższym rozumieniu.

Rzeczony rozwój elektroenergetyki został zapoczątkowany wynalezieniem maszyn elektrycznych: prądnicy prądu stałego (w latach 1833-1872), transformatora (1831 rok), a także silnika trójfazowego (1889 rok). Po 1870 roku zaczęto budować małe generatory służące do oświetlania poszczególnych domów. Pierwszą większą elektrownię prądu stałego zbudował w 1882 roku T.A. Edison w Nowym Jorku, a rok później w Europie powstała taka w Mediolanie. Duże znaczenie miało opracowanie sposobu przesyłania energii elektrycznej przy stosunkowo niewielkich stratach. Francuski elektrotechnik Marcel Déprez przesyłał w 1882 roku w Monachium moc około 1,5 kW na odległość 57 km przy napięciu 2000 V i sprawności 22%. Zaczęto podwyższać napięcie przesyłowe i z Paryża do Creil (56 km) przesyłano prąd o napięciu 6000 V przy sprawności 45%. W dalszych latach dzięki pracom m.in. niemieckiego inżyniera Oskara von Millera i innych udało się zwiększyć napięcie w linii prądu stałego do 125 kV (1927 rok).

Pierwszą elektrownię prądu zmiennego trójfazowego zbudował w 1891 roku w Lauffen w Niemczech Michał Doliwo-Dobrowolski. Była to elektrownia wodna z turbiną o mocy 300 KM i prądnicą 230 kW. Po podwyższeniu napięcia z 95 V do około 15 kV moc przesyłano linią trójfazową o długości około 170 km do Frankfurtu n. Menem przy sprawności około 75%.



Zwiedzający elektrownię w Lauffen podczas Międzynarodowej Wystawy Techniczno-Elektrycznej, 1891 r. / Visitors at the power plant in Lauffen during the International Electro-Technical Exhibition (1891) (arch. Photofactory®)

In addition, the authors often supplement it with: “a branch of power industry including generation, processing, transmission and consumption of electric energy”. The term as specified above is the subject of this chapter. Sometimes reference is made to ‘power industry’ or a ‘power engineer’ in accordance with the interpretation shown above.

The development of electric power engineering began with the invention of electric machines: a direct current generator (1833-72), a transformer (1831), and a three-phase engine (1889). Small generators started to be constructed in order to light individual houses after 1870. The first major direct current power plant was built in 1882 by T.A. Edison in New York. In Europe, a power plant of the same type was built one year later in Milan. Developing a system of electricity transmission with relatively low losses was of great significance. A French electrical engineer, M. Déprez, transmitted power of approx. 1.5 kW in Munich in 1882 a distance of 57 km at a voltage of 2000V and with 22% efficiency. Transmission voltage was gradually increased and the current transmitted from Paris to Creil (56 km) had the voltage of 6000 V with 45% efficiency. Later, as a result of the development works conducted by engineers such as Oscar von Miller from Germany and others, voltage in a direct current line was successfully increased to 125kV (1927).



*Michał Doliwo-Dobrowolski (1862-1919)
(©Photofactory®)*

The first three-phase alternating current power plant was constructed by Michał Doliwo-Dobrowolski in Lauffen, Germany in 1891. It was a hydroelectric power plant equipped with a 300 HP turbine and a 230 kW current generator. After the enhancement of voltage from 95 V to approx. 15 kV power was transmitted via a three-phase line stretching over the length of about 170 km to Frankfurt am Mein at an efficiency level of about 75%.



Budowa kotłowni w elektrowni w Łaziskach – 1917 r. / Construction of a boiler house in the power plant in Łaziska – 1917 (arch. Photofactory®)

Po krótkim okresie rywalizacji między różnymi systemami elektroenergetycznymi opartymi na prądzie stałym oraz przemiennym: jedno-, dwu- i trójfazowym (do końca XIX wieku) rozpoczął się czas przyspieszonego rozwoju elektroenergetyki opartej na prądzie trójfazowym. W latach tych następował stopniowy wzrost napięć i mocy wytwarzanych przez prądnice – duże znaczenie dla tych procesów miało wynalezienie w 1895 roku przez fizyka Sebastiana Zianiego de Ferrantiego wyłącznika olejowego.

Zalążki elektroenergetyki w Polsce

Pierwsze zastosowanie elektryczności na ziemiach polskich miało miejsce w 1878 roku w Hucie Królewskiej. F.M. Kwiatkowski w 1879 roku podjął próbę oświetlenia fabryki Bernarda Hantkego lampami łukowymi, a Gravier w 1880 roku oświetlił tkalnię w Zawierciu. Pierwszą elektrownię użyteczności publicznej w obecnych granicach kraju uruchomiono 1 października 1889 roku w Szczecinie, następną 30 czerwca 1891 roku we Wrocławiu, kolejne zaś w zaborze rosyjskim: w Radomiu w 1901 roku i Wilnie w 1903 roku, a w zaborze austriackim: w Bielsku-Białej w 1893 roku i Przemyślu w 1896 roku. Należy dodać, że uruchamianiu nowych elektrowni towarzyszyło powstawanie zrzeszeń elektryków, organizowano zjazdy i spotkania branżowe (np. 1-3 października 1903 roku, w 1912 roku w Krakowie). Po odzyskaniu przez Polskę niepodległości, w dniach 7-9 czerwca 1919 roku, odbył się zjazd elektrotechników, na którym powołano do życia Stowarzyszenie Elektryków Polskich. Nowo powstałe stowarzyszenie stało się spadkobiercą tradycji pionierów społecznej pracy nad rozwojem polskiej elektroenergetyki. Równoległe działały: Związek Narodowy Inżynierów Elektryków, Polski Związek Przedsiębiorstw Elektrotechnicznych, Związek Elektrowni Polskich, Polski Komitet Elektrotechniczny i Polski Komitet Energetyczny. Społeczna praca członków tych stowarzyszeń znacząco przyczyniła się do popularyzacji wiedzy o elektryce i pozytywnie wpłynęła na prace legislacyjne dotyczące elektroenergetyki.

Równoległe z budową elektrowni komunalnych powstawały elektrownie przemysłowe, tramwajowe i kopalniane, a w wielu miastach pojawiły się sieci elektryczne (zarówno napowietrzne, jak i kablowe). W marcu 1906 roku sieć rozdzielcza Krakowa miała już około 14 km długości. Zaczęto też konstruować sieci łączące różne elektrownie w jeden minisystem, co wpłynęło na organizację i powstanie terenowych zakładów energetycznych (spółek prawa handlowego z przewagą kapitału prywatnego).

Początkowo wszystkie urządzenia w energetyce pochodziły z firm niemieckich – AEG i Siemens. Był to argument za sprowadzaniem z Rzeszy specjalistów zajmujących się ich budową i obsługą, których doświadczenie i fachowość były dla Polaków bezcenne. Cały czas dążono jednak do wykształcenia własnej kadry. Przy udzieleniu zagranicznej firmie koncesji wprowadzono zastrzeżenie, że koncesjonariusz

A short period of competition between DC and 1-, 2- and 3-phase AC electric power systems (until the end of the 19th century) was followed by a period of accelerated development of electric power engineering based on 3-phase current. In the following years the voltages and power produced by electrical generators were gradually increased – the processes were significantly influenced by the discovery of the oil switch by the physician Sebastian Ziani de Ferranti in 1895.

Beginnings of electric power engineering in Poland

Electricity was used in Poland for the first time in Royal Iron Works in 1878. In 1879 F.M. Kwiatkowski attempted to light the B. Hantke factory with arch lamp. In 1880 Gravier lit the weaving plants in Zawiercie. The first public utility power plant in Poland was launched on 1 October 1889 in Szczecin, and the next one on 30 June 1891 in Wrocław, followed by the facilities opened in the Russian sector of partitioned Poland: in Radom (1901) and Vilnius (1903). In the Austrian sector plants were established in Bielsko-Biała (1893) and Przemyśl (1896). As new power plants were launched, new associations of electrical engineers emerged. Trade congresses and meetings were organised (1-3 October 1903, and in 1912 in Kraków). After Poland regained its independence, electrical engineers had their congress organised between 7 and 9 June 1919 and brought the Association of Polish Electrical Engineers into being. The association assumed the role of successor to the tradition initiated by the pioneers of volunteer development of electric power engineering in Poland. The following organisations were in operation: National Association of Polish Electrical Engineers, Polish Association of Electrotechnical Enterprises, Polish Association of Power Plants, Polish Electrotechnical Committee and Polish Energy Committee. The volunteer work performed by their members was a contribution to popularizing knowledge of the electrical industry and had a positive influence on legislative work related to electric power engineering.

Parallel to municipal power plants, new industrial, tramway and mining power plants were launched. Power lines (both overhead and cable) appeared in many cities. In March 1906 in Kraków about 14 km long distribution grid was already in use. Networks connected various power plants in a single mini-system, which had an impact on the organisation and establishment of regional power distribution companies (commercial law companies with a predominant share of private capital).

Initially, all equipment used by power industry was produced in Germany – by AEG and Siemens. Therefore, specialists were brought from the Reich to deal with its construction and operation. Their experience and expertise were invaluable for Poles. Still, education of own personnel was the objective pursued all along. Granting licences to foreign companies was subject to the restriction



Pierwsze silniki elektryczne – lata 20. XX wieku
First electric motors – the 1920s (arch. Photofactory®)

w ciągu pierwszych czterech lat mógł zatrudnić zagranicznych specjalistów, którzy stopniowo mieli być zastępowani przez miejscowych fachowców, tak aby w dziesiątym roku koncesji cały personel składał się wyłącznie z pracowników polskich.

5 grudnia 1918 roku powstała spółka akcyjna Siła i Światło, która dążyła do rozwijania aktywności gospodarczej w dziedzinie elektryfikacji kraju. Jednym z elementów jej działalności było przejmowanie i wykup firm energetycznych kontrolowanych przez kapitał zagraniczny. Można przyjąć, że tak rozpoczął się proces tworzenia polskiej elektroenergetyki, a ludzi w nim uczestniczących można śmiało nazwać pionierami krajowej energetyki. Działalność spółki Siła i Światło nie ograniczała się do spraw elektryfikacyjnych. Ważnym obszarem jej aktywności była komunikacyjna trakcja elektryczna – powstał dzięki niej szereg podmiejskich kolei elektrycznych, szczególnie w okręgu łódzkim, ale i warszawskim (linie: Warszawa-Młociny-Modlin, Warszawa-Grodzisk-Żyrardów). W ramach Siły i Światła w 1922 roku powołano spółkę akcyjną Elektryczne Koleje Dojazdowe z kapitałem 500 tys. złotych. 11 grudnia 1927 roku wyjechał na trasę pociąg WKD – była to pierwsza w Polsce normalnotorowa zelektryfikowana linia kolejowa – legendarna warszawska „wukadka”.

Elektroenergetyka w Polsce przedwzrzesniowej była w 85% własnością kapitału zagranicznego występującego bądź w jawnej formie przedsiębiorstw obcych, bądź w formie przedsiębiorstw polskich bazujących na obcym kapitale. Zaledwie 15% majątku zainwestowanego w tej gałęzi gospodarki narodowej należało do państwowego lub samorządowego kapitału polskiego. Zaczęły kiełkować więzi między energetykami i rozpoczęło się wypracowywanie form współpracy, wzorów zachowań, rodziły się obyczaje, kształtowała tradycja, chociaż duże rozdrobnienie i podziały własnościowe nie sprzyjały temu procesowi. Branża coraz prężniej się rozwijała. Powstało szkolnictwo zawodowe, wprowadzono strój energetyka (monterzy, inkasenci), rozpoczęły działalność energetyczne kasy zapomogowo-pomocowe, powstało budownictwo zakładowe.

Ustawa elektryczna

Gospodarka elektryczna w Polsce aż do uzyskania niepodległości w 1918 roku była prowadzona przez państwa zaborcze przede wszystkim z dbałością o własne interesy polityczne i gospodarcze. W styczniu 1920 roku powołana została przy Ministerstwie Przemysłu i Handlu Państwowa Rada Elektrotechniczna, która wyłoniła spośród siebie specjalną komisję do opracowania projektu ustawy o wytwarzaniu, przetwarzaniu i rozdziale energii elektrycznej. Komisja ta przedstawiła Radzie projekt ustawy, który został przez nią zatwierdzony i przedstawiony rządowi, a następnie wniesiony przez ministra robót publicznych do Sejmu Ustawodawczego na posiedzeniu 21 marca 1922 roku. Sprawozdawcą ustawy był poseł Majewski, który po zreferowaniu poszczególnych przepisów powiedział m.in.: *W wieku XIX mogliśmy obserwować wielkie zmiany, jakie zaszły na całym obszarze świata, bo był dokonany wynalazek pary i zaczęła działać machina parowa. Machina parowa przetworzyła oblicze świata nie tylko zewnątrz, ale również wkroczyła w dziedzinę społeczną i stworzyła nowe warunki rozwoju ekonomicznego. Jednak koniec XIX wieku zaznaczył się szerokim zastosowaniem nowego wynalazku, mianowicie do konkurencji z parą przyszła elektryczność.*

under which a licence holder could employ specialists from abroad during the first four years. They gradually had to be substituted by local professionals and in the tenth year of the licence term all personnel were supposed to be Polish.

On 5 December 1918 a joint stock company “Siła i Światło” (Power and Light) aiming to promote business activity in national electrification was established. One of the elements of its operations was acquiring and buying out energy companies controlled by foreign capital. This could be assumed as the initial stage of electric power engineering in Poland, while its participants could easily be referred to as the pioneers of the national power industry. The operations of “Siła i Światło” were not limited to electrification. An important area of its activity was public transport electric traction – the company contributed to establishing a number of electric commuter railway lines, particularly in Łódź and Warsaw regions (the lines: Warsaw-Młociny-Modlin, Warsaw-Grodzisk-Żyrardów). In 1922 a joint stock company “Elektryczne Koleje Dojazdowe” (Electrical Commuter Railways) with the capital of 500,000 zlotys was incorporated as part of “Siła i Światło”. A WKD (Warszawska Kolej Dojazdowa – Warsaw Commuter Railway) train departed on its route on 11 December 1927. It was the first normal-gauge track electrified railway line in Poland – the legendary “WKD” of Warsaw

Prior to September 1939, 85% of the electric power engineering industry in Poland was owned by foreign investors acting openly as foreign enterprises or as Polish enterprises based on foreign capital. Only 15% of the investment assets in this branch of the national economy were owned by the Polish state or local government. Relations between power engineers began to sprout leading to the emergence of forms of cooperation and patterns of behaviour. New practices were born, tradition was being formed, yet significant fragmentation and divisions in ownership were not favourable for the process. The sector was growing more and more dynamically. A vocational school system was established, a power industry worker’s uniform was introduced (fitters, meter readers), energy-related benefit and support funds were put into operation and company housing construction was initiated.

The Electricity Act

Until gaining independence in 1918 electrical energy management in Poland was the domain of the invader-states who primarily took care to secure their own political and economic interests. The National Electrotechnical Council attached to the Ministry of Industry and Commerce was appointed in January 1920. In turn, the Council appointed a special board consisting of Council members which was supposed to draw up a draft act on the generation, processing and distribution of electricity. The Board submitted the draft to the Council. Having received approval and after its presentation to government, the Minister of Public Works submitted the draft to the Legislative Sejm during its session on 21 March 1922. Deputy Majewski, the rapporteur, having reported on individual provisions, said, among other things: *“In the 19th century we could observe tremendous changes taking place worldwide, because steam was invented and a steam engine was put into operation. The steam engine transformed the external face of the world but it also entered the social realm, creating new conditions for economic growth. Nonetheless, the end of the 19th century was marked by a broad application of another invention, namely, electricity, which appeared as a competitor to steam.”*



Akcja firmy energetycznej z okresu II Rzeczypospolitej
A power company's stock issued in the times of the Second Polish Republic
(arch. Photofactory®)

Podsekretarz stanu w Ministerstwie Robót Publicznych, poseł Mieczysław Rybczyński, dodał: *Przedkładając Wysokiemu Sejmowi projekt ustawy o elektryfikacji, rząd ma zamiar uczynić pierwszy krok w kierunku, w którym w naszym państwie dotychczas bardzo mało zrobiono. Do słów posła referenta dodam tylko to, że jeżeli w państwach innych zużycie energii elektrycznej wynosi 100-200 kWh na głowę, to w naszym państwie zużycie to wynosi zaledwie 9 kWh na głowę.* Przytoczone wyżej słowa nie ilustrowały jednak pełnego stanu zaniedbań, jakie niepodległe państwo polskie odziedziczyło po zaborcach. Według danych statystycznych z 1920 roku na terenie całego kraju – bez Górnego Śląska – istniało zaledwie 81 elektrowni użyteczności publicznej, trzy przedsiębiorstwa rozdzielające energię elektryczną oraz trzy towarzystwa o charakterze spółek kapitałowych z udziałem kapitału zagranicznego. Ustawa elektryczna była osiągnięciem prawodawczym o wielkim znaczeniu, nie miała precedensu w wielu państwach europejskich, znacznie wówczas bardziej uprzemysłowionych niż Polska.

W Wielkiej Brytanii obowiązywały w tym czasie tzw. Electric Lighting Acts z lat 1882-1888 oraz z 1913 roku, które przewidywały nadawanie uprawnień na prowadzenie zakładu elektrycznego przez ministra handlu lub ich zatwierdzenie przez parlament. We Francji obowiązywała ustawa z 15 czerwca 1906 roku, na mocy której gminy lub związki samorządu terytorialnego udzielały koncesji na prowadzenie zakładu elektrycznego oraz na rozdzielanie energii elektrycznej. W Niemczech prowadzenie zakładu elektrycznego nie wymagało uzyskania akceptacji rządowej, ale należało najpierw uzyskać zgodę władzy przemysłowej oraz zawrzeć umowę z gminą.

Punktem wyjścia polskiej ustawy elektrycznej z 21 marca 1922 roku była zasada wyrażona w art. 5, wskazująca, że uprawnienie do wytwarzania, przetwarzania, przesyłania lub rozdzielania energii elektrycznej w celu zawodowego jej zbywania wydaje rząd w osobie ministra robót publicznych. Art. 8 przyznawał zakładom elektrycznym prawo do bezpłatnego korzystania z dróg, ulic i placów publicznych, za odszkodowaniem zaś z posiadłości państwowych, gminnych i prywatnych – w celu prowadzenia przewodów nad- lub podziemnych, ustawiania stacji transformatorowych i innych urządzeń, umocowywania przewodów i wsporników na ścianach i dachach budynków oraz obcinania gałęzi drzew w pobliżu przewodów elektrycznych.



Akcja Towarzystwa Akcyjnego Zachodnio-Galicyskich Elektrowni Okręgowych – 1913 r.
A stock of the Joint Stock Association of Western Galician District Power Plants – 1913
(arch. Photofactory®)

The Undersecretary of State at the Ministry of Public Works, deputy Mieczysław Rybczyński added: *By submitting the draft of the bill on electrification to the Honourable Sejm, the government intends to take the first step in the direction where hardly anything has been made in our country so far. I would like to complete what the rapporteur-deputy has already mentioned and say that while in other countries electricity consumption per capita amounts to 100-200kWh, in our country it is only 9kWh per capita.* However, this is not a complete image of the neglect that was inherited by the independent Polish State after the partitions. According to statistical data from 1920, in Poland – except in the region of Upper Silesia – there were only 81 public utility power plants, three electricity distribution companies and three companies operating as joint stock companies with foreign capital. The Electricity Act was a legislative achievement of great significance. It was unprecedented in many European states where at that time industrialization was much more advanced than in Poland.

At that time in Great Britain, the so-called Electric Lighting Acts issued in 1882-1888 and 1913 were in force. Those acts provided for the authorisation of electricity enterprise operations by the Minister of Commerce or approval of the right to operate by the Parliament. Pursuant to the act passed in France on 15 June 1906, licenses to run electricity business and distribute electric energy were granted by communes or local governments. Electric companies in Germany did not need any permits from the government; though prior approvals from industrial authorities and a contract with the community (Gemeinde) were obligatory.

The Polish Electricity Act of 21 March 1922 was based on the principle expressed in Article 5 stating that the license to generate, process, transmit or distribute electrical power for commercial sale purposes shall be issued by the government represented by the minister of public works. According to Article 8, electricity companies were granted the right to use roads, streets and public squares free of charge. State, municipal and private properties could be used against compensation in order to lay overhead or underground cables, to erect transformer stations and other

Dalsze uprawnienia przyznane zostały zakładom elektrycznym użyteczności publicznej z mocy art. 10 ustawy. Mogły one w drodze wyłączenia lub okresowo zajmować nieruchomości stale lub czasowo potrzebne do budowy i utrzymania zakładu elektrycznego. Obok tych postępowych przepisów w ustawie elektrycznej znalazły się również treści, które podyktowane zostały względami ochrony prywatnej własności. Niewątpliwie wpływały one hamująco na szybki rozwój elektryfikacji wsi.

Przyjęcie ustawy elektrycznej przyczyniło się do rozwoju elektroenergetyki w Polsce, co z kolei umożliwiło dalszy rozwój polskiej gospodarki. W rozporządzeniu wykonawczym do ustawy o popieraniu elektryfikacji został przewidziany podział kraju na okręgi elektryfikacyjne. Wyjątkiem było sześć województw wschodnich, gdzie wymagania do uzyskania ulg podatkowych były łagodniejsze oraz województwo śląskie, którego ustawa nie obejmowała. W 1937 roku istniało 17 okręgów elektryfikacyjnych:

- Okręg 1 – pomorski: Pomorska Elektrownia Krajowa Gródek oraz Związek Elektryfikacyjny Chełmno-Świecie-Toruń.
- Okręg 2 – bydgoski: Państwowa Centrala Elektryczna w Bydgoszczy oraz Centrala Elektryczna Wyrzysk.
- Okręg 3 – poznański: przewidziany był dla powstającego, ale jeszcze niedziałającego Towarzystwa Elektryfikacyjnego Okręgu Poznańskiego.
- Okręg 4 – kaliski: Okręgowy Zakład Elektryczny m. Kalisza OZEMKA.
- Okręg 5- łowicko-kujawski: był częściowo terenem działania Związku Elektryfikacyjnego Międzykomunalnego Województwa Warszawskiego ZEMWAR.
- Okręg 6 – łódzki: Związek Elektryfikacyjny Międzykomunalnego Przemysłowego Okręgu Łódzkiego ZEMPOŁ.
- Okręg 7 – warszawski: Zakład Elektryczny Okręgu Podstołecznego ZEOP (na prawym brzegu Wisły), lewobrzeżna część okręgu była elektryfikowana na podstawie uprawnienia udzielonego Elektrowni Okręgu Warszawskiego w Pruszkowie.
- Okręg 8 – piotrkowsko-częstochowski: był objęty uprawnieniami kilku przedsiębiorstw koncernu belgijskiego.
- Okręg 9 – kielecko-radomski: Zjednoczenie Elektrowni Okręgu Radomsko-Kieleckiego ZEORK.
- Okręg 10 – krakowski: przewidziano dla będącej w stanie organizacji spółki sieciowej.
- Okręg 11 – tarnowski: Okręgowy Zakład Elektryczny w Tarnowie OZET, o kapitale państwowym.
- Okręg 12 – lubelski: Lubelski Związek Elektryfikacyjny Międzykomunalny LUBZEL.
- Okręg 13 – przemyski: przewidziano dla spółki sieciowej będącej w stanie organizacji.
- Okręg 14 – lwowski: Zakład Elektryczny Okręgu Lwowskiego ZEOL.
- Okręg 15 – podkarpacki: Podkarpackie Towarzystwo Elektryczne o kapitale obcym z 2 % udziałem Banku Gospodarstwa Krajowego.
- Okręg 16 – siedlecki: przewidziany był dla projektowanego Związku Międzykomunalnego.
- Okręg 17 – mławsko-mazowiecki: posiadał tylko drobne elektrownie.

units, to install wires and brackets on the walls and roofs of buildings and to cut tree branches near electrical wires.

Further rights were granted to public utility electric companies under Article 10 of the act. Accordingly, they were allowed to expropriate or occupy real property in order to build or maintain an electric enterprise permanently or temporarily. Apart from the above progressive regulations, the electricity act also contained provisions arising with regard to private property protection. Undoubtedly, they inhibited fast development of electrification in rural areas.

Passing the Electricity Act contributed to the development of electric power engineering in Poland. This in turn facilitated further growth of the Polish economy. The executive order to the Act on the Promotion of Electrification provided for splitting the country into electrification districts, except six voivodeships in the east where the requirements to obtain tax credits were less stringent and except the Silesian voivodeship which was not covered by the act. Seventeen electrification districts existed in 1937:

- District 1 – Pomerania: Pomerania National Power Plant "Gródek" and Chełmno – Świecie – Toruń Electrification Union
- District 2 – Bydgoszcz: National Central Electrical Station in Bydgoszcz and Wyrzysk Central Electrical Station.
- District 3 – Poznań: reserved for the incorporated but yet not operating Poznań District Electrification Association.
- District 4 – Kalisz: OZEMKA District Power Distribution Company in the City of Kalisz.
- District 5 – Łowicz and Kuyavia: partly included within the operating area of ZEMMAR Intercommunal Electrification Union of Warsaw Voivodeship.
- District 6 – Łódź: ZEMPOŁ Intercommunal Electrification Union of the Industrial Area in Łódź.
- District 7 – Warsaw: ZEOP Power Distribution Company of Warsaw's Suburban District (on the right bank of the Vistula), the left-bank part of the district was electrified under the licence granted to the Warsaw District Power Plant in Pruszków.
- District 8 – Piotrków and Częstochowa: was subject to licences held by several companies included in a Belgian concern.
- District 9 – Kielce and Radom: ZEORK Radom – Kielce District Power Plant Union.
- District 10 – Kraków: reserved for the grid company under organisation.
- District 11 – Tarnów: OZET District Power Distribution Company in Tarnów with state-owned capital.
- District 12 – Lublin: LUBZEL Lublin Intercommunal Electrification Union.
- District 13 – Przemysł: reserved for the grid company under organisation.
- District 14 – Lvov: ZEOL Lvov District Electric Company.
- District 15 – Subcarpathian: Subcarpathian Electrical Company with foreign capital including 2% held by the National Economy Bank
- District 16 – Siedlce: reserved for the projected Intercommunal Union.
- District 17 – Mława and Mazovia: only small power plants.

Pionierzy polskiego przemysłu elektrotechnicznego

Stosunkowo szybki rozwój elektroenergetyki w Polsce stał się możliwy m.in. dzięki operatywności i wiedzy przedsiębiorców i konstruktorów. Największym producentem urządzeń elektrycznych w Polsce przedwrześniowej stała się Fabryka Aparatów Elektrycznych K. Szpotański i S-ka S.A. Jej produkcja zaspokajała nie tylko potrzeby krajowe, ale pozwalała na eksport urządzeń do krajów całej Europy. Urządzenia produkowane przez FAE K. Szpotański jakościowo i technicznie odpowiadały światowym standardom, a rozwiązaniami często przewyższały je pod względem konstrukcyjnym.

Początki rozwoju przyszłej fabryki były skromne. W 1918 roku inżynier Kazimierz Szpotański założył w Warszawie przy ul. Mirowskiej 9 warsztat elektrotechniczny, w którym produkował tablice rozdzielcze niskiego napięcia wyposażone w wyłączniki i bezpieczniki. Trzy lata później Fabryka Aparatów Elektrycznych K. Szpotański (FAE) przeniosła się do nowej siedziby przy ul. Kałuszyńskiej 2/4/6. Na I Targach Poznańskich FAE zaprezentowała wyłączniki wysokiego napięcia. W 1924 roku w firmie powstała Sekcja Konstrukcyjna, która z czasem została przekształcona w Biuro Projektowo-Konstrukcyjne.

W 1928 roku fabryka zatrudniała już ponad 200 osób. Produkowano aparaturę niskich, średnich i wysokich napięć, m.in.: liczniki energii elektrycznej, nastawniki dla trakcji tramwajowej, przekładniki, bezpieczniki, odłączniki i wyłączniki pełnoolejowe średnich napięć. Rok później na Powszechnej Wystawie Krajowej w Poznaniu Fabryka Aparatów Elektrycznych K. Szpotański otrzymała złoty medal za całokształt produkcji, a w szczególności za rozpoczęcie produkcji liczników elektrycznych. W 1932 roku firma została przekształcona w spółkę akcyjną FAE



Pawilon FAE K. Szpotański podczas Wystawy Przemysłu Metalowego i Elektrotechniki w Warszawie w 1938 r. / The exhibition hall of Electrical Engines Factory – K. Szpotański at the Metal Industry and Electrical Engineering Fair in Warsaw in 1938. (arch. Photofactory®)

K. Szpotański S.A., w której większość udziałów objął kapitał francuski (Companie de Counter). W 1936 roku FAE uczestniczyła w pracach związanych z elektryfikacją pierwszych linii kolejowych w Polsce: Warszawa-Otwock i Warszawa-Żyrardów. W fabryce powstały udoskonalone wkładki bezpiecznikowe prądu stałego wypełnione sproszkowanym marmurem. W 1937 roku FAE została wyłącznym dostawcą napowietrznych wyłączników, odłączników oraz przekładników prądowych i napięciowych dla pierwszej w Polsce magistrali przesyłowej 150 kV, łączącej elektrownię wodną w Rożnowie z Warszawą. Kolejnym punktem na drodze rozwoju spółki było powstanie w 1939 roku oddziału FAE w Międzyzlesiu pod Warszawą. Produkowane były tam – obok aparatury 150 kV – aparaty elektryczne na napięcia 6 kV, 15 kV i 30 kV. W spółce pracowało wtedy 1500 osób, a produkcja obejmowała 400 typów wyrobów. Podczas wystawy światowej w Nowym Jorku FAE zaprezentowała transformator probierczy 450 kV typu US400. Działania wojenne niestety nie oszczędziły FAE – w 1944 roku, podczas powstania warszawskiego (10 września), centrala FAE przy ul. Kałuszyńskiego została splądrowana i wysadzona w powietrze przez wycofujące się oddziały niemieckie.

Pioneers of Polish electrical engineering industry

The efficiency and knowledge of businesses and design engineers contributed to a fast development of electric power engineering in Poland. Electrical Engines Factory – K. Szpotański & Co. PLC became the largest producer of electrical equipment in Poland before September 1939. Its production output not only satisfied domestic demand but also enabled export to countries throughout Europe. In terms of quality and technology, the products of FAE K. Szpotański conformed to global standards, while its solutions often exceeded the standards in respect of design.

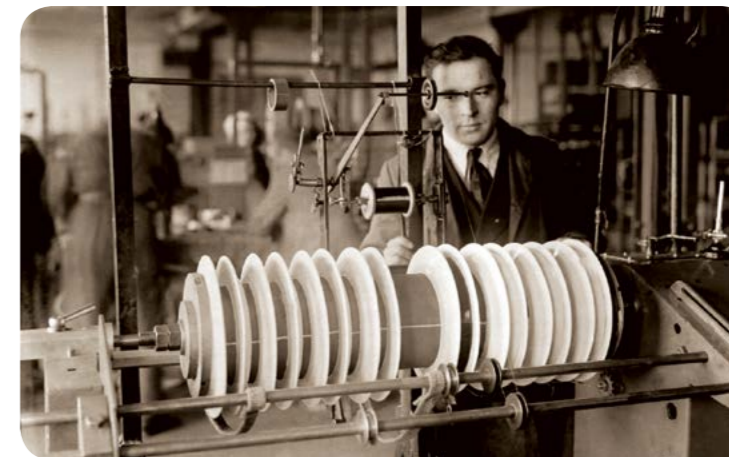
The future huge factory was a modest facility at the beginning. In 1918 engineer Kazimierz Szpotański opened an electrotechnical workshop in Warsaw at 9 Mirowska Street where he started the production of low voltage switchboards with circuit breakers and cut-outs. Three years later, Electrical Engines Factory – K. Szpotański & Co. PLC (FAE) was relocated to new premises at 2/4/6 Kałuszyńska Street. During the 1st Poznań Fair, FAE displayed high-voltage circuit breakers. In 1924 a Construction Section was established which was soon transformed into the Design and Construction Office.

In 1928 the factory already employed more than 200 people. Its range of products comprised: low, medium and high-voltage equipment, including electric energy meters, tramway traction controllers, instrument transformers, cut-outs, disconnecting devices and bulk oil circuit-breakers for medium voltages. One year later, during the Polish General Exhibition in Poznań, the K. Szpotański Factory was awarded the gold medal for the entire production, and in particular for commencing the production of electric energy meters. In 1932 the company was transformed into

a joint stock company FAE K. Szpotański S.A. with a predominant share of French capital (Companie de Counter). In 1936 FAE took part in works related to the electrification of the first railway lines in Poland: Warsaw-Otwock and Warsaw-Żyrardów. The factory built improved direct current fuse links filled with marble powder. In 1937 FAE became the exclusive supplier of overhead circuit breakers, disconnecting devices as well as current and voltage transformers for the first 150 kV transmission mains in Poland connecting the hydroelectric power plant in Rożnow to Warsaw. Another step in the company's development was the establishment of a division of FAE in Międzyzlesie near Warsaw in 1939. Apart from 150 kV apparatuses, it produced 6 kV, 15 kV and 30 kV electrical equipment. At that time the company had 1500 employees and produced 400 types of products. During a world exhibition in New York, FAE presented a 450 kV test transformer (US400). Unfortunately, FAE was not spared by warfare – during the Warsaw Uprising (10 September 1944) the Headquarters of FAE at Kałuszyńskiego Street were plundered and blown up by the retreating German army.



Biura konstrukcyjno-rozwojowe fabryki Szpotańskiego / Design and development offices at the Szpotański factory (arch. Photofactory®)



Nawijanie uzwojeń napięciowych / Voltage coil winding (arch. Photofactory®)



Hala montażu mierników elektrycznych / Electric meter assembly room (arch. Photofactory®)



Metalizowanie izolatorów W60 / Metal plating of W60 insulators (arch. Photofactory®)



Pracownicy jednego z punktów sprzedaży / Workers of a sales outlet (arch. Photofactory®)



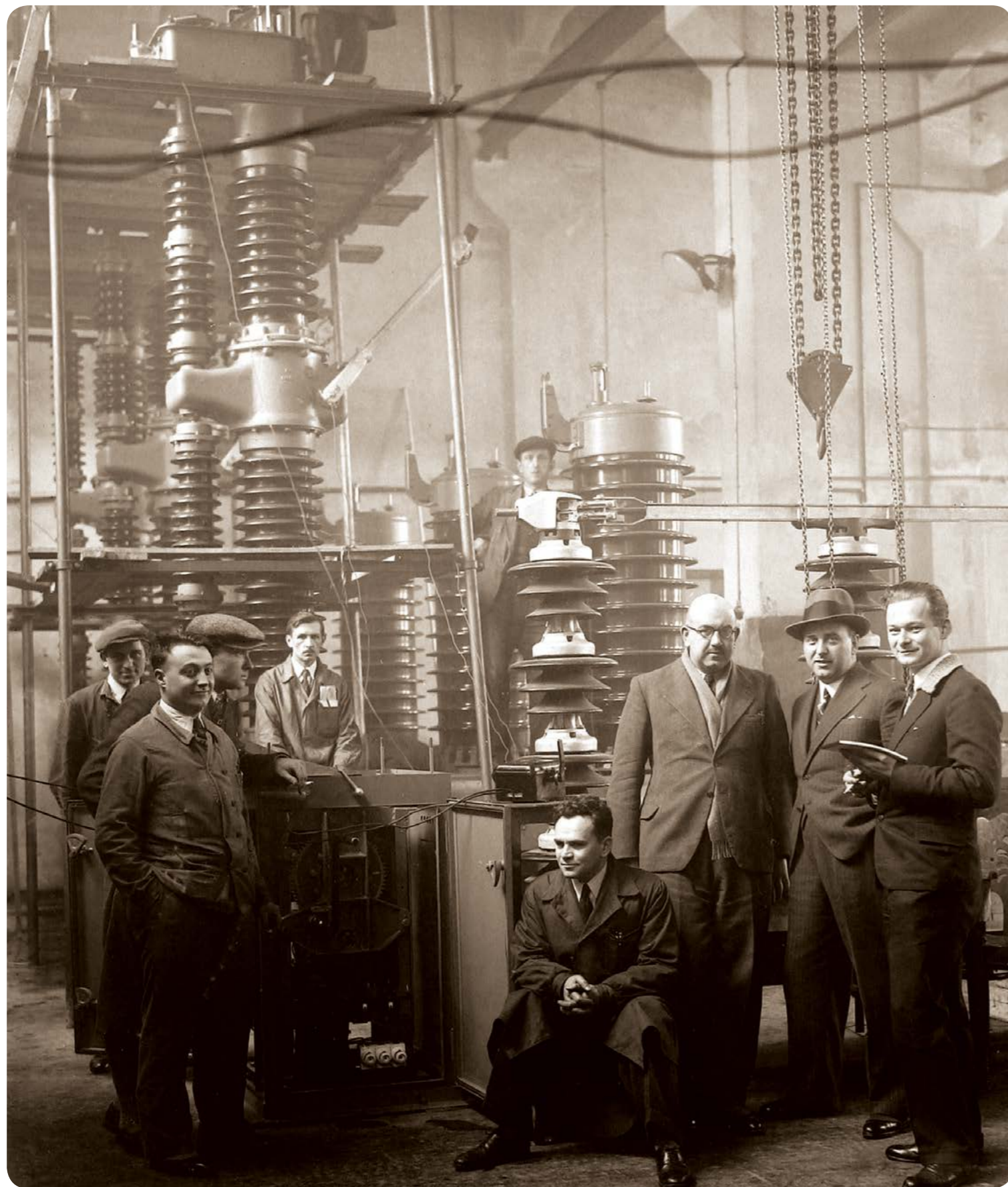
Fabryka Aparatów Elektrycznych K. Szpotański i S-ka / Electrical Engines Factory – K. Szpotański & Co. PLC (arch. Photofactory®)



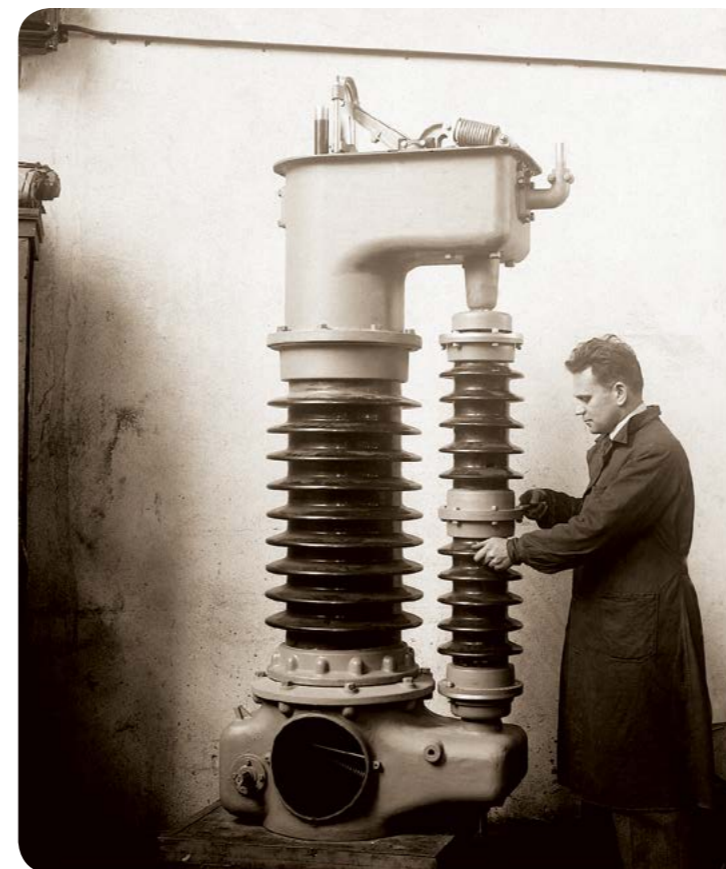
Zaplecze badawczo-rozwojowe w fabryce Szpotańskiego. Próba napięciowa łańcucha izolatorów z armaturą ochronną wykonywana za pomocą transformatora probierczego 600 kV i mocy trwałej 165 kVA (po lewej). Transformator probierczy na napięcie 1 600 000 V wykonany w Fabryce Aparatów Elektrycznych (po prawej) / R&D facilities at the Szpotański Factory. Voltage test of the chain of insulators with protective fittings by means of a 600 kV test transformer with continuous rating 165 kVA (on the left); 1600 000 V test transformer produced by the Electrical Engines Factory (on the right) (arch. Photofactory®)



Logistyka okresu międzywojennego, pomimo prostoty była nad wyraz solidna / The interwar logistics was simple but highly reliable (arch. Photofactory®)



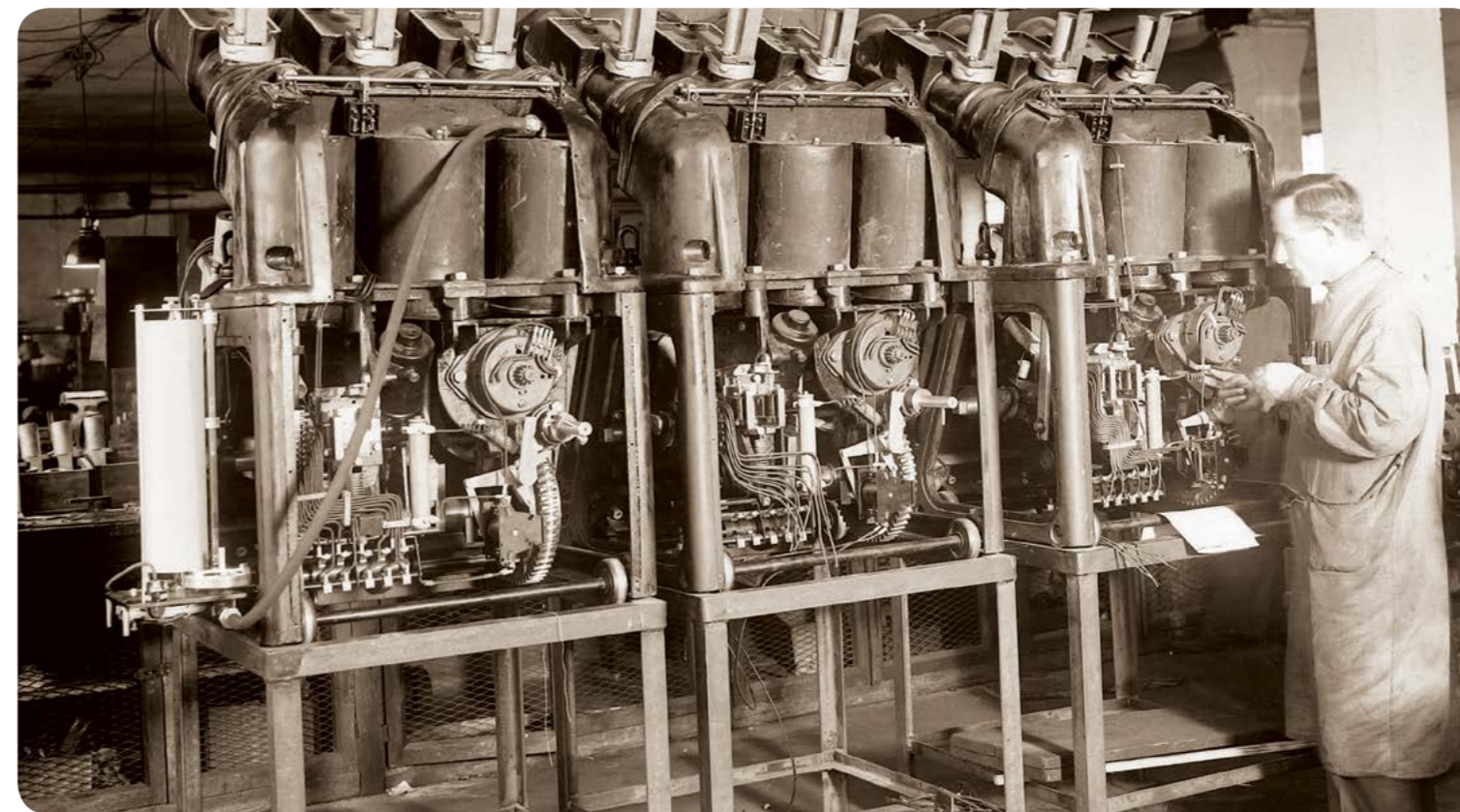
Zakończenie montażu wyłącznika małoolejowego na napięcie 150 kV / Completion of the assembly of a 150 kV low-oil switch (arch. Photofactory®)



Montaż wyłącznika małoolejowego 150 kV / Assembly of a 150 kV low-oil switch (arch. Photofactory®)



Wyłącznik olejowy R10 z przekąźnikami BBC / R10 oil switch with BBC transmitters (arch. Photofactory®)



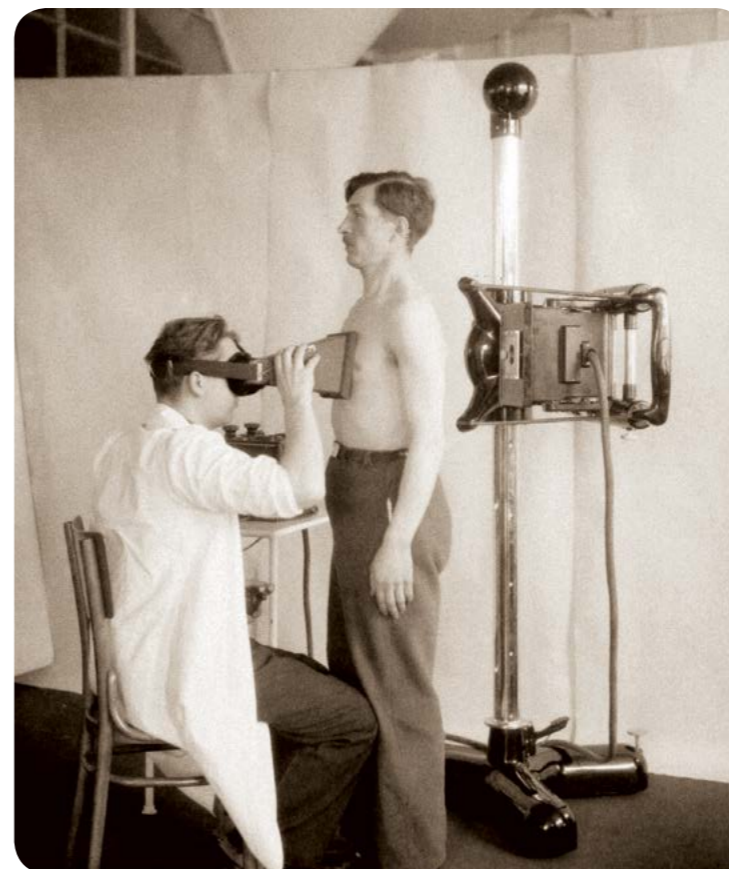
Montaż wyłącznika powietrznego bezsprężarkowego typu 603 / Assembly of overhead airless breaker switch type 603 (arch. Photofactory®)



Kaskadowy transformator probierczy 450 kV / 450 kV cascade test transformer
(arch. Photofactory®)



Rozdzielnica średnich napięć / Medium voltage switchgear (arch. Photofactory®)



Mobilny aparat rentgenowski / Mobile X-ray machine (arch. Photofactory®)



Fabryka Szpotańskiego produkowała 400 sztuk liczników elektrycznych dziennie! (1939 r.)
The Szpotański Factory produced 400 electric meters per day! (1939) (arch. Photofactory®)



Urządzenie do filtrowania oleju transformatorowego / Transformer oil filter unit (arch. Photofactory®)



Karolino – podstacja / Karolino – substation (arch. Photofactory®)



Budowa elektrowni wodnej Żur – wlot i żelbetowe rury spustu, 1928 r. / Construction of the Żur hydropower plant – inlet and reinforced concrete outlet pipes, 1928 (arch. Photofactory®)



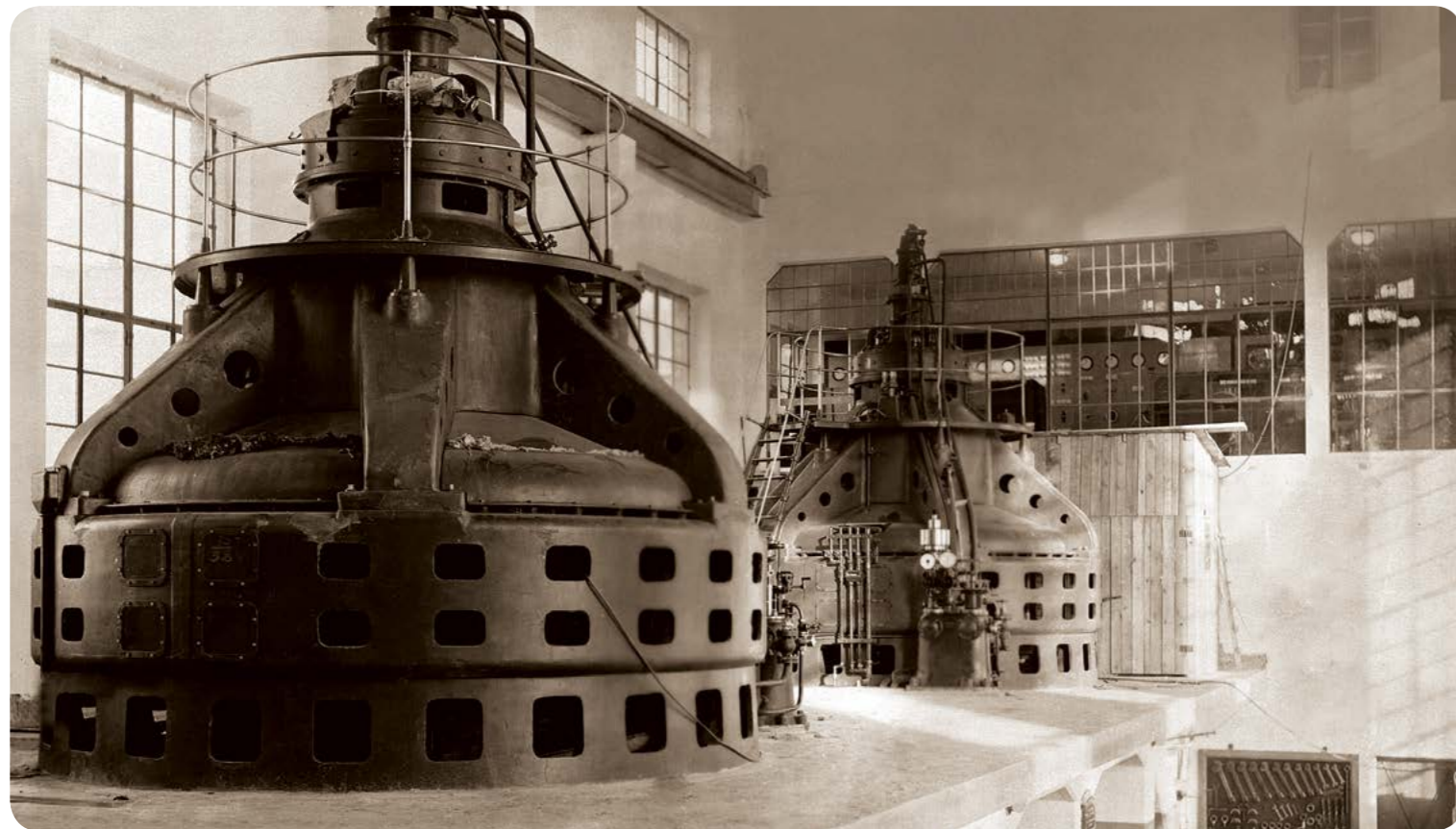
Budowa elektrowni wodnej Żur – opierzenie zamku wodnego, 1929 r. / Construction of the Żur hydropower plant – planking of the water lock, 1929 (arch. Photofactory®)



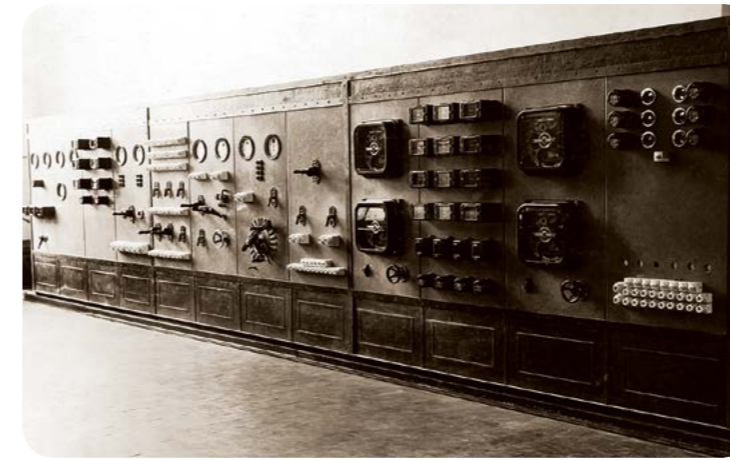
Budowa elektrowni wodnej Żur – montaż w fabryce (Austria) głównego kadłuba turbiny wodnej Kaplana, 1929 r. / Construction of the Żur hydropower plant – assembly of the main body of the Kaplan turbine at the factory (Austria), 1929 (arch. Photofactory®)



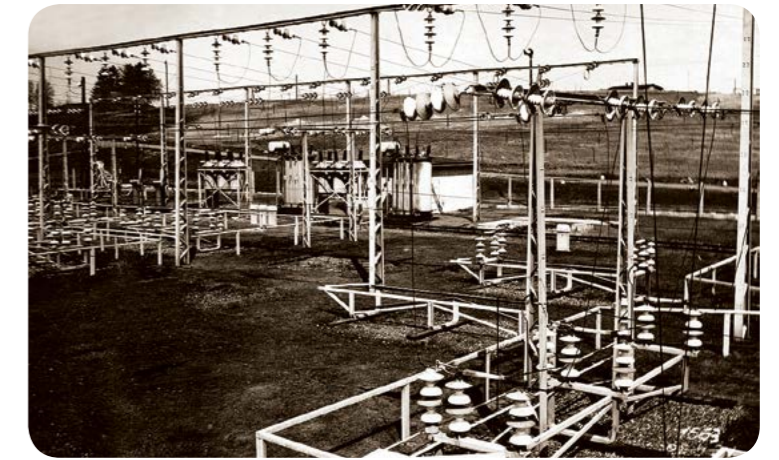
Budowa elektrowni wodnej Żur – izolowanie rur ciśnących, 1929 r. / Construction of the Żur hydropower plant – insulating the delivery pipes, 1929 (arch. Photofactory®)



Generator 4400 kVA w elektrowni wodnej Żur, 1929 r. / 4400 kVA generator at the Żur hydropower plant, 1929 (arch. Photofactory®)



Sterownia w elektrowni wodnej Żur, 1930 r.
Control house at the Żur hydropower plant, 1930 (arch. Photofactory®)



Rozdzielnia napowietrzna 60 kV, 1930 r. / 60 kV overhead substation, 1930
(arch. Photofactory®)



Budynek elektrowni Żur, 1936 r. / The building of the Żur hydropower plant, 1936 (arch. Photofactory®)



Wirnik (śmigło) turbiny wodnej systemu Kaplana o mocy 6000 KM, 1930 r.
6000 HP Kaplan turbine wheel (propeller), 1930 (arch. Photofactory®)



Nastawnia elektrowni Żur, 1936 r. / Control room of the Żur hydropower plant, 1936
(arch. Photofactory®)

W okresie międzywojennym rodził się polski przemysł elektrotechniczny, który zaspokajał potrzeby powstającej elektroenergetyki. Firmami, które koniecznie należy wymienić, były: wytwórnia kotłów L. Zieleniewski i S-ka w Krakowie, wytwórnia aparatury elektrycznej Drutowski i Imass, wytwórnia izolatorów Ćmielów, fabryka przewodów Norblin, fabryka sprzętu rozdzielczego braci Petschów, firma Lilpop, Rau i Loewenstein, Fabryka Urządzeń Mechanicznych „Poręba”, Hipolit Cegielski i dziesiątki innych.

Powstawały sieci handlowe oferujące bardzo bogaty i różnorodny sprzęt oraz imponujący, nawet na obecne warunki rynkowe, asortyment urządzeń elektrycznych. Bracia Borkowscy, których centrala mieściła się w Warszawie przy ul. Grochowskiej 306/308, posiadali trzy sklepy w Warszawie oraz po jednym w Katowicach, Poznaniu, Lwowie i Bydgoszczy, a przez sieć agentów docierali do wszystkich miast w Polsce. Należy również podkreślić, że lokalne elektrownie były właścicielami sklepów z osprzętem i aparaturą elektryczną. Często oferowały odbiorniki po konkurencyjnych cenach, aby zapewnić zwiększone zakupy energii elektrycznej. Zapotrzebowanie na nowy rodzaj energii poparte sprzyjającym ustawodawstwem oraz dostępność urządzeń elektrycznych zaowocowały rozwojem elektroenergetyki w Polsce.

Przeszkodą w powszechnym wykorzystaniu energii elektrycznej do celów domowych i dla rzemiosła była jej relatywnie wysoka cena. Wysokość opłat, zróżnicowana w poszczególnych miastach, stanowiła przedmiot ciągłych kontrowersji pomiędzy wytwórcami, a samorządami. Ceny były dodatkowo zróżnicowane w zależności od przeznaczenia energii (np. w Warszawie cena światła wynosiła: 73 gr/kWh, siły: 35 gr/kWh, a oświetlenia ulic: 29,22 gr/kWh). Czynnikiem wpływającym na wysokości stawek były koszty eksploatacyjne, ale te często zawyżano. Dla rozstrzygnięcia sporów związanych z wysokościami opłat za energię minister robót publicznych powołał Komisję Rozjemczą.

Zużycie energii elektrycznej na jednego mieszkańca w 1937 roku wynosiło około 50 kWh, podczas gdy w tym samym czasie zużycie na mieszkańca Paryża to ponad 500 kWh, Szwajcarii – ponad 700 kWh, Hamburga – ponad



Uczniowie Szkoły Dokształcającej Zawodowej PEK „Gródek” kierowanej przez prof. Alfonsa Hoffmanna / Students of the Vocational School at PEK „Gródek” (arch. Photofactory®)

The Polish electrical engineering industry, satisfying the demand of the emerging electric power engineering, was arising in the interwar period. Noteworthy companies that must be mentioned included: L. Zieleniewski Boiler Works & Co. in Kraków, Drutowski and Imass Electric Apparatus Works, Ćmielów Insulator Works, Norblin Cable Factory, Petsch Brothers Distributing Equipment Factory, “Lilpop, Rau and Loewenstein”, “Poręba” Mechanical Equipment Factory, Hipolit Cegielski and dozens more.

New sales networks offering a wide variety of equipment and a then impressive market range of electric devices were established. The Borkowski Brothers with their head office in Warsaw at 306/308 Grochowska Street owned three stores in Warsaw as well as one in each of the cities: Katowice, Poznań, Lvov and Bydgoszcz. Through a network of sales representatives they reached all Polish cities. It should also be emphasized that local power plants owned shops with electric fittings and apparatuses. They often offered receivers at competitive prices to ensure increased purchase of electricity. The demand for a new type of energy, supported with more favourable legislation and accessibility of electrical devices resulted in the development of electric power engineering in Poland.

An obstacle to the common use of electric power for household purposes and in crafts was its relatively high price. The charges were different in respective cities and were subject to continuing controversies arising between producers and local governments. In addition, the prices varied depending on the intended use of energy (in Warsaw for example the price of lighting energy was 73 gr/kWh, 3-phase power supply: 35 gr/kWh, and street lighting: 29.22 gr/kWh). The rates were affected by operating costs that were often inflated. The disputes related to energy fees were settled by the Conciliation Board appointed by the Minister of Public Works.

Consumption of electricity per citizen in 1937 amounted to approx. 50 kWh, while at the same time the consumption per citizen in Paris was more than 500 kWh, in Switzerland more than 700 kWh, and in Hamburg more than 400 kWh, not to mention American cities where the level was 1000 kWh.



Prof. Alfons Hoffmann i uczestniczki kursu instruktorek gotowania elektrycznością / Prof. Alfons Hoffmann and participants of the course for electric cooking instructors (arch. Photofactory®)

400 kWh, nie mówiąc o miastach amerykańskich, w których było ono na poziomie 1000 kWh. Na temat zużycia energii elektrycznej na wsiach w ogóle nie ma danych, ponieważ polska wieś praktycznie z tego wynalazku nie korzystała.

Rozwójowi polskiej elektroenergetyki sprzyjał ogólny wzrost gospodarczy po I wojnie światowej oraz odpowiedni klimat społeczny po odzyskaniu niepodległości. Warto również podkreślić wysoką kulturę techniczną kadry. Od pierwszego momentu uruchomienia elektrowni wprowadzono zasady odpowiedzialności za powierzone pracownikom urządzenia, reguły ich eksploatacji oraz utrzymywania całości elektrowni w należytym porządku. Jest to tym bardziej warte podkreślenia, że powstająca branża cierpiała na brak fachowców Polaków, zarówno inżynierów elektryków, jak i techników oraz wysokiej klasy robotników-rzemieślników.

W Politechnice Lwowskiej, założonej jako uczelnia techniczna w 1817 roku, a zaliczonej do szkół wyższych w 1877 roku, pierwszy dyplom inżyniera elektryka nadano na przełomie lat 1915-1916. Politechnikę Warszawską otwarto jako wyższą polską uczelnię techniczną w 1915 roku, a pierwszych sześć dyplomów wydano inżynierom elektrykom w latach 1921-1922. Stosunkowo nieliczni inżynierowie elektrycy Polacy przed wybuchem I wojny światowej zdobywali swe dyplomy na uczelniach zagranicznych (Darmstadt, Karlsruhe, Zurychu, Leodium i Petersburgu). Posada w elektroenergetyce stanowiła z jednej strony przedmiot dumy, a z drugiej pożądaną, ponieważ praca była stabilna i dobrze opłacana.

Dodatkowymi atutami pracy w elektrowniach była ich działalność socjalna, kulturalna i sportowa, której organizatorem i koordynatorem były związki zawodowe. W Elektrowni Warszawskiej w 1924 roku związek dysponował sporą biblioteką, organizowano wycieczki, prowadzono orkiestrę dętą, a w lokalu związkowym wystawiano spektakle teatralne. Działał klub sportowy Elektryczność, który w swoich szeregach miał kilku indywidualnych mistrzów Polski w zapasach. W elektrowni działały partie polityczne: Polska Partia Socjalistyczna, Socjaldemokracja Królestwa Polskiego i Litwy, PPS – Lewica, a od 1919 roku Komunistyczna Partia Robotniczej Polski. Energetycy włączali się w życie polityczne kraju, a w 1920 roku wzięli udział w ogólnopolskim strajku, co zmusiło rząd do zmilitaryzowania elektrowni.

Załoga była zdyscyplinowana i z dużym szacunkiem odnosiła się do kadry zarządzającej, ta zaś była wymagająca, ale sprawiedliwa oraz reprezentowała wysoki poziom merytoryczny i moralny. Dzięki pielęgnowanemu etosowi pracy stosowane w nowych elektrowniach rozwiązania techniczne nie odbiegały od tych w innych państwach.

Information on electric energy consumption in rural areas does not exist as electricity was practically not used in the Polish countryside.

General economic growth after World War I and social climate after regaining independence contributed to the development of electric power engineering in Poland. Also, the staff presented high standards of technical culture. From the moment a power plant was put into operation, regulations were introduced providing for the workers' responsibility covering the equipment, principles of its operation and maintaining the whole plant in proper order. This is even more remarkable as the emerging sector was deficient in Polish professionals, both electrical engineers and technicians and high-skilled workers – craftsmen.



Inkasent Elektrowni Sosnowieckiej, Wincenty Miarka, w służbowym uniformie / Wincenty Miarka, a meter reader from the Power Plant in Sosnowiec wearing a uniform (©Photofactory®)

The first electrical engineer's diploma was conferred in 1915/1916 at the Lvov Technical University (a technical school from 1817 and a higher-education institution from 1877). The Warsaw University of Technology was opened as a Polish engineering school of higher education in 1915. The first six diplomas were awarded to electrical engineers in 1921/1922. Before the outbreak of World War I, relatively few Polish electrical engineers were awarded diplomas by foreign universities (mainly in: Darmstadt, Karlsruhe, Zürich, Leodium, and Petersburg). A job in electric power engineering was a reason to be proud of and a desirable position ensuring steady and well paid employment.

Social, cultural and sports activities organised at the power plants by trade unions were an additional advantage. At the Warsaw Power Plant in 1924, trade unions run a considerable

library, organised trips, maintained a brass band and staged theatrical plays at the union's premises. The “Elektryczność” (Electricity) sports club, active at that time, produced several individual Polish champions in wrestling. Political parties: The Polish Socialist Party, Social Democratic Party of the Kingdom of Poland and Lithuania, Polish Socialist Party – Left Wing, and from 1919 the Communist Workers Party of Poland) operated at the power plant. Power engineers were involved in political life and in 1920 they took part in a general strike, which forced the government to militarise power plants.

The workforce were disciplined and they respected the managerial staff. In turn, the managers were demanding and represented a high level of technical competence and ethics. Due to the preserved work ethos the technical solutions applied in new power plants did not differ from the solutions applied by other countries.

Nowe elektrownie

Wydany w 1932 roku przez Łódzkie Towarzystwo Elektryczne S.A. biuletyn *Elektrownia Łódzka 1907-1932* opisuje ją ze wszelkimi szczegółami – lektura budzi respekt i szacunek. Wydawnictwo przedstawia elektrownię całościowo i profesjonalnie, załączono do niego szczegółowe schematy, zdjęcia i tabele. Omawiając powstanie elektroenergetyki w Polsce, należy wspomnieć o początkach elektryfikacji stolicy, tym bardziej że proces jest charakterystyczny także dla innych miast polskich. Historia stołecznej elektroenergetyki rozpoczęła się 1 września 1903 roku, kiedy to Towarzystwo Elektryczności w Warszawie uruchomiło prowizoryczną elektrownię na Powiślu. Elektrownia rozpoczęła dostarczanie energii mieszkańcom miasta, a także umożliwiła oświetlenie ulic. W 1906 roku pojawiły się pierwsze lampy uliczne, zwane pastorałami (dzisiaj powraca się do podobnych latarni na Starym Mieście), zaświeciły one na ulicach: Mazowieckiej, Erywańskiej, Berga, Włodzimierskiej, Wareckiej, Wierzbowej, Trębackiej, na placach Saskim i Wareckim oraz w Ogrodzie Saskim. W 1908 roku uruchomiono elektrownię tramwajową przy ulicach Przyokopowej i Grzybowskiej, a pierwszy tramwaj elektryczny ruszył 26 marca 1908 roku (od placu Krasieńskich do placu Unii Lubelskiej). W latach 20. XX wieku było zelektryfikowanych około 40% nieruchomości stolicy. W 1904 roku moc elektrowni na Powiślu wynosiła 2 MW, a w 1911 roku została powiększona do 11,6 MW; pracowało w niej 35 kotłów parowych i 12 turbozespołów.

Powstawanie nowych elektrowni stwarzało szereg problemów. Samorządy nie były przygotowane do sprawowania nadzoru nad pracą podległych im obiektów, a ponadto szeregu mniejszych miast nie było stać na budowanie własnych źródeł energii. Należało utworzyć nową, uspołecznioną formę przedsiębiorstwa posiadającego uprawnienia samorządu, gwarantującą operatywną działalność gospodarczą, z wydziałem majątkiem i finansami. W 1928 roku ukazało się rozporządzenie Prezydenta Rzeczypospolitej o samorządowych związkach celowych, które znalazło zastosowanie w dziedzinie lecznictwa, melioracji dróg itd. W 1933 roku w Łowiczu powstała koncepcja wykorzystania pomysłu do celów elektryfikacyjnych. Utworzono związek powiatów: sochaczewskiego, łowickiego, skierniewickiego, rawskiego, kutnowskiego, gostynińskiego, płockiego, sierpeckiego, lipnowskiego i rypińskiego, który nazwano ZEMWAR.

Jego zadaniem było usprawnienie gospodarki elektrycznej, budowa linii przesyłowych i rozdzielczych oraz przejęcie zakładów elektrycznych na swoim terenie. Związek darzono dużą życzliwością i pomocą, co pomogło mu osiągać sukcesy finansowe i rzeczowe. Znacznie zwiększyła się sprzedaż energii na terenie jego działania (przez budowę nowych linii i elektryfikację małych miasteczek i wsi) i rozpoczęto przygotowania do budowy własnej elektrowni

New power plants

They are depicted in detail in a bulletin issued in 1932 by Łódź Electrical Society J.S.C. under the title *Łódź Power Plant 1907-1932*. The publication provides a comprehensive and professional description of the plant accompanied by detailed diagrams, pictures and tables. While discussing the emergence of electric power engineering in Poland, we should mention the origins of electrification of its capital city, all the more so as this process is also characteristic of other Polish cities. The history of electric power engineering in the capital city starts from 1 September 1903 when the Electricity Association in Warsaw launched a provisional power plant in Powiśle. The plant started supplying energy to the city inhabitants and enabled street lighting. The first street lamps, referred to as crosiers, appeared in 1906 (similar lamps can be now seen in the Old Town). They lit the streets: Mazowiecka, Erywańska, Berga, Włodzimierska, Warecka, Wierzbowa, Trębacka, Saxon and Warka Squares and the Saxon Garden. A tramway power station at Przyokopowa and Grzybowska Streets was opened in 1908. The first electric tram was launched on 26 March 1908 (on the route from Pl. Krasieńskich to Pl. Unii Lubelskiej). Approx. 40% of real properties in the capital city were electrified in the 1920s. In 1904 the plant in Powiśle generated 2 MW of power. In 1911 the power was increased to 11.6 MW. 35 steam boilers and 12 turbine sets were in operation at the plant.



Elektryk na słupie energetycznym – 1930 r. / An electrician on an electric pole – 1930 (©Photofactory®)

As new power plants were continuing to emerge, a number of related problems appeared. Local governments were not adequately prepared to supervise the subordinated facilities and many smaller towns could not even afford to build their own power sources. A new, public form of a self-governed enterprise guaranteeing efficient business activity, with separately allocated property and finances, had to be

created. The regulation on goal-oriented self-governed unions issued by the President of the Republic of Poland in 1928 was applied in the area of medicine, improvement in the drainage of roads etc. The concept to use the idea for electrification purposes came into being in Łowicz in 1933. A union of poviats was established including the poviats of: Sochaczew, Łowicz, Skierniewice, Rawa, Kutno, Gostynin, Płock, Sierpc, Lipno and Rypin. The union was named ZEMWAR.

Its task was to rationalise electricity management, build transmission and distribution lines and take over control of electrical companies within its operating area. The union was highly respected and supported, which helped it to achieve great financial and material success. Energy sales within its operating area went up significantly (as a result of building new lines and the electrification of towns and villages). Preparatory works to construct

na rzece Skra. Przykład ZEMWAR-u skłonił samorządowców w innych regionach kraju do powołania podobnych związków elektryfikacyjnych, powstały one w okręgu łódzkim (ZEMPOŁ), lubelskim (LUBZEL), podstołecznym (ZEOP), kaliskim (OZEMKA) i lwowskim (ZEOL). Przygotowania do powołania następnych przerwało dopiero napięcie przed wybuchem wojny. Na terenie Centralnego Okręgu Przemysłowego utworzono przedsiębiorstwo elektryfikacyjne w oparciu o kapitał państwowy i przemysł zbrojeniowy, które nazwano ZEORK (Zjednoczenie Elektrowni Okręgu Radomsko-Kieleckiego), jego sukcesem była rozbudowa sieci elektrycznej średniego napięcia.

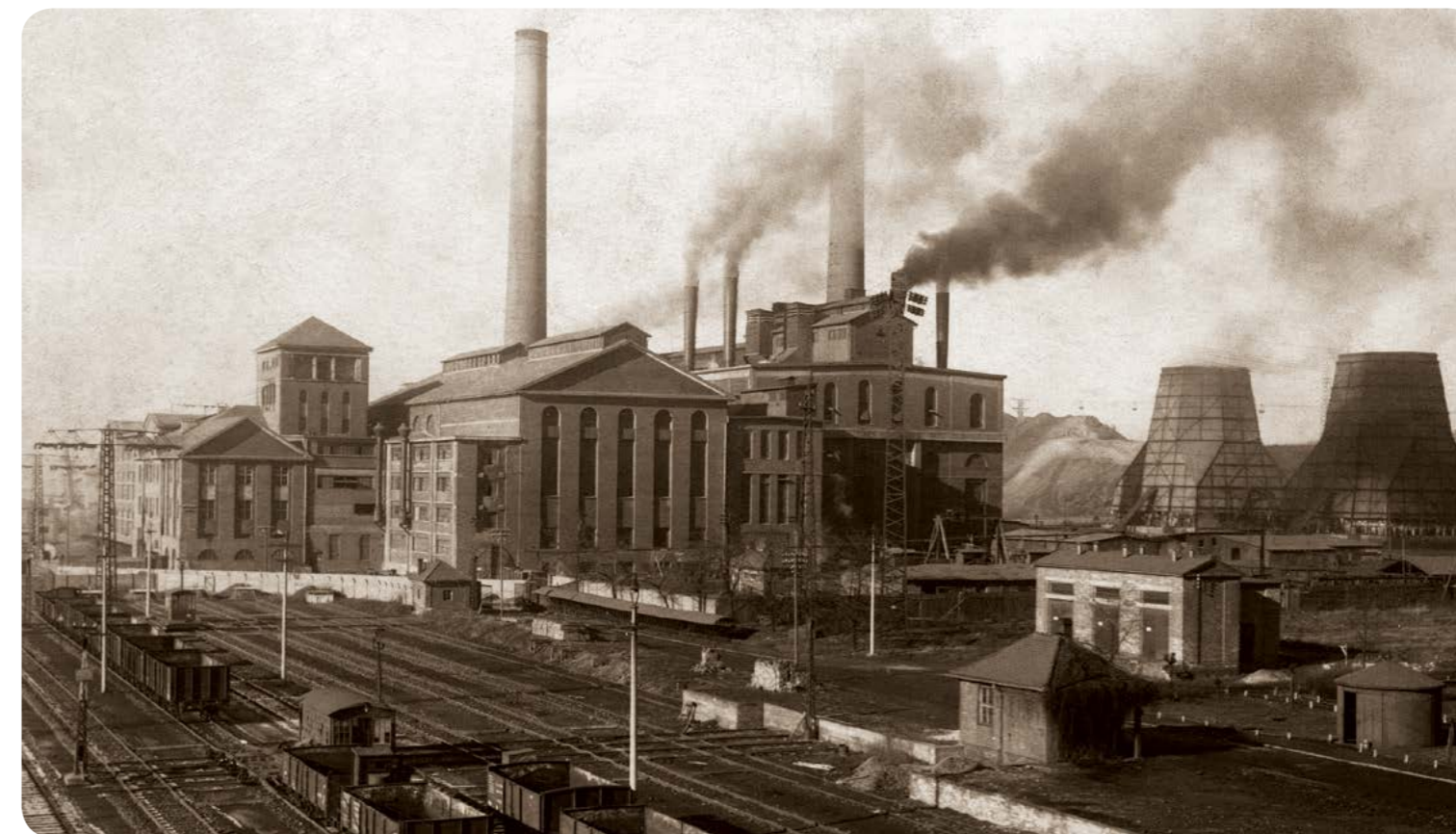
Sprzyjające ustawodawstwo skutkowało budową nowych elektrowni. Pod koniec 1938 roku funkcjonowało ich już 3200, o łącznej mocy 1200 MW i rocznej produkcji w wysokości 4 TWh. Do największych elektrowni zawodowych tego okresu należy zaliczyć: Elektrownię Łaziska (105 MW), Elektrownię Łódzką (101 MW) oraz Elektrownię Powiśle (83 MW). Niestety, nie powstała w tym czasie ogólnopolska sieć elektroenergetyczna – zakłady nie stanowiły połączonego systemu pracującego synchronicznie. Wybudowano jedynie fragmenty linii 150 kV z elektrowni wodnej w Rożnowie do Warszawy z odgałęzieniem do Stalowej Woli i Ostrowca Świętokrzyskiego.

Elektrownie konstruowane w latach 1894-1906 budowano na ciśnienia od 8 do 12 atm i temperaturę pary poniżej 300°C. Wyposażone były w silniki parowe tłokowe i kotły płomieniowe lub baterijne (elektrownie w Zagłębiu Dąbrowskim, Warszawie, Krakowie, Poznaniu, Grudziądzu, Toruniu).

its own power plant on the Skra river began. ZEMWAR's example inclined regional civil servants in other parts of Poland to establish similar unions. They were formed in the districts of Łódź (ZEMPOŁ), Lublin (LUBZEL), Warsaw Suburbs (ZEOP), Kalisz (OZEMKA), and Lvov (ZEOL). Preparations to establish more districts were interrupted by the pre-war tension. ZEORK (Union of Radomsko – Kielce District Power Plants) was the name of an electrification enterprise established in the Central Industrial Region on the basis of state-owned capital and the armaments industry. It succeeded in developing a medium voltage grid.

New power plants were built as a result of favourable legislation. By the end of 1938 as many as 3200 power plants were in operation, generating the total power of 1200 MW and reaching 4 TWh a year. The largest utility power plants of that period were: the Łaziska Power Plant (105 MW), the Łódź Power Plant (101 MW) and the Powiśle Power Plant (83 MW). Unfortunately, a national electricity system did not exist in Poland. There was no synchronous system. Only the sections of a 150 kV line from the Rożnów Hydroelectric Power Plant to Warsaw with a branch line to Stalowa Wola and Ostrowiec Świętokrzyski were constructed.

The plants built in 1894-1906 were designed for pressures from 8 to 12 atm and steam temperature below 300°C. They were equipped with piston steam engines and reverberatory or battery boilers (power plants in Zagłębie Dąbrowskie, Warsaw, Kraków, Poznań, Grudziądz, and Toruń).



Elektrownia Łaziska – 1938 r. / The Łaziska Power Plant – 1938 (©Photofactory®)

W latach 1906-1908 nastąpiły zasadnicze zmiany w budowie elektrowni, silniki parowe tłokowe ustąpiły miejsca turbinom parowym. Wprowadzono też kotły wodnorurkowe z rusztem taśmowym. Zaczęto budować kotły o wydajności 20÷30 t/h oraz turbozespoły o mocy 5÷6 MW i o parametrach pary 25 atm i 400°C. Okres międzywojenny zaznaczył się w Polsce dalszym wzrostem parametru pary do 40 atm i 450°C, wydajności kotłów do 60 t/h i mocy turbozespołów do 30 MW. Moc z elektrowni wyprowadzano liniami 6 kV do 15 kV, czasami 30 kV.

Niestety, w działaniach elektryfikacyjnych nie zanotowano większych sukcesów w odniesieniu do wsi, a władze zdawały sobie sprawę z tych zaniedbań. Podjęto badania dotyczące określenia wielkości nakładów na elektryfikację wsi i zapotrzebowania na moc i energię elektryczną. Zapotrzebowanie na 1921 rok określono na 3,9 TWh (zostało ono osiągnięte dopiero w 1938 roku), zapotrzebowanie na 1929 rok – 8,5 TWh, a na 1936 rok – 9,2 TWh. Wskaźników tych nie osiągnięto, a nawet się do nich nie zbliżono. Pod koniec 1938 roku w kraju zelektryfikowane były zaledwie 1263 wsie, co stanowiło 3% ogółu ich liczby. Jeszcze gorzej wyglądało zelektryfikowanie gospodarstw wiejskich, dla których odsetek wynosił 2%.

Wydział Elektryczny Ministerstwa Robót Publicznych opracował pierwszy program elektryfikacyjny na lata 1925-1930 w zakresie zagadnień technicznych, gospodarczych i finansowych. Plan zakładał elektryfikację 66 powiatów w najgęściej zaludnionych częściach kraju (Śląsk, Warszawa, Łódź, Kraków, Częstochowa). Opracowana koncepcja elektryfikacyjna była przedmiotem rokowań z przedstawicielami kapitału amerykańskiego celem udzielenia im uprawnień elektryfikacyjnych (W.A. Harriman). Idea upadła, a nowy plan na lata 1931-1940 i program inwestycyjny na lata 1937-1941 nie zostały nigdy zrealizowane.

W czerwcu 1939 roku działało w Polsce 198 zakładów elektrycznych o mocy zainstalowanej powyżej 1 MW, przy czym ich łączna moc zainstalowana wynosiła 1664 MW. Drobniejszych zakładów elektrycznych było 834 i dysponowały ogólną mocą zainstalowaną 155 MW. Łączna produkcja netto wynosiła w 1938 roku 3,7 mld kWh, tj. około 107 kWh na jednego mieszkańca rocznie. W 1937 roku istniało około 5,8 tys. km linii 15 kV, 30 kV lub 35 kV w okręgowych sieciach rozdzielczych oraz 550 km linii przesyłowych 40 kV i 60 kV. Łączna długość linii przesyłowych 150 kV wybudowanych lub znajdujących się w budowie wynosiła 378 km. W urzędach wojewódzkich istniało 14 referatów elektryfikacyjnych. Ich zadaniem było przeprowadzenie dochodzeń w sprawach związanych z udzielaniem uprawnień oraz zezwoleń policyjno-technicznych na budowę i eksploatację zakładów elektrycznych.

Elektroenergetyka w okresie okupacji

Wybuch wojny 1 września 1939 roku zakłócił pracę elektrowni i sieci przesyłowo-rozdzielczych, jednak ze względu na szybkie przemieszczanie się frontu straty nie były wielkie. Największe odnotowano w Warszawie, gdzie zniszczonych zostało wiele sieci elektrycznych, a na skutek pożaru, który wybuchł 16 września w elektrowni, zniszczeniu uległ dach na hali maszyn. 19 września generał major Herbert von Böckmann wydał 3. Armii rozkaz zniszczenia zakładów użyteczności

Radical changes in power plant construction occurred in 1906-1908. Steam turbines replaced piston steam engines. Water-tube boilers with a conveyor grate were introduced. The boilers' capacity reached 20÷30 tons/h, turbines' output was 5÷6 MW, with steam parameters being 25 atm and 400°C. In the interwar period in Poland steam parameters increased to 40 atm and 450°C. Boiler capacity went up to 60t/h, and the turbines reached 30 MW. Power was taken out by power lines ranging from 6 kV to 15 kV, and occasionally 30 kV.

Regrettably, the electrification activities were not successful in rural areas and the contemporary authorities were well aware of the negligence. Therefore, research was initiated to determine the level of expenditure on the electrification of rural areas and their requirement for power and electric energy. The demand in 1921 was determined at the level of 3.9 TWh (it was reached only in 1938), in 1929 – 8.5 TWh and in 1936 – 9.2 TWh. These indicators had neither been achieved nor even approached. By the end of 1938, only 1263 villages in Poland were electrified, which accounted for only 3% of their total number. The situation was even worse in rural households – accounting for 2% only.

The Electrical Department at the Ministry of Public Works developed an electrification program covering technical, economic and financial aspects to be implemented in 1925-1930. It provided for electrification of 66 poviats in the most densely populated parts of Poland (Silesia, Warsaw, Łódź, Kraków, and Częstochowa). An electrification concept was negotiated with representatives of American capital to grant them electrification rights (W. A. Harriman). The idea was refuted and a new plan for the years 1931-1940 and an investment program for the years 1937-1941 was never implemented.

198 power distribution companies with installed power exceeding 1 MW operated in Poland in June 1939. Their installed power totalled 1664 MW. There were 834 minor power distribution companies with the total installed power of 155 MW. The aggregate net production in 1938 was 3.7 billion kWh, i.e. ca. 107 kWh per capita a year. In 1937, the existing 15 kV, 30 kV and 35 kV lines in district distribution grids were ca. 5.8 thousand km long, while 40 kV and 60 kV transmission lines – 550 km. The length of 150 kV transmission lines which had existed before or were under construction totalled 378 km. Fourteen electrification departments existed in the voivodeship offices. Their task was to investigate cases related to granting licences as well as police and technical permits for the construction and operation of power distribution companies.

Electric power engineering during occupation

The outbreak of war on 1 September 1939 interrupted the operation of power plants and transmission and distribution grids, yet owing to the fast advance of the front, the losses were minor. Warsaw suffered the most severe losses – electric grids were destroyed and the fire at the power plant on 16 September damaged the machine hall roof. On 19 September, general major Herbert von Böckmann commanded the 3rd army to destroy public utility facilities, including the power plant. They were the target for



Zniszczenia warszawskiej elektrowni w skutek niemieckich bombardowań w 1939 r. / The power plant in Warsaw destroyed by German bombing attacks in 1939 (arch. Photofactory®)



publicznej, w tym elektrowni, która znalazła się pod stałym silnym ostrzałem artyleryjskim. Uszkodzone zostały wszystkie kotły i urządzenia, część załogi zginęła lub została ciężko ranna. 23 września około godziny piętnastej elektrownia przestała wytwarzać energię – walcząca Warszawa została pozbawiona prądu. Podejmowano jeszcze próby zasilania części obiektów z agregatów (szpital Świętego Ducha, PASTA, stacja filtrów i pomp), ale unieruchomienie elektrowni przyspieszyło kapitulację stolicy. Ogólne straty oszacowano na 19,5 mln zł, co stanowiło 15,9% całości majątku zakładu (122,6 mln zł).

Prezydent Stanisław Starzyński w odezwie z 30 września do pracowników miejskich podziękował pracownikom elektrowni za trud i poświęcenie, a osiem osób zostało odznaczonych wysokimi odznaczeniami państwowymi. Po zajęciu stolicy Niemcy przystąpili do odbudowy obiektu. 4 października uruchomiono pierwszy turbozespoł o mocy 15 MW, a całkowitą odbudowę zakończono 21 maja 1940 roku, kiedy do sieci włączono nowy generator o mocy 27 MW, którego montaż był na ukończeniu już w chwili wybuchu wojny. Elektrownia dysponowała mocą prawie 100 MW i nie uległa ona zmianie do końca okupacji.

Wybuch II wojny światowej przerwał elektryfikację kraju. Siedemnastoletni okres, który upłynął od uchwalenia ustawy elektrycznej, okazał się zbyt krótki, aby można było dokonać wszystkich potrzebnych i bardzo kosztownych inwestycji energetycznych w postaci budowy nowych wielkich elektrowni, linii wysokiego i niskiego napięcia oraz urządzeń do rozprzodczania energii elektrycznej. Poważniejszemu rozwojowi elektryfikacji nie sprzyjał brak wielkich odbiorców energii elektrycznej.

Rabunkowa gospodarka prowadzona w Polsce przez hitlerowskiego okupanta nie oszczędziła również przemysłu energetycznego. Na zachodnie obszary Polski, które wcielone zostały do III Rzeszy Niemieckiej, okupant rozciągnął w całości ustawodawstwo niemieckie – przepisy polskie zostały uchylone. Podstawę prawną dla nowych regulacji stanowiło zarządzenie okupanta z 6 lutego 1940 roku w sprawie wprowadzenia przepisów o gospodarce energetycznej na ziemiach wschodnich, wcielonych do Rzeszy Niemieckiej (Verordnung über die Einführung des Energiewirtschaftsrechts in den eingegliederten Ostgebieten).

continuing, heavy artillery fire. All boilers and equipment were damaged, and the workforce were killed or wounded. On 23 September around 3 PM the plant stopped working and Warsaw lost its electricity supplies. Still, attempts were made at supplying power to some buildings (the Holy Spirit Hospital, Polish telephone company), filter and pumping station) but the shutdown of the power plant accelerated the capitulation of the city. Total losses were estimated at 19.5 million zlotys, which corresponded to 15.9% of the company's total assets (122.6 million zlotys).

Mayor Stanisław Starzyński in his proclamation of 30 September expressed his appreciation to the power plant's staff for their efforts and commitment. Eight people received high national distinctions. After the seizure of Warsaw, the Germans started reconstructing the plant. The first 15 MW turbine set was started on 4 October. The reconstruction was completed on 21 May 1940 when a new 27 MW power generator was connected to the grid. The generator's installation was nearly finished when war broke out. The plant's capacity was close to 100 MW until the end of the occupation.

Electrification of the country was interrupted by the outbreak of World War II. A seventeen-year-long period since the passing of the electricity act turned out to be too short to complete all the necessary and very costly investments in energy production, namely the construction of massive new power plants, high and low voltage lines as well as electric power distribution equipment. Development of electrification was limited due to the absence of large electricity consumers.

The overexploitation policy carried out in Poland by the Nazi occupants did not spare the energy industry at all. Western parts of Poland, which had been annexed to the Third Reich, were totally subjected to German legislation and all Polish regulations were repealed. The new regulatory framework was legally based on the decree of the occupants issued on 6 February 1940 concerning the introduction of energy management regulations in the eastern lands annexed to the Third Reich (Verordnung über die Einführung des Energiewirtschaftsrechts in den eingegliederten Ostgebieten).



Kazimierz Szpotański w czasie całego okresu okupacji organizował pomoc aprowizacyjną dla swoich pracowników / Kazimierz Szpotański, throughout the period of occupation, organised procurement for his employees (arch. Photofactory®)

Zarządzenie to podporządkowało więc całkowicie gospodarkę energetyczną w Generalnej Guberni celom wojennym Niemiec, oddając dyspozycję mocy oraz sprawy związane z produkcją energii i jej rozdaniem w ręce administracji okupacyjnej. Na teren całej Polski rozciągnięte zostały m.in. rozporządzenie z 3 października 1939 roku o zabezpieczeniu dostawy energii elektrycznej (Verordnung zur Sicherstellung der Elektrizitätsversorgung – R.G.Bl.I 1939 r., str. 1607) oraz dekret z 29 lipca 1941 roku o utworzeniu urzędu inspektora generalnego dla gospodarki wodnej i energetycznej (Erlas des Führers und Reichskanzlers über den Generalinspektor für Wasser und Energie R.G.Bl.I, str. 467).

Dekretem z 29 lipca 1941 roku utworzony został urząd inspektora generalnego dla gospodarki wodnej i energetycznej, którego zadaniem było m.in. wprowadzenie jednolitego planowania w sprawach związanych z gospodarką energetyczną. Zarówno polska ustawa elektryczna z 1922 roku, jak i niemiecka ustawa o popieraniu gospodarki energetycznej z 1935 roku stanowiły najnowocześniejsze akty legislacyjne w Europie w tej dziedzinie.

W okresie okupacji hitlerowskiej Niemcy ze względu na potrzeby armii i przemysłu wojennego kontynuowali elektryfikację kraju. Dokończono budowę elektrowni na terenie Centralnego Okręgu Przemysłowego i linii przesyłowych doprowadzających energię do niektórych wsi. Rozpoczęto budowę linii przesyłowej 220 kV do Wiednia oraz podjęto przygotowania do budowy elektrowni węglowej w rejonie Jaworzna. W 1940 roku uruchomiono Elektrownię Wodną Przysieka na Nysie Łużyckiej, a w kolejnym roku przekazano do eksploatacji pierwszy zespół w Elektrowni Wodnej Rożnów.

W czasie okupacji Niemcy w niektórych miejscach (np. Elektrownia Zgierz, zakłady Szpotańskiego) utrzymali bez zmian przedwojenne kierownictwo i załogi zakładów i elektrowni. Umożliwiło to ochronę wielu pracowników energetyki przed represjami, aresztowaniami i wywózką – w zakładach Kazimierza Szpotańskiego ukrywał się Alfons Hoffmann, pracując na szeregowym stanowisku robotniczym. Okupacja była czasem weryfikacji postawy patriotycznej obywateli. W tym trudnym dla całego narodu okresie energetycy wykazali się patriotyzmem na wszystkich szczeblach hierarchii. 14 sierpnia 1941 roku męczeńską śmiercią w niemieckim



Brigada maszynowni Elektrowni Jaworzno – 1943 r. / Workers of the engine house at the Jaworzno Power Plant – 1943 (arch. Photofactory®)

The ordinance totally subordinated the power economy in the General Government to Germany's war objectives, granting the control of power and management of energy production-related issues as well as energy distribution to the Nazi administration. The ordinance of 3 October 1939 on securing electricity supplies (Verordnung zur Sicherstellung der Elektrizitätsversorgung – R.G.Bl.I 1939, p. 1607) and the decree of 29 July 1941 on establishing the office of general inspectorate for power and water management (Erlas des Führers und Reichskanzlers über den Generalinspektor für Wasser und Energie R.G.Bl.I, p. 467) were applicable throughout Poland.

By way of the decree of 29 July 1941 the office of the general inspector for power and water management was established. One of its tasks was to introduce uniform planning in matters related to energy management. Both the Polish electricity act of 1922 and the German act on supporting energy management of 1935 constituted the most innovative legal acts related to energy in Europe.

During the Nazi occupation Germans continued electrification of Poland with regard to the needs of the army and war industry. Construction of power plants in the Central Industrial Region and transmission lines supplying energy to selected rural areas was completed. Preparations to build a coal power plant in the vicinity of Jaworzno, in Silesia, and the construction of a 220 kV transmission line to Vienna were commenced. In 1940 the Przysieka Hydroelectric Power Plant on the Nysa Łużycka was put into operation. In the following year the first unit at the Rożnów Hydroelectric Power Plant was commissioned.

The pre-war management and personnel of facilities and plants were kept during the occupation in some places (e.g. Zgierz Power Plant, Szpotański Factory). As a result, many power industry workers were saved from repressive measures, arrests and deportation. Alfons Hoffman was one of the persons in hiding employed as a regular labourer in Kazimierz Szpotański's works. Occupation was a time when the patriotic attitudes of citizens were tested. In such a difficult time for the nation, power industry workers proved their patriotic attitude at all levels of hierarchy.

obozie koncentracyjnym Auschwitz zginął św. Maksymilian Kolbe, który z racji swoich zainteresowań elektryką stał się od 1991 roku patronem energetyków, elektryków oraz elektroników. W konspiracji ożywioną działalność prowadziło SEP, zarówno w sferze materialnej (pomoc pozbawionym środków do życia członkom SEP), jak i edukacyjnej (odczyty, szkolenia). Opracowano plan elektryfikacji Polski, który po wojnie stanowił punkt wyjściowy przy tworzeniu projektu dla całego kraju. Jak do tego doszło, opisuje prof. Czesław Matejko: *Po przyjeździe do Warszawy wróciłem do Szpotańskiego. Fabryka pod okiem niemieckiego Treuhandera pracowała oficjalnie dla Niemców, ale nieoficjalnie – jak w większości fabryk w GG – kwitło życie okupacyjno-konspiracyjne. Fabryczne dokumenty pozwalały bezpiecznie podróżować, przez fabrykę przechodziły materiały dla potrzeb konspiracji, szła na boku produkcja. Podziemie potrzebowało zaopatrzenia. Od połowy 1941 roku brałem udział w przygotowywaniu dla jego potrzeb sprzętu radiowego. Produkcja radiostacji nadawczych, krótkofalowych szła w seriach 20-25 sztuk. Firma S. Gajęckiego i Cz. Bełkowskiego (silniki GAD) produkowała dla nich zespoły spalinowo-elektryczne, a firma K. Pustoła – prądnice. Kazimierz Szpotański, który był przede wszystkim prezesem konspiracyjnego Stowarzyszenia Elektryków Polskich, skontaktował mnie na początku 1941 roku z prof. Janem Obrąpalskim – najwybitniejszym spośród energetyków, a zarazem jednym z najszlachetniejszych ludzi, jakich mi przyszło w życiu spotkać. Profesor zaproponował mi współpracę przy opracowywaniu programu elektryfikacji Polski powojennej, przy czym – co było wtedy porażające – z granicą zachodnią na Odrze i Nysie Łużyckiej. Zgodziłem się bez wahania. W zespole, w którego skład weszli jeszcze: J. Kryński, K. Przanowski, T. Kahl, S. Kwiatkowski, R. Kontkiewicz i K. Herculak, pełniłem funkcję sekretarza, czy raczej głównego referenta. Miałem więc okazję pracować z Profesorem po kilka godzin dziennie, dzięki czemu nauczyłem się pracować naukowo, co potwierdza tezę, że najlepszą szkołą jest terminowanie u dobrego mistrza. W chwili wybuchu powstania warszawskiego mieliśmy na ukończeniu trzecią wersję planu elektryfikacji kraju i ta wersja stanowiła potem podstawę przy kreśleniu założeń planu 3-letniego.*

W 1943 roku w Wielkiej Brytanii ogłoszono Memoriał w sprawie elektryfikacji Polski, będący podsumowaniem wielu prac prowadzonych przez brytyjski oddział Stowarzyszenia Elektryków Polskich. Dzięki wysiłkom i poświęceniu energetyków, zarówno w 1939 roku, jak i w okresie wyzwolenia w latach 1944-1945, udało się utrzymać w sprawności wiele urządzeń dostarczających energię elektryczną mieszkańcom. W okresie okupacji energetycy organizowali z jednej strony akcje mające na celu demontaż i ukrywanie elementów miedzianych (Niemcy wywozili surowiec do zakładów zbrojeniowych), a z drugiej strony podejmowali akcje sabotażowe. Z Warszawy Niemcom udało się wywieźć zaledwie cztery tony przewodów miedzianych ze 170 ton zainstalowanych w sieci.

On 14 August 1941 St. Maximilian Kolbe died in Auschwitz the Nazi concentration camp as a martyr. By virtue of his interest in electric power, in 1991 he was announced the patron of power engineer, electrical and electronic engineers. SEP was an active member of the conspiracy, both in material aspects (supporting the destitute SEP members) and education (lectures, training). An electrification plan for Poland, prepared in conspiracy during the occupation, was the starting point for developing the nationwide project after the war. Professor Czesław Matejko describes how it was achieved: Czesław Matejko: *After my arrival in Warsaw I returned to Szpotański's. The factory, supervised by a German Treuhander, officially worked for the Germans, but unofficially – as in most facilities in the General Government – it was a place where occupation-conspiracy life was thriving. The factory documents enabled one to travel safely, the materials needed by the conspiracy passed through the facility, and production was carried on aside. The underground needed procurement. From mid-1941, I took part in the preparation of radio equipment for their needs. Production of short-wave radio stations proceeded in batches of 20-25 units. S. Gajęcki and Cz. Bełkowski (GAD engines) produced diesel – electric assemblies while current generators were*



Działania wojenne w 60% zniszczyły urządzenia elektrowni – na zdjęciu samolot Ju-52, który „wbił się” w budynek powojennej siedziby ZE Wrocław / Warfare destroyed 60% of the power plant's equipment. In the photo – Ju-52 plane crashed into the building of the Power Distribution Company in Wrocław (arch. Photofactory®)

produced by K. Pustoła's company. In early 1941 Kazimierz Szpotański, whose primary function was the President of the Association of Polish Electrical Engineers in conspiracy, introduced me to Professor Jan Obrąpalski – the most outstanding power engineer and one of the most noble-minded people I have met in my entire life. The Professor invited me to cooperate in preparing the electrification program for post-war Poland with – which was shocking at that time – the western border on the Oder and the Nysa Łużycka. I accepted the offer without hesitation. In the team, also consisting of: J. Kryński, K. Przanowski, T. Kahl, S. Kwiatkowski, R. Kontkiewicz and

K. Herculak, I was a secretary, or rather a chief clerk. Therefore, I had a chance to work with the Professor several hours a day, which taught me how to perform scientific work. It supports the argument that apprenticeship with a distinguished master provides the best training The third edition of the country's electrification plan was nearly finished when the Warsaw Uprising started. This edition later served as the basis while designing assumptions for the three-year plan.

In 1943 the Memorandum on the Electrification of Poland was announced in Great Britain summarizing a number of projects prepared by the British branch of the Association of Polish Electrical Engineers. Due to the efforts and sacrifices of power industry workers both in 1939 and during the liberation period in 1944-1945, many units supplying electricity to inhabitants maintained their operational efficiency. In the period of occupation, power industry workers organised actions aiming to dismantle and hide copper elements (the Germans were taking the raw material away to armaments works), but they also took up sabotage. In Warsaw the Germans managed to remove only 4 tons of copper wire out of the 170 tons installed in the grid.

Podejmowano akcje zaopatrzenia ludności w węgiel i piecyki do gotowania. Powszechna była akcja „bocznikowania” liczników energii. W wielu swoich wspomnieniach Żydzi z wdzięcznością podkreślają pomoc energetyków, którzy dzięki posiadanym przepustkom wchodzili na teren getta i zaopatrywali głodujących w chleb, leki i inne produkty. Po likwidacji getta ukryli oni zdemontowane transformatory i urządzenia rozdzielcze.

Niezależnie od tych działań w energetyce rozwinięta była akcja konspiracyjna i działały zorganizowane komórki zbrojne. Dzięki nim np. w Elektrowni Warszawskiej stworzono zgrupowanie „Elektrownia”, które wstąpiło się nie tylko walką zbrojną, ale również szeregiem akcji na rzecz ludności, jak choćby naprawą filtrów wodnych czy systemu odprowadzania ścieków. Tragicznym zakończeniem okupacji było powstanie warszawskie. Jednym z głównych punktów oporu została elektrownia na Powiśle. Stała się ona także głównym celem niemieckiego ataku lotniczego na Powiśle, rozpoczętego 4 września 1944 roku około godziny dziewiętej. Zakład doznał tak dużych zniszczeń, że jego działalność całkowicie ustała. 5 września 1944 roku Niemcy wtargnęli do elektrowni i przystąpili do dewastacji. Część budynków wysadzono w powietrze, a urządzenia rozbito, wymontowując elementy miedziane i wywożąc je z zakładu. Po wojnie w wielu jednostkach organizacyjnych elektroenergetyki odsłonięto tablice upamiętniające tych, którzy oddali życie w czasie wojny.

Odbudowa elektroenergetyki

Kapitulacja Niemiec 8 maja 1945 roku zamknęła blisko sześćdziesięcioletni okres wyniszczającej eksploatacji elektrowni i dewastacji sieci. Globalne straty energetyki oszacowano na 420 mln dolarów, a więc na kwotę bliską rocznemu budżetowi Polski z lat 30. XX wieku. Największych zniszczeń doznała elektroenergetyka warszawska, której potencjał wytwórczy praktycznie przestał istnieć. Nie zanotowano większych zniszczeń elektroenergetyki na Górnym Śląsku. Na pozostałych terenach straty były różne i sięgały od 20% do 80%. Niestety, nie istniała techniczna możliwość przesłania mocy z elektrowni Górnego Śląska do Warszawy. Nie było systemu krajowego, a jedynie jego zaczątki w postaci niepowiązanych systemów lokalnych:

- szyny górnośląskiej 60 kV
- szyny dolnośląskiej 100 kV
- systemu 110/30 kV Poznań-Gorzów
- systemu 60 kV Gródek-Żur-Gdynia-Pomorze
- linii 150 kV Rożnów-Tarnów-Starachowice.

W tej sytuacji odbudowa elektroenergetyki rozpoczęła się od uruchomienia małych fabrycznych i tramwajowych elektrowni. Po wycofaniu się okupanta nastąpiło samorzutne uspołecznienie zakładów pracy oraz wielkich majątków ziemskich, które zostały objęte przez robotników. Formalnie, a więc prawnie, upaństwowiono je dopiero dekretem o reformie rolnej z 6 kwietnia 1944 roku oraz ustawą z 3 stycznia 1946 roku o przejęciu na własność państwa podstawowych gałęzi gospodarki narodowej.

Objęte przez władze polskie zakłady użyteczności publicznej oraz przedsiębiorstwa produkcyjne i usługowe rozpoczynały działalność pod swymi dawnymi polskimi nazwami, do których dodawano określenie „pod zarządem państwowym”.

Actions consisting in providing people with coal and cooking stoves were organised. Electricity meter ‘shunting’ was a common practice. Many Jews express their gratitude for the support of power industry workers who, by means of the passes they held, could access the Ghetto and provide supplies of bread, medicines and other products to the starving. After liquidation of the Ghetto, they hid dismantled transformers and switching devices.

Irrespective of those activities, there were widespread underground activities with organised armed units operating within the power engineering sector. Establishing the “Elektrownia” group at the Warsaw Power Plant was one of their effects. The group became famous not only for armed struggle but also for a number of actions organised for the benefit of the local population, including, for example, repairs of water filters or the wastewater disposal system. The Warsaw Uprising was a dramatic end of the occupation. The power plant in Powiśle was one of the main points of resistance. It was also the main target for the German air raid on the district of Powiśle that started on 4 September 1944 around nine. The damage inflicted on the factory was serious enough to stop its operation completely. Germans captured the plant on 5 September 1944 and started its devastation. Some buildings were blown up and machinery was broken by disassembling copper elements and taking them away from the plant. Numerous plaques commemorating those who lost their lives during the war were unveiled in a number of electric power engineering organisational units after the war.

Reconstruction of the electric power engineering industry

The capitulation of Germany on 8 May 1945 brought to an end a nearly six-year-long period of exploitation devastating power plants and the grid. Global losses in power industry were estimated at 420 million dollars, which is close to the annual budget of Poland in the 1930s. The heaviest damage to electric power engineering occurred in Warsaw where the generating potential virtually ceased to exist. No major damage to electric power engineering was recorded in Upper Silesia. Damage in other regions differed, ranging from 20% to 80%. Unfortunately, transfer of power from a power plant in Upper Silesia to Warsaw was not technically possible. A national system did not exist. Its beginnings had the form of unconnected local systems:

- 60 kV Upper Silesia bus
- 100 kV Lower Silesia bus
- 110/30 kV Poznań-Gorzów system
- 60 kV Gródek-Żur-Gdynia-Pomerania system
- 150 kV Rożnów-Tarnów-Starachowice line.

This being the case, reconstruction of the power industry started with the activation of small factory and tram power plants. Nationalisation of workplaces and large landed estates was spontaneous, as they were taken over by workers as soon as the occupiers had retreated. They were formally and therefore, legally, nationalised by virtue of the agrarian reform decree of 6 April 1944 and the act of 3 January 1946 on the acquisition of the basic branches of national economy by the state.

Public utility facilities as well as production and service companies acquired by Polish authorities started their activities under their old names in Polish with

Z powodu braku innego formalnego aktu prawnego przyjmowano, że zakłady te stanowiły albo majątek opuszczony czy porzucony przez właścicieli, albo majątek poniemiecki, do których miały zastosowanie przepisy dekretu z 2 marca 1945 roku o majątkach opuszczonych. Stan ten utrzymał się do lutego 1946 roku, tj. do ukazania się w *Dzienniku Ustaw* ustawy z 3 stycznia 1946 roku (tzw. nacjonalizacyjnej).

W celu scharakteryzowania stanu nacjonalizowanych przedsiębiorstw energetycznych można posłużyć się m.in. danymi zebranymi przez Stowarzyszenie Elektryków Polskich, opublikowanymi w *Statystyce Zakładów Energetycznych*. Pod koniec 1937 roku pracowało w kraju 171 elektrowni o jednostkowej mocy zainstalowanej większej niż 1000 kW, 386 elektrowni o mocy od 101 kW do 1000 kW oraz 439 elektrowni użyteczności publicznej (komunalnych) o mocy do 100 kW. W rękach prywatnych znajdowały się 1774 elektrownie o mocy jednostkowej mniejszej od 100 kW. Ponadto pracowało w tym czasie 20 elektrowni wodnych oraz wodno-ciepłych, a cztery elektrownie wodne budowano. Największe elektrownie zawodowe: Chorzów i Łaziska miały moc jednostkową około 100 MW. Istniejące do 1939 roku w zagłębiach węglowych (Śląsk, Zagłębie Dąbrowskie i Krakowskie) nieliczne elektrownie dostarczały energię, za pomocą sieci okręgowych, do zakładów, które nie miały własnych elektrowni przemysłowych, oraz zaopatrywały gospodarkę komunalną najbliższych miast i powiatów, a także ludność tych obszarów.

W artykule 3 ustawy nacjonalizacyjnej stwierdzano, że nie podlegają upaństwowieniu przedsiębiorstwa stanowiące własność związków samorządowych, międzykomunalnych, spółdzielni lub związków spółdzielni. Uniemożliwiało to prowadzenie planowej gospodarki energetycznej w całym kraju, zwłaszcza w zakresie dysponowania mocą oraz podejmowania decyzji o budowie nowych inwestycji energetycznych. Dlatego też zaszła konieczność wydania nowego aktu prawnego, którym była ustawa z 4 lipca 1947 roku o planowej gospodarce energetycznej. Stosownie do artykułu 2 tej ustawy, minister przemysłu i handlu w porozumieniu z zainteresowanymi ministrami, utworzył zjednoczenia energetyczne, mające osobowość prawną jako przedsiębiorstwa państwowe.

Powstało 14 zjednoczeń okręgowych obejmujących okręgi: warszawski, radomsko-kielecki, łódzki, płocko-warszawski, białostocki, lubelski, krakowski, górnośląski, dolnośląski, poznański, szczeciński, bydgosko-toruński, mazurski i nadmorski. Artykuł 6 tej ustawy postanawiał, że do zjednoczeń energetycznych wchodziły wszystkie zakłady elektryczne położone na terenie danego okręgu energetycznego bez względu na to, czyją są własnością. Wyjątek stanowiły zakłady niezbywające zawodowo energii lub niezwiązane z państwową siecią elektryczną. Dotyczyło to przede wszystkim elektrowni będących własnością dużych zakładów przemysłowych (kopalni, hut). Podlegały one jednak w myśl postanowień tej ustawy, nadzorowi technicznemu, gospodarczemu i taryfowemu właściwego zjednoczenia energetycznego.

the suffix “under State management”. Due to the lack of another formal act of law, it was assumed that the facilities constituted property that was abandoned or deserted by their owners, or were former German property, in which case the provisions of the decree of 2 March 1945 on abandoned property were applicable. This situation continued until February 1946, i.e. until the publication of the so-called ‘nationalisation act’ of 3 January 1946 in the *Journal of Laws*.

In order to describe the status of nationalised power distribution enterprises we might, for example, refer to data collected by the Association of Polish Electrical Engineers, published in the *Power Distribution Companies’ Statistics*. 171 power plants with an installed unit power exceeding 1000 kW, 386 power plants with efficiency between 101 kW and 1000 kW, 439 public utility (municipal) power plants with a power of up to 100 kW operated at the end of 1937. 1774 power plants with a unit power of less than 100 kW were in private hands. In addition, 20 hydroelectric and hydro-thermal power plants were in operation and 4 hydroelectric power plants were under construction at that time. The largest utility power plants, in Chorzów and Łaziska, had a unit power of approx. 100 MW. The few power plants existing until 1939 in coal-mining areas (Silesia, Dąbrowa and Kraków Coal Basin) supplied power by means of district grids to facilities devoid of their own industrial power plants, and also to municipal economies in the neighbouring cities and poviats and to local inhabitants.

Article 3 of the nationalisation act stated that the companies owned by local government, intercommunal, cooperative associations and cooperative societies were not subject to nationalisation. This made planned energy management throughout the country impossible, particularly as regards power administration and taking decisions on completing new energy-related investments.

As a result, a new legal act had to be issued, namely, the act of 4 July 1947 on planned energy management. Pursuant to Article 2 of the act, the Minister of Industry and Commerce in agreement with the ministers concerned established power unions which had a legal personality of state-owned enterprises.

14 district unions were formed in the districts of: Warsaw, Radomsko and Kielce, Łódź, Płock and Warsaw, Białystok, Lublin, Kraków, Upper Silesia, Lower Silesia, Poznań, Szczecin, Bydgoszcz and Toruń, Masuria and offshore. Article 6 of the same act provided that power unions would include all electrical companies located within the area of a power district, irrespective of whose property they were. Companies not commercially selling energy or not connected with the national electric network were an exception. These chiefly included power plants owned by large industrial establishments (mines, steel and iron works). However, according to the provisions of the act, they were subject to technical, economic and tariff supervision of the power union in charge.



Odbudowa infrastruktury przesyłowej po II wojnie światowej
Reconstruction of the transmission infrastructure after World War II
(arch. Photofactory®)

Lata powojenne

Zakończenie II wojny światowej przyniosło zasadnicze zmiany w życiu gospodarczym i politycznym Polski w stosunku do okresu przedwojennego. Kraj był zniszczony gospodarczo i moralnie, władzę przejęła orientacja komunistyczna. W czasie wojny i okupacji zginęło bardzo dużo kadry kierowniczej i inżynierskiej, a do pozostałej przy życiu władza odnosiła się z rezerwą, a często wrogo. Zmieniły się granice Polski, tysiące ludzi migrowało do nowych miejsc zamieszkania. Elektroenergetyka stanowiła podstawę rozwoju gospodarczego, a rządzącym przyświecały słowa Lenina: *Komunizm to władza rad plus elektryfikacja*. Z dużym i autentycznym entuzjazmem przystąpiono do usuwania zniszczeń wojennych i budowy nowej Polski. Mimo powojennego chaosu organizacyjnego i braków części, już w 1946 roku czynnych było 361 elektrowni, o mocy zainstalowanej 2553 MW i rocznej produkcji 5,8 TWh.

Ponieważ na okupowanych terenach polskich w energetyce zatrudniano w przeważającej części personel polski, sprzyjało to przetrwaniu przez część kadr niebezpiecznego okresu wojny. Jednak mobilizacja do polskiego wojska, straty wojenne w obozach jenieckich, a także okupacyjny niemiecki terror dotkliwie uszczupliły ich szeregi, zwłaszcza wśród inżynierów, techników i pracowników szczebla mistrzowskiego.

W 1946 roku liczba pracowników inżyniersko-technicznych energetyki wynosiła 2305 osób, co stanowiło zaledwie 6,9% globalnego zatrudnienia w resorcie, również niedostatecznego. Dziesiątkowana kadra fachowców stanęła przed zadaniem odbudowy energetyki nie tylko na terenach Polski przedwojennej, lecz również na Ziemiach Odzyskanych. Nie mogło się to odbyć bez znacznego dopływu nowych sił roboczych, rekrutujących się z ludzi pełnych zapału, ale pod względem umiejętności energetycznych stanowiących materiał surowy.

Proces wyniszczania urządzeń energetycznych przez nadmiernie natężoną eksploatację rozpoczął się wraz z okupacją i wzrastał w miarę upływu lat wojny. Systematyczne, postępujące z zachodu na wschód niszczenie niemieckiego przemysłu przez alianckie siły powietrzne zmuszało Niemców do przemieszczania strategicznych fabryk i zakładów. Wiele z nich znalazło się na terenach polskich, powodując znaczny wzrost zapotrzebowania na energię elektryczną. Wprowadzono dotkliwe ograniczenia zużycia energii przez ludność w postaci godzinowych planów selektywnego zasilania, lecz mimo to elektrownie przeciążano coraz bardziej. Podobny był stan sieci elektroenergetycznych, pogorszony ponadto wywozem przez okupanta znacznej liczby transformatorów. Energetyka wkroczyła więc w powojenną odbudowę z wyeksploatowanym, przedwcześnie fizycznie postarzałym parkiem maszyn i urządzeń.

Na Ziemiach Odzyskanych wyłonił się trudny dla energetyki problem dokumentacji technicznej, która w krytycznym dla Niemców stadium wojny wywożona była do Rzeszy. Odtworzenie jej z natury było pracochłonne i niełatwe technicznie, zwłaszcza przy niedostatecznej liczbie wykwalifikowanego personelu energetycznego. Ocalenie przemysłowego Zagłębia Górnośląskiego przed zniszczeniami w wyniku bezpośrednich działań wojennych, przy jednoczesnej zdewastowanej energetyce środkowych

Post-war years

After World War II the economic and political life in Poland was fundamentally different than before the war. The country suffered economic and moral damage. The communist party took over control. A significant part of managerial and engineering staff were killed during the occupation, while the survivors were treated by the authorities warily, often with hostility. The borders of Poland changed, thousands of people migrated to new places. Electric power engineering formed the basis for economic development and the ruling party was guided by the words of Lenin: *Communism is Soviet Power authority plus electrification*. War damage was enthusiastically removed and a new Poland was being built. Despite post-war organisational chaos and the deficiency of spare parts, 361 power plants with an installed power of 2553 MW and annual output of 5.8 TWh were in operation as early as 1946.

Because power engineering personnel employed within the occupied territory of Poland were mostly of Polish origin, some of them survived the dangerous wartime. Still, mobilisation of the Polish Army, war and POW losses, as well as the Nazi terror, severely depleted their number, especially as regards engineers, technicians and master level workers.

The number of engineering and technical workers in the power industry in 1946 amounted to 2305, which corresponded to merely 6.9% of the global number of employees in this sector – which was also insufficient. Decimated professionals were facing the task to reconstruct the power industry not only in the territory of pre-war Poland but also on the Regained Territories. This could not be achieved but for a considerable flow of new labour force recruited among people who were zealous, but inexperienced as regards skills related to energy generation.

The process of devastating power generating equipment caused by its overuse began with the occupation and increased as the war years passed. Systematic destruction of German industry by allied air forces, advancing eastwards from the west, forced the Germans to move their strategic factories and plants. Many of them were located in Polish land, thus generating a significant increase in the demand for electric power. Painful restrictions in the consumption of energy by the population, consisting in hourly selective supply plans, were introduced. Despite this, power plants became more and more overloaded. The situation of the power grids was similar. It was additionally aggravated by the fact that a considerable number of transformers had been removed by the occupiers. Consequently, the power industry entered the stage of post-war reconstruction with a worn-out and prematurely physically aged stock of machines and equipment.

A difficult problem for the power industry emerged in the Regained Territories, where the Germans carried technical documentation away to the Reich at the critical stage of the war. Reproducing the documents was a labour-consuming and technically challenging task, especially due to the insufficient number of highly skilled power industry workers. Saving the industrial Upper Silesian Basin from destruction resulting from direct warfare and the concurrent devastation of the power industry in the central and northern regions of



Elektrownia Jaworzno II – maszynownia, montaż turbiny – 1952 r.
Jaworzno II Power Plant – engine house, installation of a turbine – 1952
(arch. Photofactory®)

i północnych regionów Polski przedwojennej oraz Ziemi Odzyskanych, zdecydowało o roli Zagłębia Górnośląskiego jako bazy zaopatrzenia energetyki nie tylko w węgiel, ale i w aparaturę pomiarową. Na istniejące trudności zaopatrzeniowe, nałożyło się niesprawne w tym czasie funkcjonowanie transportu kolejowego i PKS-u, dysponującego wyeksploatowanym parkiem małych ciężarówek. Dotkliwie odczuły to regiony odległe od Górnego Śląska.

We wrześniu 1944 roku na Lubelszczyźnie powstał referat energetyczny przy Wydziale Przemysłu Polskiego Komitetu Wyzwolenia Narodowego, podniesiony następnie do rangi departamentu przy Rządzie Tymczasowym Rzeczypospolitej Polskiej. Departament inwentaryzował straty wojenne, ustalał stopień zniszczeń oraz podejmował koordynację odbudowy i organizował terenową administrację w przemyśle energetycznym. Dalszy nadzór nad odbudową energetyki przejął Centralny Zarząd Energetyczny (CZE), powołany w ramach Ministerstwa Przemysłu. Uchwalona, 4 lipca 1947 roku przez Sejm, ustawa o planowej gospodarce energetycznej zakończyła pierwszy etap formowania się władz energetycznych w Polsce, ustalając Centralny Zarząd Energetyczny jako organ koordynujący i kierujący pracą okręgowych zjednoczeń energetycznych, które samorzutnie tworzyły się wcześniej, jeszcze bez podstawy prawnej (na wzór przedwojenny).

Plan elektryfikacyjny

Centralny Zarząd Energetyki (CZE) przygotował projekt trzyletniego planu elektryfikacji kraju. Wytyczał on następujące podstawowe kierunki:

- zapewnienie zaopatrzenia w energię elektryczną okręgu stołecznego, ośrodków przemysłowych i portów
- doinstalowanie kotłów w elektrowniach – w celu pełnego wykorzystania mocy turbin
- powszechna elektryfikacja wsi
- wytwarzanie energii elektrycznej w wysokosprawnych elektrowniach węglowych dużej mocy o niskich jednostkowych kosztach inwestycyjnych
- ograniczenie budowy elektrowni wodnych do przypadków, gdy wielofunkcyjne hydrowęzły tworzą korzystne warunki do zlokalizowania przy nich elektrowni
- przyjęcie najwyższych napięć dla linii przesyłowych, zapewniających ekonomiczny przesył energii.



Samochód będzińskiego podokręgu energetycznego z makietą propagującą elektryfikację wsi – 1949 r. / Vehicle of the Będzin power subdistrict with a mockup promoting electrification of rural areas – 1949 (arch. Photofactory®)

pre-war Poland as well as in the Regained Territories, had a decisive role in establishing the Upper Silesian Basin as the base of power industry supplies not only in coal but also in measurement equipment. Procurement difficulties at that time coincided with ineffective operation of rail transport and Motor Transport Company (PKS) managing a depleted fleet of small lorries. Regions distant from Upper Silesia consequently suffered the most.

In September 1944 an energy section was created in the Lublin area at the Industrial Division of the Polish Committee of National Liberation. It was subsequently upgraded to a department at the Provisional Government of the Republic of Poland. The department catalogued war losses, determined the degree of damage, undertook coordination of the process of reconstruction and organised local administration in the energy industry. Further supervision of reconstruction of the power industry was the task of the Central Power Administration established within the structures of the Ministry of Industry. The act on planned energy management passed on 4 July 1947 by the Sejm marked the end of the first stage of the formation of power administration authorities in Poland. It established the Central Power Administration as a body coordinating and managing the activities of district power unions which had spontaneously emerged before, still without a legal basis (like before the war).

Electrification plan

The Central Power Administration (CZE) prepared a draft three-year plan of national electrification. It set out the following basic directions:

- supplying electricity to the capital district, industrial centres and ports
- installing additional boilers in power plants to enable using the full capacity of the turbines
- widespread electrification of rural areas
- generating electricity at high-duty coal-fired power plants with high power and low unit costs of investment
- limiting the construction of hydroelectric power plants to cases where multipurpose hydrotechnical systems created advantageous conditions for the location of a power plant nearby
- accepting ultra voltages for transmission lines to secure economical transmission of energy.

Opracowany przez CZE projekt trzyletniego planu elektryfikacji był dyskutowany na Ogólnokrajowej Konferencji Energetycznej w Łodzi w listopadzie 1945 roku. Zgłoszono tam wiele zastrzeżeń i wysunięto następujące dodatkowe postulaty:

- wspólne opracowanie przez energetykę i gospodarkę wodną planu budowy elektrowni wodnych z gestią CZE na budowę części elektrycznej i jej eksploatację
- rozwijanie współpracy energetyki ze spółdzielczością w zakresie elektryfikacji wsi
- przyspieszenie organizacji szkolnictwa zawodowego dla potrzeb energetyki
- powołanie Instytutu Elektrotechniki i Instytutu Energetyki oraz Komitetu ds. Energetyki i Elektrotechniki przy Ministerstwie Przemysłu, a także wydawanie czasopisma poświęconego problemom energetyki i elektrotechniki.

Konferencja łódzka zaakceptowała projekt planu CZE jako „program minimum”, który został następnie szerzej opracowany przez powołany kilkusobowy zespół profesorsko-inżynierski.

W związku z przewidywanym rozwojem gospodarczym kraju przyjęto, że w 1948 roku produkcja energii elektrycznej wyniesie 7,5 TWh przy czasie użytkowania mocy 2580 h, moc zainstalowana powinna więc osiągnąć 2900 MW. W celu zrealizowania założeń musiała zostać uruchomiona nowa moc o wartości 510 MW oraz zwiększona wydajność pary o 1600 t/h w nowych kotłach.

Zakres budownictwa sieciowego obejmował 1400 kilometrów linii najwyższych napięć. Przewidywano utworzenie trzech systemów elektroenergetycznych: południowo-centralnego, północnego, obejmującego obszar Poznań-Bydgoszcz-Gdynia, i dolnośląskiego. Wykonanie zaplanowanych inwestycji oszacowano na 422,5 mln zł w cenach z 1939 roku.



Plakat propagandowy – lata powojenne / A propaganda poster – post-war years (arch. Photofactory®)

Skorygowany trzyletni plan elektryfikacji był omawiany na I Kongresie Techników Polskich w Katowicach w grudniu 1946 roku. Uchwała kongresu postulowała opracowanie długofalowego planu zaopatrzenia we wszystkie użytkowe postacie energii, a więc planu energetyzacji kraju. Kongres katowicki zakończył okres szerokiej dyskusji nad projektem planu rozwoju energetyki zawodowej na okres 1947-1949. Plan ten ostatecznie ukształtował się następująco:

- produkcja energii elektrycznej w 1949 roku: 8 TWh
- moc zainstalowana w końcu 1949 roku: 2900 MW
- wykorzystanie mocy zainstalowanej w 1949 roku: 2750 h/a
- długość sieci najwyższych napięć (110 kV i 220 kV) w końcu 1949 roku: 2082 km
- budowa około 6200 km sieci średnich napięć i około 5000 km sieci niskich napięć
- uczestnictwo energetyki wspólnie ze spółdzielczością w elektryfikacji 2500 wsi i przeznaczenie dla wsi mocy w wysokości 100 MW.

The draft three-year plan of electrification developed by CZE was discussed at the National Energy Conference in Łódź in November 1945. Many objections were raised and the following additional postulates were put forward during the conference:

- preparing a joint plan for the construction of hydroelectric power plants for power industry and water management sector with the power of CZE to build and operate the electrical part
- developing cooperation between power industry and co-operatives covering electrification of rural areas
- advancing the organisation of the vocational school system for the purposes of the power industry
- establishing the Institute for Electrical and Power Engineering as well as the Power Industry and Electrical Engineering Committee attached to the Ministry of Industry; also, publishing a periodical dedicated to power industry and electrical engineering issues.

The conference in Łódź approved the draft plan of CZE as the “minimum program”. It was consequently elaborated on by a specially appointed team of several professors and engineers.

In connection with the anticipated economic development of the country it was assumed that the production of electricity in 1948 would amount to 7.5 TWh at the working time of 258 h. Installed power should reach the level of 2900 MW. In order to fulfil the objectives, new power of 510 MW had to be put into operation and the steam capacity in new boilers had to be increased to 1600 t/h. The network construction range covered 1400 km of ultra voltage lines. Establishment of three electric power engineering systems was stipulated: southern and central system, northern system covering the area of Poznań, Bydgoszcz and Gdynia, and Lower Silesian system. The estimated cost of the planned investment was 422.5 million zlotys according to prices applicable in 1939.

The revised three-year plan of electrification was discussed at the 1st Congress of Polish Technicians in Katowice in December 1946. The resolution passed by the Congress provided for developing a long-term plan of supplies of all utility forms of energy, which in fact was a plan of energizing the country. The Congress in Katowice closed a widespread discussion on the draft utility power industry development plan for 1947-1949. The final version of the plan stipulated:

- electricity production reaching 8 TWh in 1949
- installed power of 2900 MW by the end of 1949
- use of installed power reaching 2750 h/a in 1949
- 2082 km of ultra voltage grid (110 kV and 220kV) by the end of 1949
- constructing ca. 6200 km of medium voltage lines and ca. 5000 km of low voltage lines
- joint participation of the power industry and co-ops in the electrification of 2500 villages and allocating the power of 100 MW for use in rural areas.

Koszt realizacji planu określono na 640 mln zł w cenach z 1939 roku. Wykonanie planu trzyletniego przedstawiało się następująco: przekroczono plan produkcji energii elektrycznej (o 0,3 TWh), o 400 godzin wzrosła w stosunku do planu liczba godzin wykorzystania mocy zainstalowanej, a także powstała dłuższa niż planowano (o 288 km) sieć najwyższych napięć. Natomiast moc zainstalowana w końcu 1949 roku, była niższa od planowanej o 268 MW.

Niewykonanie planu wzrostu mocy zainstalowanej spowodowało zwiększenie udziału jednostek nieekonomicznych w globalnej produkcji energii elektrycznej. Niedobór nowej ekonomicznej mocy był zapowiedzią deficytu trwającego w krajowym systemie elektroenergetycznym przez wiele następnych lat. Przynosiło to gospodarce krajowej straty nie tylko wskutek zwiększenia zużycia paliwa, lecz także znacznie dotkliwsze spowodowane ograniczeniem energii dostarczanej na potrzeby produkcji przemysłowej.

Zdecydowany priorytet w pierwszym okresie powojennym, otrzymał przemysł i jego potrzeby. Dopiero ustawa o powszechnej elektryfikacji wsi i osiedli uchwalona przez Sejm 28 czerwca 1950 roku zapewniła szybki i równomierny rozwój elektryfikacji. Proces ten spotkał się z wielkim poparciem mieszkańców wsi, którzy aktywnie włączali się w niego w formie pomocy brygadom (rozwożenie i stawianie słupów, kopanie dołów, zakwaterowanie brygad itd.). Polska wieś w niewielkim stopniu korzystała z dobrodziejstwa energii elektrycznej. Po zakończeniu wojny liczba zelektryfikowanych wsi na dawnych ziemiach polskich wynosiła około 1830, a na Ziemiach Odzyskanych około 1680, co stanowiło 9% wsi w Polsce i 2% gospodarstw rolnych.

Okręgi energetyczne

W 1952 roku elektroenergetykę podzielono na sześć okręgowych zarządów energetycznych, które zlikwidowano dopiero w 1988 roku. Struktura organizacyjna na przestrzeni lat podlegała wielu zmianom, ale dotyczyły one w zasadzie szczebla centralnego, zarządzającego polską elektroenergetyką. Początkowo, po okresie wyzwolenia, energetyka znalazła się w kompetencjach Ministerstwa Przemysłu. 27 marca 1947 roku utworzono Ministerstwo Przemysłu i Handlu (wraz z energetyką). 10 lutego 1949 roku powstało Ministerstwo Górnictwa i Energetyki, a 7 marca 1950 roku kompetencje resortu elektroenergetyki przekazano do Ministerstwa Przemysłu Ciężkiego.

15 lutego 1952 roku utworzono Ministerstwo Energetyki, które 1 lipca tego roku, posiadało sześć okręgów energetycznych:

- Centralny – z siedzibą w Warszawie
- Wschodni – z siedzibą w Radomiu
- Południowy – z siedzibą w Katowicach
- Dolnośląski – z siedzibą we Wrocławiu
- Zachodni – z siedzibą w Poznaniu
- Północny – z siedzibą w Bydgoszczy.

Okręgi grupowały całość elektroenergetyki (sieci, stacje, rozdzielnie, elektrownie, elektrociepłownie) na określonym terenie. Miały rangę przedsiębiorstw państwowych, a podległe im jednostki o ograniczonej swobodzie działania, otrzymywały z okręgów wskaźniki do realizacji (fundusze płac, remonty, inwestycje itd.).

The cost of the planned investment was estimated at 640 million zlotys according to prices applicable in 1939. The three-year plan was accomplished as follows: the electricity production plan was exceeded (by 0.3 TWh), the number of hours of use of the installed power was 400 hours more than planned and ultra voltage grid (by 288 km) longer than planned was built. On the other hand, installed power at the end of 1949 was 268 MW below the planned figure.

Failure to fulfil the plan of increasing installed power led to an increased share of uneconomical units in the global production of electric energy. A deficiency of new economic power was a forerunner of the deficit present in the national electric power engineering system for many years after, causing losses in the national economy resulting not only from an increased consumption of fuel but much more severe: limiting energy supplies for industrial production.

Industry and industrial needs were a definite priority immediately after the war. Only the act on general electrification of villages and housing districts adopted by the Sejm on 28 June 1950 provided for fast and even development of electrification. This process was supported by residents of rural areas who actively helped the electrification crews (distributing and erecting poles, digging pits, providing accommodation for the crew etc.). The Polish countryside had little access to electricity. After the war about 1830 villages in the former territory of Poland and about 1680 in the Regained Territories were electrified. This accounted for 9% of villages in Poland and 2% of farmsteads.

Power districts

In 1952 the organisation of the electric power engineering industry was split into six district power distribution administrations, abolished as late as 1988. Over the years, the organisation structure underwent multiple changes, mostly at the central level of electric power engineering management in Poland. Initially, following the period of liberation, the power industry fell under the authority of the Ministry of Industry. On 27 March 1947 the Ministry of Industry and Commerce (including the power industry department) was established. On 10 February 1949 the Ministry of Mining and Power Engineering was set up and on 7 March 1950 the powers of the electric power engineering department were transferred to the Ministry of Heavy Industry.

On 15 February 1952 the Ministry of Power Engineering was created. On 1 July 1952 it was in charge of six power districts:

- Central – seated in Warsaw
- Eastern – seated in Radom
- Southern – seated in Katowice
- Lower Silesian – seated in Wrocław
- Western – seated in Poznań
- Northern – seated in Bydgoszcz.

The districts grouped the whole electric power engineering sector (grids, stations, substations, power plants, combined heat and power plants) within a specific area. They ranked as state-owned enterprises and their subordinated units with limited leeway – they were given targets to achieve as set by power districts (wage funds, repairs, investments etc.).

Dotkliwe braki personalne, szczególnie w zakładach, uzasadniały istnienie okręgów, które dysponowały wysoko wykwalifikowaną kadrą techniczną, ekonomiczną i prawniczą. W następnych latach i wraz z napływem fachowców do branży, rola okręgów zaczęła maleć, a w ostatnim okresie swej działalności stanowiły wręcz przeszkodę w rozwoju polskiej elektroenergetyki. Niemniej przetrwały nieomal 36 lat i z całą pewnością nie były to lata stracone.

W 1959 roku zostało utworzone Zjednoczenie Energetyki w ramach Ministerstwa Górnictwa i Energetyki. Po likwidacji okręgów (1988 rok) jednostki organizacyjne (zakłady energetyczne, elektrownie, elektrociepłownie, zakłady wytwórstwa) otrzymały status przedsiębiorstw państwowych, a następnie spółek prawa handlowego. Zgodnie z przyjętym programem prywatyzacji, część spółek została sprzedana inwestorom zagranicznym (np. Zakład Energetyczny Warszawa – firmie niemieckiej RWE, Górnośląski Zakład Elektroenergetyczny w Gliwicach – szwedzkiej Vattenfall, Elektrownia Połaniec – belgijskiej Tractabella itd.). W 2006 roku w wyniku konsolidacji energetyki dokonano terytorialnego podziału kraju na cztery organizacje energetyczne: PGE Polska Grupa Energetyczna, Tauron Polska Energia (Katowice), Energa (Gdańsk) i Enea (Poznań).

Rozbudowa sieci i elektrowni

Rozwój przemysłu i elektryfikacja kraju wymuszały rozbudowę starych i budowę nowych sieci przesyłowych i elektrowni. Budowa systemu energetycznego wymagała tysięcy ton stali, cementu i innych materiałów, niezliczonej liczby silników elektrycznych, pomp, kilometrów kabli i przewodów oraz urządzeń i aparatury. Wybudowano nowe fabryki kotłów, generatorów i turbin. Powstał przemysł energetyczny, który z dużym powodzeniem sprzedawał swoje produkty na rynki całego świata. Fabryki: kotłów – Rafako, Sefako i Fakop, turbin – Zamech, generatorów – Dolmel, transformatorów – Elta, wentylatorów – Fawent, aparatury – Chemar Kielce, palenisk mechanicznych w Mikułowie, elektrofiltrów w Pszczynie i wiele innych stały się znane na świecie.

W 1962 roku powstał system krajowy, którym kierowała utworzona w 1950 roku Państwowa Dyspozycja Mocy. Siecią spinającą była sieć 110 kV. W celu wyprowadzenia mocy z Górnego Śląska do deficytowych obszarów Warszawy i Łodzi rozbudowywano sieć 220 kV. W 1952 roku uruchomiono linię 220 kV Łągisza-Łódź, a w 1957 roku czynny już był pierścień 220 kV Górny Śląsk-Łódź-Warszawa-Radom-Górny Śląsk.

Lata 60. XX wieku były okresem dalszej rozbudowy sieci 220 kV. W 1964 roku uruchomiono pierwszą w kraju linię o napięciu 400 kV, łączącą Elektrownię Turów z centralnymi rejonami kraju. Powstawały nowoczesne wielkie elektrownie: Turoszów, Ostrołęka, PAK, Połaniec, Dolna Odra i największa polska elektrownia: Bełchatów, z której pierwszą moc do systemu przekazano w 1982 roku. 12 października 1988 roku oddano do eksploatacji ostatni z budowanych w I etapie inwestycji bloków – nr 12, i od tego dnia moc zainstalowana w elektrowni wynosiła 4320 MW.

W 1962 roku w Elektrowni Turów wprowadzono pierwszy w Polsce blok 200 MW, a następnie przystąpiono do krajowej produkcji bloków 360 MW (licencja BBC) i wyposażono w nie Bełchatów. Zamkniętym epizodem było uruchomienie w Elektrowni Kozienice dwóch bloków 500 MW produkcji ZSRR.

Acute shortages of personnel, especially in the works, justified the existence of power districts that had high-skilled technical, economic and legal human resources at their disposal. In the following years, as new professionals appeared in the industry, the role of power districts became less prominent and they even turned into an obstacle to the development of electric power engineering in Poland. Nonetheless, they survived nearly 36 years and certainly they were not a waste of time.

In 1959 the Power Industry Association was established as a part of the Ministry of Mining and Power Industry. After the liquidation of power districts (in 1988), organisational units (power distribution companies, power plants, combined heat and power plants, manufacturing works) were granted the status of state-owned enterprises, and then commercial law companies. In accordance with the approved privatisation programme, some companies were sold to foreign investors (e.g. Warsaw Power Distribution Company – German RWE, Upper Silesian Power Distribution Company in Gliwice – Swedish Vattenfall, Połaniec Power Plant – Belgian Tractabella etc.). In 2006, as a result of power industry consolidation, the territory of Poland was split among four power engineering organisations: PGE Polska Grupa Energetyczna, Tauron Polska Energia (Katowice), Energa (Gdańsk) and Enea (Poznań).

Development of grids and power plants

The development of industry and electrification of the country necessitated the expansion of old and building new transmission grids and power plants. The construction of the power system required thousands of tonnes of steel, cement and other materials, countless electric motors, pumps, kilometres of cables and wires as well as equipment and instruments. New boiler, generator and turbine factories were built. The newly created power industry successfully sold its products on markets worldwide. Boiler factories – Rafako, Sefako and Fakop, the turbine factory – Zamech, generator factory – Dolmel, transformer factory – Elta, fan factory – Fawent, instruments factory – Chemar Kielce, mechanical furnace factory in Mikułowa, electrostatic precipitator factory in Pszczyna and many others became world famous.

In 1962 a national system was created. It was administered by the National Power Dispatch Centre established in 1950. The interconnecting grid was a 110 kV system. In order to take power out from Upper Silesia to the deficit areas of Warsaw and Łódź, the 220 kV was expanded. In 1952 the 220 kV Łągisza-Łódź line was put into operation and in 1957 the 220 kV Upper Silesia-Łódź-Warsaw-Radom-Upper Silesia ring was already in service.

Expansion of the 220 kV grid continued in the sixties. In 1964 the first in Poland 400 kV line connecting Turów Power Plant with the central regions of Poland was put into operation. Large modern power plants such as: Turoszów, Ostrołęka, PAK, Połaniec, Dolna Odra were built and the largest Polish power plant in Bełchatów was put into service in 1982. On 12 October 1988 the last power unit built at the first stage of the project – no. 12 was put into service and from that day the power installed at the power plant amounted to 4320 MW.

In 1962 the first 200 MW unit in Poland was launched in Turów Power Plant. Domestic production of 360 MW units (BBC licence) followed. They constituted equipment for the plant in Bełchatów. A closed episode was the commissioning of two 500 MW units of USSR origin at the Power Plant in Kozienice.



Elektrownia Jaworzno – elektryk przy sprawdzaniu uzwojeń generatora turboszespolu – 1955 r.
The Jaworzno Power Plant – a fitter checking the coils of the turbine generator unit – 1955 (arch. Photofactory®)



Budowa linii 110 kV Żur-Tuchola – 1946 r. / Construction of the 110 kV Żur-Tuchola power line – 1946 (arch. Photofactory®)

Okres lat 1945-2000 w budownictwie elektrowni w Polsce podzielić można na cztery etapy:

1. Etap I (lata 1945-1955) – instalowanie różnorodnych urządzeń z importu – przy mocy turbozespołów 25-55 MW.
2. Etap II (lata 1955-1960) – stabilizacja parametru pracy dolotowej (ciśnienie 90 atm, temperatura 500-535°C), wprowadzenie turbozespołów do 100 MW, pierwsza produkcja turbozespołów polskich 25 i 50 MW.
3. Etap III (lata 1960-1970) – wprowadzenie dużych bloków energetycznych (125, 200, 360 MW) z wtórnym progresem pary (ciśnienie 126-130 atm, 535-540°C), budowa elektrowni: Siersza, Turoszów, Łagisza, Adamów, Konin, Łaziska, Pątnów – łącznie 7575 MW.
4. Etap IV (po 1970 roku) – rozpoczęcie budowy elektrowni z blokami 360 MW i dwa bloki 550 MW, rozbudowa i budowa elektrowni: Turoszów, Łagisza, Łaziska, Pątnów, Rybnik, Ostrołęka B, Kozienice, Dolna Odra, Jaworzno III, pierwsze bloki w Połaniecu. Łączny – rekordowy przyrost mocy wynosił 11 401 MW, w tym dla elektrowni ciepłych 10 070 MW, wodnych 557 MW i przemysłowych 774 MW. W ciągu niektórych lat oddawano do eksploatacji kilka bloków. W 1973 roku oddano w Kozienicach cztery bloki po 200 MW, a w 1975 roku w Dolnej Odrze trzy bloki po 200 MW.

Zarówno przy budowie sieci elektroenergetycznej, jak i stacji, rozdzielni, elektrowni oraz wszelkich urządzeń energetycznych korzystano z polskiej myśli technicznej. Praca instytutów, biur projektów, zakładów pomiarowo-badawczych, setek zakładów produkcyjnych pozwoliła na zbudowanie nowoczesnego przemysłu elektroenergetycznego, który pomógł w odbudowie i rozbudowie polskiej gospodarki.

Ostatnie lata, od 1990 roku, były okresem spowolnienia tempa budowy sieci i elektrowni. Wynikło to ze spadku zapotrzebowania na moc elektryczną – zlikwidowano część przemysłów energochłonnych. Warto podkreślić jest fakt wprowadzenia do polskiej elektroenergetyki nowoczesnych urządzeń, szczególnie pomiarowych, teletransmisyjnych, automatyki, telemekhaniki, informatyki, transportu itd. Wykonano również wielką pracę na rzecz dostosowania polskiej elektroenergetyki do wymogów Unii Europejskiej.



Budowa Elektrociepłowni Siekierki – 1959 r. / Construction of the Siekierki Thermal-Electric Power Station – 1959 (arch. Photofactory®)

The period 1945-2000 in power plant construction in Poland can be divided into four stages:

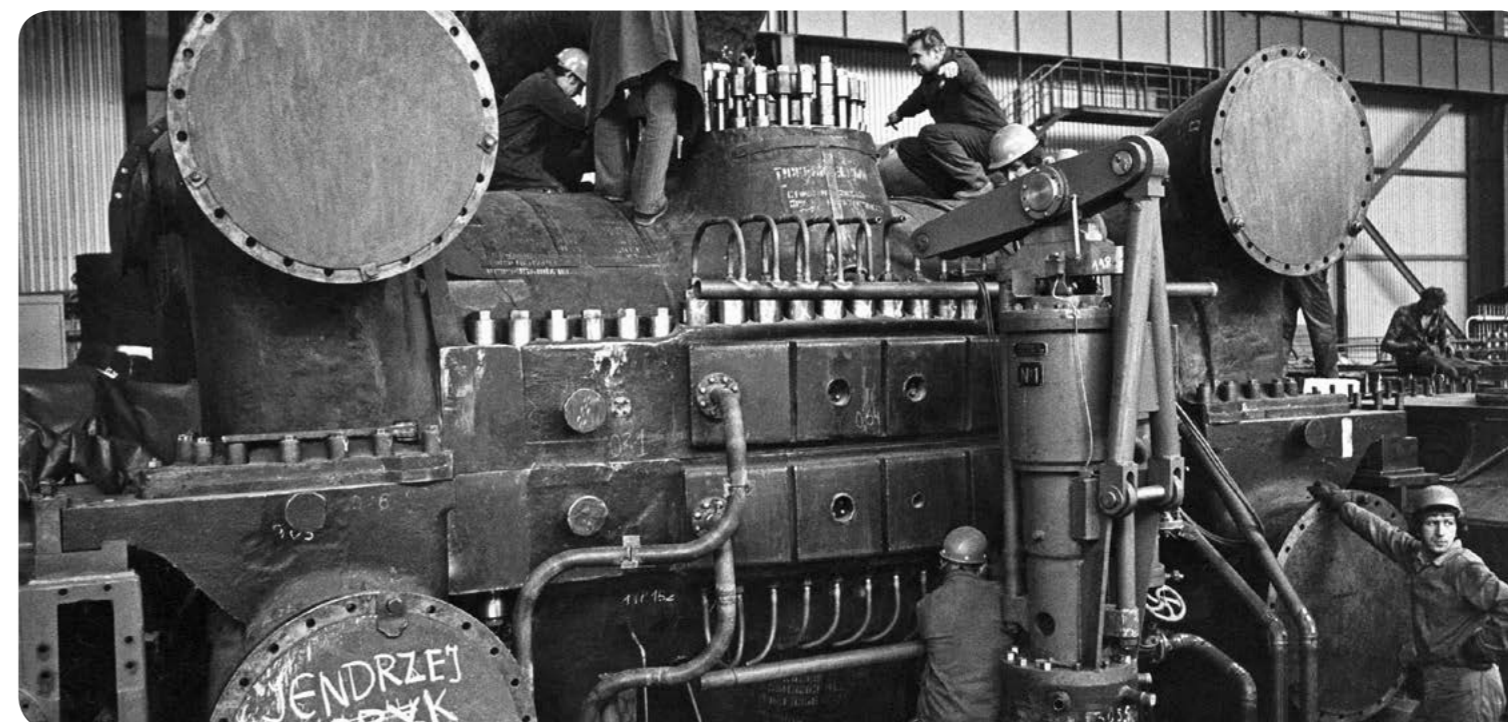
1. Stage 1 (1945-1955) – installation of various imported devices – turbine set capacity of 25-55 MW.
2. Stage 2 (1955-1960) – stabilisation of incoming steam parameters (pressure 90 atm, temperature 500-535°C), launching turbine sets to 100 MW, first production of Polish 25 and 50 MW turbine sets.
3. Stage 3 (1960-1970) – launching large power units (125, 200, 360 MW) with secondary steam progress (pressure 126-130 atm, 535-540°C), construction of power plants: Siersza, Turoszów, Łagisza, Adamów, Konin, Łaziska, Pątnów – in total 7575 MW.
4. Stage 4 (after 1970) – commencement of the construction of power plants with 360 MW units and two 550 MW units, extension and construction of the power plants: Turoszów, Łagisza, Łaziska, Pątnów, Rybnik, Ostrołęka B, Kozienice, Dolna Odra, Jaworzno III, the first units in Połaniec. The total – record-breaking increase in power output – amounted to 11 401 MW, including 10 070 MW for heat power plants, 557 MW for hydroelectric power plants and 774 MW for industrial power plants. In some years several units were commissioned within a year. In 1973 four units of 200 MW each were launched in Kozienice and in 1975 three units of 200 MW each in Dolna Odra.

Polish engineering thought was applied in the construction of the power grid and stations, substations, power plants and other power devices. Works carried out by institutes, design studios, measurement and research institutions, and hundreds of manufacturing plants facilitated establishing a modern electric power engineering industry which helped reconstruct and develop the Polish economy.

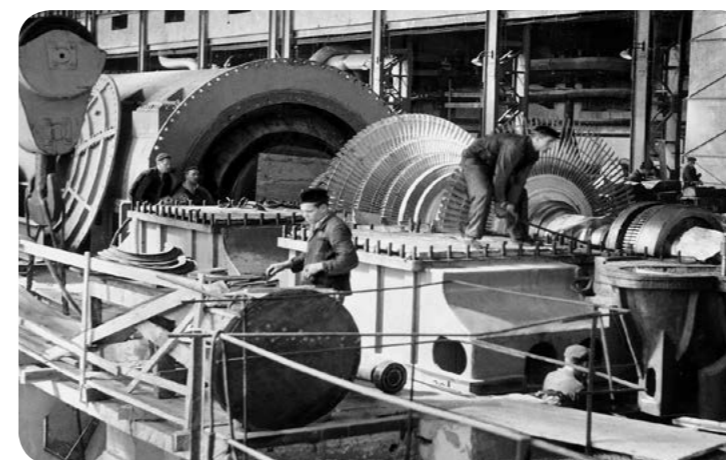
Since 1990 the pace of grid and power plant construction has slowed down due to decreased electricity requirement – part of the energy-consuming industries was closed down. The Polish electric power engineering sector has acquired modern equipment for measurements, teletransmission, and automatic control, remote control engineering, information technology, and transport etc. Also, considerable work was carried out to adapt the Polish electric power engineering industry to the EU requirements.



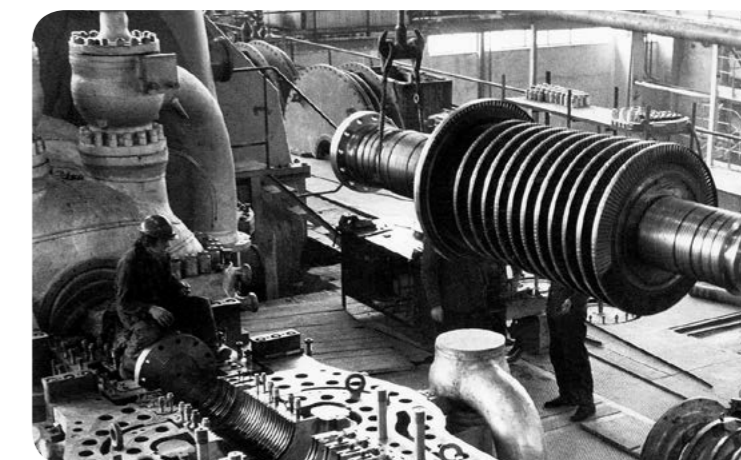
W 1962 r. w Elektrowni Turów wprowadzono pierwszy w Polsce blok 200 MW
In 1962 the Turów Power Plant introduced the first 200 MW power unit in Poland (arch. Photofactory®)



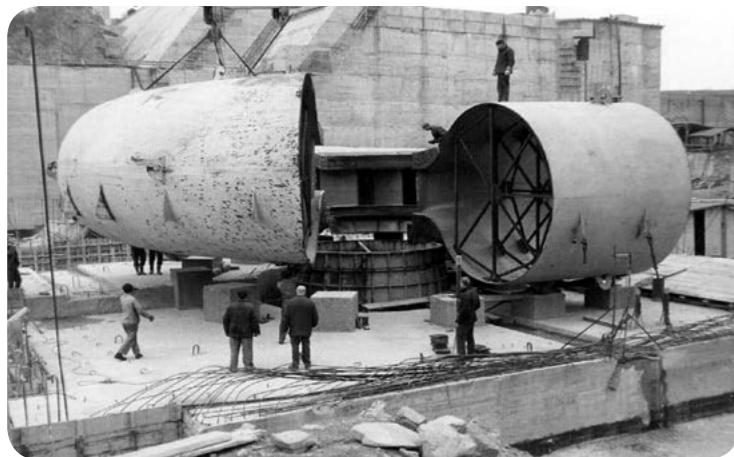
Elektrownia Kozienice – montaż turbozespołu 500 MW produkcji ZSRR / The Kozienice Power Plant – installation of 500 MW turbine set made in the USSR (arch. Photofactory®)



Elektrownia Skawina – montaż turbiny – 1960 r.
The Skawina Power Plant – installation of a turbine – 1960 (arch. Photofactory®)



Montaż turbiny w bloku nr 2 Elektrowni Kozienice – 1973 r. / The installation of a turbine on power unit no. 2 at the Kozienice Power Plant – 1973 (arch. Photofactory®)



Montaż spiral w elektrowni wodnej w Solinie – 1967 r.
Assembly of coils at the hydroelectric power plant in Solina – 1967
(arch. Photofactory®)

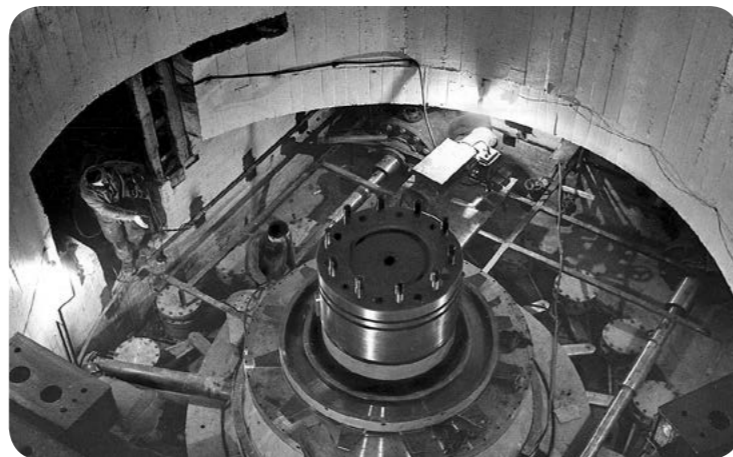
Hydroelektrownie

Pasywne potraktowanie rozwoju energetyki wodnej w pierwszym planie 1947-1949, a następnie tendencje energetyki do minimalizacji udziału w kosztach budowy hydrowęzłów spowodowały opóźnienia w rozwoju energetyki wodnej. W pierwszym po wojnie dwudziestoleciu efekty rozbudowy jej potencjału wytwórczego były niewielkie. Odbudowano Elektrownię Dychów z członem pompowym – w 1961 roku osiągnęła moc 76 MW, a w 1964 roku 20 MW w pompach. W 1958 roku przekazano do eksploatacji Elektrownię Wały na Odrze, o mocy 10,8 MW, a w 1961 roku Elektrownię Koronowo na Brdzie, o mocy 27,5 MW, projektowaną jeszcze przed wojną. Na stopniu wodnym Zegrze uruchomiono elektrownię o mocy 20 MW, oddaną do eksploatacji w 1963 roku. Rozpoczętą w 1958 roku budowę Elektrowni Tresna, o mocy 21 MW, prowadzoną z przerwą wskutek osuwiska brzegu rzeki Soły, zakończono w 1967 roku, a więc już w drugim dwudziestoleciu po wojnie.

Podobnie Elektrownię Solina, o łącznej mocy 137 MW w czterech turbozespołach, w tym dwóch odwracalnych o łącznej mocy 42,4 MW, oddano do eksploatacji dopiero w 1968 roku, po żmudnym usuwaniu wielu defektów prototypowych turbozespołów odwracalnych z dostaw czeskosłowackich. Pierwsze projekty zapory sięgają okresu przedwojennego, ale rozpoczęto ją budować w 1960 roku. W pierwszym dwudziestoleciu prowadzono więc kilka budów elektrowni wodnych, ale ich uruchomienie przypadło częściowo już na drugie dwudziestolecie, przy czym istotna dla systemu elektroenergetycznego moc interwencyjna w elektrowniach Dychów i Solina wynosiła łącznie zaledwie 62,4 MW.

Ze względów ogólnosystemowych budowano elektrownie wodne, zarówno przepływowe, jak i szczytowo-pompowe. Wybudowane zakłady to:

- Elektrownia Wodna Solina, o mocy 137 MW – zastosowano w niej po raz pierwszy w Polsce turbozespoły odwracalne
- Elektrownia Wodna Włocławek, o mocy 162 MW
- Elektrownia szczytowo-pompowa Żydowo, o mocy 152 MW – po raz pierwszy w Polsce wykorzystano dwa jeziora leżące na różnych wysokościach
- Elektrownia szczytowo-pompowa Porąbka-Żar, o mocy 500 MW i spadku 432 metry – zastosowano w niej turbozespoły odwracalne
- Elektrownia szczytowo-pompowa Żarnowiec, o mocy 600 MW.



Montaż turbiny odwracalnej w elektrowni wodnej w Solinie – 1968 r.
Assembly of a reversible turbine at the hydroelectric power plant in Solina – 1968
(arch. Photofactory®)

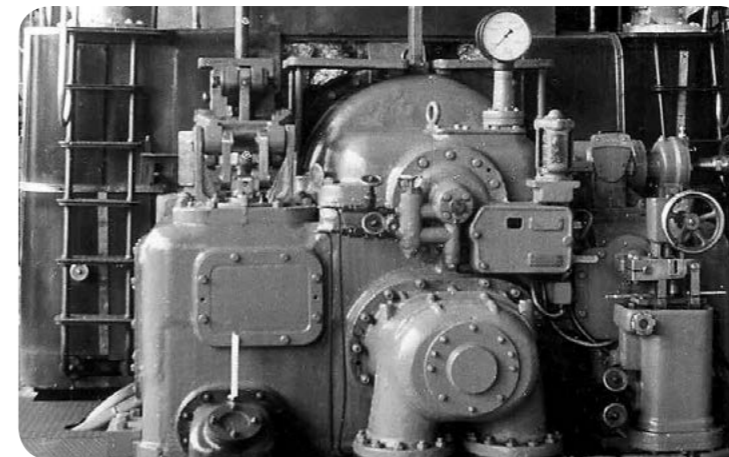
Hydroelectric power plants

A passive attitude towards the development of hydroelectric power engineering in the first plan (1947-1949), followed by the power industry's trend to minimize its share in the costs of construction of hydroelectric power stations, delayed the development of hydroelectric power engineering. The effects of expansion of its generation potential were insignificant in the first two decades after the war. Dychów Power Plant was reconstructed including the pumping unit – in 1961 it reached 76 MW, and in 1964 the pumps generated 20 MW. In 1958, Wały Power Plant on the Odra, with the capacity of 10.8 MW, was put into operation and in 1961 – Koronowo Power Plant on the Brda, with the capacity of 27.5 MW (designed before the war). A 20 MW power plant was launched on the Zegrze barrage in 1963. The construction of the 21 MW Tresna Power Plant, commenced in 1958 and interrupted as a result of landslides on the bank of the river Soła, was completed in 1967, so, in the second twenty-year period after the war.

Similarly, Solina Hydroelectric Power Plant with the total capacity of 137 MW in four turbine sets, including two reversible ones of 42.4 MW in total, was commissioned as late as 1968 after the painstaking removal of numerous defects in the prototypes of reversible turbine sets supplied from Czechoslovakia. First designs of the dam date back to the pre-war period but the construction started in 1960. In the first twenty years after the war several hydroelectric power plants were under construction but their start-up partly took place in the second twenty-year period, while the peak load power in Dychów and Solina plants, vital for the power system, totalled a mere 62.4 MW.

Due to general system reasons, both run-of-river power plants and pumped-storage hydroelectric power plants were built. The following plants were constructed:

- Solina Hydroelectric Power Plant with the capacity of 137 MW where reversible turbines were used for the first time in Poland
- Włocławek Hydroelectric Power Plant with the capacity of 162 MW
- Żydowo pumped-storage hydroelectric power plant with the capacity of 152 MW where two lakes situated at different levels were used for the first time in Poland
- Porąbka-Żar pumped-storage hydroelectric power plant with the capacity of 500 MW and 432metre-drop, where reversible turbines were used
- Żarnowiec pumped-storage hydroelectric power plant with the capacity of 600 MW.



Elektrociepłownia Zerań: turbozespół 05 – 1956 r.
Zerań CHP Plant: turbine set no. 05 – 1956
(arch. Photofactory®)

Elektrociepłownie

Rozwój scentralizowanego wytwarzania ciepła rozpoczął się w 1953 roku od przebudowy Elektrowni Warszawskiej na Powiślu na elektrociepłownię. Przebudowa polegała na dostosowaniu turbin kondensacyjnych do pracy z pogorszoną próżnią. W ten sposób przebudowano następnie wszystkie stare elektrownie kondensacyjne, którym zapewniono odpowiedni odbiór ciepła. Kolejny etap rozwoju ciepłownictwa wyznaczyło budownictwo elektrociepłowni z turbinami upustowo-kondensacyjnymi, dostosowanymi zarówno do oddawania pary o ciśnieniu 0,1-0,2 MPa do celów ogrzewnictwa, jak i pary o ciśnieniu rzędu 0,8 MPa dla technologii przemysłowej.

W tym okresie wytwarzanie energii elektrycznej w elektrociepłowniach skutecznie konkurowało z elektrowniami kondensacyjnymi. Stan ten zmienił się na niekorzyść elektrociepłowni, gdy po 1960 roku zaczęły wchodzić do eksploatacji nowe duże elektrownie kondensacyjne o niskim zużyciu jednostkowym ciepła. Zaprzestano wówczas budowy elektrociepłowni z turbinami upustowo-kondensacyjnymi. Dodatkowymi powodami przekreślającymi przyszłość tego typu elektrociepłowni była budowa dużych wysokosprawnych kotłowni osiedlowych oraz opóźnienia w budowie sieci ciepłowniczych. Studia nad typem elektrociepłowni, wykazały wyższość ekonomiczną elektrociepłowni z blokami ciepłowniczymi mającymi turbiny przeciwnprężne. Z realizacją tej koncepcji wkraczono w drugie dwudziestolecie powojenne. Mimo technologicznego zapóźnienia obu etapów rozwoju elektrociepłowni z turbinami z pogorszoną próżnią i upustowo-kondensacyjnymi, efektywność techniczną i ekonomiczną ciepłownictwa ocenia się pozytywnie.

Ochrona środowiska

W pierwszym powojennym dwudziestoleciu problem ograniczenia emisji szkodliwych zanieczyszczeń z elektrowni ciepłych do atmosfery sprowadzał się do wychwycenia ze spalin kotłowych, jak największej ilości popiołów lotnych. Waga kwestii ochrony środowiska wzrastała wraz z powiększającą się koncentracją mocy w nowo budowanych elektrowniach, co groziło okolicznym terenom zapyleniem powietrza i powstawaniem osadów pyłów na powierzchni ziemi.



Elektrociepłownia Zerań: operatorzy kotłowni – 1956 r.
Zerań CHP Plant: boiler house operators – 1956
(arch. Photofactory®)

Combined heat and power plants

The growth of centralized heat generation commenced in 1953 with the conversion of Warsaw Power Plant in Powiśle into a combined heat and power plant. The works comprised adaptation of condensing turbines to work with deteriorated vacuum. Thus, all old condensing power plants provided with adequate heat removal were converted. The next stage of development of district heating was the construction of combined heat and power plants with bleeder-condensing turbines adapted to conveying both steam with the pressure of 0.1-0.2 MPa for heating purposes and steam with the pressure level of 0.8 MPa for industrial technology.

Generation of electricity in combined heat and power plants at that time successfully competed with condensing power plants. The situation became less favourable for combined heat and power plants when after 1960 new, large condensing power plants with low specific heat consumption were launched. Construction of combined heat and power plants with bleeder-condensing turbines was discontinued. The future of such combined heat and power plant was additionally doomed by the construction of large high-duty district boiler houses and district heating systems. Studies into types of combined heat and power plants demonstrated the economic superiority of combined heat and power plants with heating units equipped with counter-pressure turbines. The realisation of this concept started in the second twenty-year period after the war. Despite technological backwardness of both stages in the development of combined heat and power plants equipped with deteriorated vacuum and bleeder-condensing turbines, the technical and economic efficiency of district heating is given a positive evaluation.

Environmental protection

In the first twenty-year period after the war, the problem of limiting the harmful pollutant emissions from heat power plants into the atmosphere was reduced to separating as much volatile ash from flue gas as possible. The importance of environmental protection issues grew along with the increasing concentration in power in newly constructed power plants, which exposed the neighbouring areas to dusty air and dust deposits on the surface of the earth.

Rozwinięta w krótkim czasie krajowa produkcja elektrofiltrów, o sprawności dochodzącej do 99,3%, pozwoliła w znacznym stopniu opanować emisję pyłów. Wszystkie elektrownie budowane po 1953 roku zostały zaopatrzone w elektrofiltry – odtąd właściwe odpylanie spalin było zadaniem tylko personelu eksploatacyjnego zakładów.

Pomocne w ograniczeniu zapylenia środowiska były wysokie kominy, rzędu 200-250 metrów, obsługujące po kilka kotłów, dzięki czemu wzrastała wysokość termicznego wynoszenia popiołów niewychwyconych przez elektrofiltry i malała ich koncentracja wskutek rozrzużenia na większych przestrzeniach. Pomyślnym osiągnięciem konstruktorów elektrofiltrów i ich inwestorów nie zawsze towarzyszyła sprawna eksploatacja tych urządzeń. Często można było obserwować pyłowe pióropusze z kominów. Mimo to, rozwiązanie problemu odpylania spalin w omawianym okresie należy ocenić pozytywnie. Istniał oczywiście problem ochrony środowiska przed zasiarczeniem, obowiązywały odpowiednie przepisy i normy. Nie zajmowano się natomiast problemem odazotowania spalin. Nieznane jeszcze były opracowane później japońskie metody odsiarczania spalin czy też technologia ograniczania wytwarzania tlenków azotu, już w palenisku kotła. W dyspozycji energetyków omawianego dwudziestolecia, pozostawała jedynie metoda rozcieńczania toksycznych roztworów kwasów siarkowych i azotowych.

Począwszy od 1990 roku sprawom ochrony środowiska przyznawano coraz większą rangę, na skutek wzrostu wymagań zarówno krajowych, jak

The domestic production of electrostatic precipitators with an efficiency reaching 99.3%, developed in a short time, made it possible to considerably control dust emissions. All power plants built after 1953 were fitted with electrostatic precipitators – from that time the actual removal of dust from flue gas has been the sole task of the workers operating the plants.

Reduction of environmental dustiness was improved with the use of 200-250 m tall chimney stacks, each serving several boilers at a time. Consequently, the height of thermal rise of ash not captured by electrostatic precipitators increased and its concentration decreased due to scattering within larger spaces. The success achieved by EPS design engineers and investors was not always accompanied by efficient operation of these devices. Dust plumes over chimneys were frequently observed. Still, the solution to the problem of removing dust from flue gas in the discussed period must be given a positive evaluation. Of course, there was an issue of sulphur pollution control, and relevant regulations and standards were in force, unlike the issue of denitrification of flue gas that was not covered. Flue gas desulphurization methods developed later in Japan or the technology reducing the production of nitrogen oxides in the boiler furnace were not known at that time. The range of methods available to power engineers in the discussed twenty-year period included only dilution of toxic sulphuric and nitric acid solutions.

Environmental protection matters have been given more attention since 1990 as a result of an increase in the requirements, both domestic and international.



Elektrownia Opole – w latach 1993-1997 oddano do użytku cztery bloki o łącznej mocy 1490 MW
The Opole Power Plant – in 1993-1997 four power units with the total output of 1490 MW were commissioned (arch. Photofactory®)

i międzynarodowych. Dostosowanie polskiej elektroenergetyki opartej na węglu kamiennym i brunatnym do europejskich norm ochrony środowiska wymaga olbrzymich nakładów i stanowi podstawowy problem modernizacji.

Przyszłość polskiej energetyki

W ocenie i podsumowaniu osiągnięć branży należy uwypuklić największą wartość polskiej elektroenergetyki – ludzi. Po okupacji, wystąpiły wielkie braki kadrowe w elektroenergetyce zarówno pod względem ilościowym, jak i merytorycznym. Braki te były tym dotkliwsze, im intensywniejszy stawał się rozwój tej branży. Do pracy trafiali ludzie bez żadnych kwalifikacji, doświadczenia i wykształcenia, często analfabeci. Zaczęto organizować kursy i szkolenia (często zaczynano od kursów czytania i pisania), powstało szkolnictwo zawodowe. Praktycznie przy każdym zakładzie energetycznym, elektrowni czy firmie montażowo-budowlanej powstawały szkoły dla pracujących i dla młodzieży.

Absolwenci szkół już w trakcie pracy byli wysyłani na kursy specjalistyczne do ośrodków szkoleniowych energetyki. Rozwój szkolnictwa wyższego umożliwił pracownikom podjęcie wieczorowych i zaocznych studiów wyższych. W latach 1945-1980 szczególną wagę przykładano do szkolenia kadry inżyniersko-technicznej. Od 1980 roku zaczęto koncentrować się na zagadnieniach prawnych, organizacyjnych i ekonomicznych. W elektroenergetyce polskiej kontynuowano wzorce dobrej, solidnej pracy, która stała się wzorem ładu, porządku i dyscypliny.

Adaptation of Polish electric power engineering based on hard coal and lignite to European environmental protection standards requires huge expenditure and is the most substantial problem of modernization.

The future of the Polish power industry

Reviewing the achievements of the sector we must emphasize the most valuable asset of Polish electric power engineering – the people. After the occupation, this industry suffered from enormous shortages of human resources both in terms of numbers and competence. The more intensively the sector developed, the more severe the shortages were. Some workers had no skills, experience and education, and were often illiterate. Courses and training sessions (reading and writing classes) were organised. Vocational schools were established. Schools for working adults and youth were created in almost every power distribution company, power plant or installation and construction company.

Already employed graduates of such schools were sent to specialist courses to power industry training centres. Development of the higher education system enabled workers to undertake part-time and extramural studies. In 1945-1980 particular attention was given to the education of engineering and technical staff. After 1980 regulatory, organisational and economic issues came into focus. Patterns of good, solid work continued in Polish electric power engineering and they became a standard of order and discipline.



Zmodernizowana w 2010 r. SE Moszczenica 220/110/20/6 kV
220/110/20/6 kV Moszczenica switching station modernised in 2010 (arch. Photofactory®)

Kadra energetyczna to zwarty i wzajemnie życzliwy zespół ludzi, który stanowi przedmiot podziwu, a nawet zazdrości innych resortów. Na to złożyła się praca tysięcy osób, poczynając od monterów, a kończąc na ministrach. W energetyce obowiązują zasady pracy i zachowania. Rodzinne tradycje pracy w branży sięgają dwóch, trzech pokoleń, a bardzo duża część kadry zaczyna i kończy pracę w tej samej elektrowni lub zakładzie energetycznym. Nie należą do wyjątków pracownicy, którzy przepracowali w energetyce prawie pół wieku. Wysoki poziom kadry inżynieryjno-technicznej oraz ekonomiczno-prawniczej pozwolił na dostosowanie polskiej elektroenergetyki do wymogów i dyrektyw Unii Europejskiej. W 1995 roku polski system elektroenergetyczny przyłączono do systemu UCTE.

Wykreowano rynek energii elektrycznej oraz opracowano program rozwoju polskiej elektroenergetyki, który uwzględni rozwój polskiej gospodarki do 2030 roku oraz dyrektywy europejskie (określone jako 3×20), które przewidują:

- obniżenie emisji o 20%
- udział źródeł odnawialnych w bilansie energetycznym w wysokości 20%
- obniżenie energochłonności o 20%.

Obecnie nie sposób wymienić chociażby jednej dziedziny życia, która może funkcjonować bez użycia energii elektrycznej. Słowa pośta Majewskiego przytoczone w niniejszej książce, przy omawianiu przyjęcia ustawy z 21 marca 1922 roku, okazały się prorocze. Wiek XX był wiekiem elektryczności. Nie należy jednak zapominać, że przesyłanie energii elektrycznej jest coraz droższe. Postęp techniczny pozwala na produkcję urządzeń energooszczędnych i efektywne wykorzystanie energii, ale często marnotrawimy ją, używając jej nieracjonalnie. Przez wiele lat nasza gospodarka należała do niezwykle energochłonnych, ale w ostatnich latach nastąpiły korzystne zmiany w tym zakresie. Dawniej na wytworzenie jednego dolara produktu narodowego zużywaliśmy dwa razy więcej energii elektrycznej, niż w innych krajach. Zmiany gospodarcze w Polsce lat 90. XX wieku zaowocowały m.in. likwidacją lub ograniczeniem przemysłów energochłonnych oraz sprowadzeniem urządzeń gospodarstwa domowego i technologii przemysłowych nieodbiegających energochłonnością od światowych standardów. Obecnie energochłonność polskiej gospodarki jest o około 10% wyższa, niż dla innych państw. Szczególnie dużo do zrobienia jest w tym zakresie w samej elektroenergetyce: straty sieciowe na przesyłach i w dystrybucji znacznie przekraczają wskaźniki sieciowe, podobnie wygląda sprawa zużycia energii na potrzeby własne w elektrowniach. Ważne, by energię elektryczną, jako dobro podlegające wyczerpaniu, racjonalnie użytkować.

Pomimo zaborów, I i II wojny światowej, okupacji niemieckiej i innych nieprzychylnych okoliczności, w Polsce został zbudowany potężny przemysł energetyczny – tysiące kilometrów linii, setki tysięcy stacji transformatorowych i rozdzielni, dziesiątki nowoczesnych elektrowni i elektrociepłowni. Polska elektroenergetyka została dostosowana do wymogów Unii Europejskiej i światowych standardów, istnieje klarowny program rozwoju na przyszłe lata. Mamy kadre, infrastrukturę i własne surowce energetyczne. Mamy świadomość roli i zadań branży w życiu gospodarczym kraju i wypełniamy oczekiwania społeczne. My, energetycy, mamy wielką satysfakcję z tego, czego dokonaliśmy dla narodu, praktycznie realizując słowa Stanisława Staszica: *Narodowi użytecznym być.*

Power industry workers are a team of mutually benevolent people, respected and even envied by other sectors. This can be put down to the work of thousands of people, from fitters to ministers. Power industry is governed by specific rules of work and behaviour. Family traditions in the sector stretch back over two or three generations and a considerable part of the staff often start and end their professional career in the same power plant or company. Some people have worked in power engineering for almost fifty years. The high qualifications of the engineering, technical, economic and legal personnel made it possible to adapt Polish power industry to EU requirements and directives. In 1995 the Polish power system was connected to the UCTE system.

The electricity market was created and a programme for the development of Polish electric power engineering was formulated based on the plan for the development of the Polish economy by 2030 and European directives (3×20), providing for:

- 20 % reduction in emissions
- 20 % share of renewable sources in the energy balance
- 20 % reduction in energy consumption.

Currently, it is impossible to mention at least one area of life which does not need electricity. The words of Majewski, an MP, quoted in this book in the description of how the act of 21 March 1922 was adopted, were prophetic. The 20th century was the age of electricity. However, it should be remembered that transmission of electricity becomes more and more expensive. Technical progress makes it possible to produce energy-efficient equipment and facilitates effective utilization of energy but we often waste it through unreasonable use. For many years our economy was among the most energy-consuming but recently positive changes have occurred in that respect. We used to consume twice as much electricity as other countries did in order to produce a national product worth one dollar. Economic transformations in Poland in the 1990s resulted, among other things, in: liquidation or reduction of energy-consuming industries and importing household appliances and industrial technologies that maintained global standards of energy efficiency. Currently, the Polish economy consumes about 10% more energy than the economies of other countries. There is a lot to be done in that respect in electric power engineering industry: grid losses during transmission and distribution considerably exceed grid ratios; the energy consumption for individual needs of power plants looks similar. It is important to ensure that electricity, as an exhaustible good, is used rationally.

Despite the partitions, World Wars I and II, German occupation and other adversities, Poland managed to build a powerful energy industry – thousands of kilometres of power lines, hundreds of thousands of transformer stations and substations, scores of modern power plants and CHP plants. The Polish electric power engineering industry meets EU requirements and world standards. A clear programme for the coming years has been designed. We have the necessary human resources, infrastructure and own energy resources. We know the role and tasks of this sector in the national economy and fulfil the expectations of society. We are satisfied with what we have done for the nation, putting the words of Staszic: *To be of service for the nation* into practice.



Elektrownia Jaworzno III – 2008 r. / The Jaworzno III Power Plant, 2008 (arch. Photofactory®)

KALENDARIUM ROZWOJU POLSKIEJ ELEKTROENERGETYKI W LATACH 1878-2016

- 1878 • Pierwsza lampa elektryczna łukowa zainstalowana w Hucie Królewskiej.
- 1879 • Instalacja oświetlenia w fabryce B. Hantkego w Warszawie.
- 1880 • Oświetlenie elektryczne fabryki włókienniczej w Zawierciu.
- 1884 • Pierwsze zastosowanie lampy elektrycznej do oświetlenia Warszawy.
- 1889 • Pierwsza elektrownia użyteczności publicznej na obecnych ziemiach polskich, w Szczecinie.
- 1891 • Uruchomienie elektrowni miejskiej we Wrocławiu.
- 1892 • Zakończenie budowy drugiej elektrowni w Szczecinie.
- 1893 • Oddanie do eksploatacji pierwszej elektrowni na ziemiach polskich pod zaborem austriackim, w Bielsku-Białej.
- 1894 • Uruchomienie elektrowni tramwajowej we Lwowie.
- 1895 • Uruchomienie elektrowni przemysłowej Dziekanka w Gnieźnie.
 - Uruchomienie elektrowni miejskich w Zielonej Górze i Elblągu.
- 1896 • Przekazanie elektrowni w Przemyślu i Bydgoszczy oraz trzeciej elektrowni w Szczecinie (Dąbie).
- 1897 • Uruchomienie elektrowni w Zabrze, Chorzowie, Jaśle i Sopot.
- 1898 • Uruchomienie elektrowni wodnych – Kamiennej i Strugi.
 - Ogłoszenie raportu Williama H. Lindleya Plan elektryfikacji Warszawy.
 - Przekazanie do eksploatacji elektrowni parowych w Gdańsku, Grudziądzu, Legnicy i Wałbrzychu.
- 1899 • Nowe elektrownie parowe w Brodnicy, Gorzowie, Słupsku, Tczewie i Toruniu.
- 1900 • Uruchomienie Elektrowni Wodnej Płoty na rzece Rega.
- 1901 • Elektrownie parowe użyteczności publicznej w Gnieźnie, Radomiu, Lwowie i Tarnopolu.
- 1903 • Uruchomienie tymczasowej elektrowni o mocy 200 kW na Powiślu w Warszawie.
 - Nowe elektrownie ciepłone w Borystawiu i Wilnie.
 - Produkcja pierwszych liczników energii elektrycznej.
- 1904 • Uruchomienie Elektrowni Wodnej Prusinowo na rzece Rega.
 - Uruchomienie Elektrowni Powiśle w Warszawie o mocy 1,66 MW.
 - Uruchomienie elektrowni miejskiej w Poznaniu.
- 1905 • Wydanie dzieła pt. *Kataster sił wodnych w Galicji, cz. I – Dunajec*.
 - Uruchomienie Elektrowni Wodnej Zielisko na Nysie Łużyckiej.
 - Elektrownie miejskie w Krakowie i Raciborzu.



Budynki elektrowni w Przemyślu uruchomionej w 1896 r. / Buildings of the power plant in Przemyśl commissioned in 1896 (arch. Photofactory®)

KEY DATES IN THE DEVELOPMENT OF POLISH ELECTRICAL POWER ENGINEERING IN THE YEARS 1878-2016

- 1878 • First electric arch lamp is installed in the Royal Iron Works.
- 1879 • Installation of electric lighting system in B. Hantke factory in Warsaw.
- 1880 • Electric lighting of the textile factory in Zawiercie.
- 1884 • First use of electric street lamps in Warsaw.
- 1889 • First public utility power plant in the territory of contemporary Poland (in Szczecin).
- 1891 • Launching a city power plant in Wrocław.
- 1892 • Completion of construction of the second power plant in Szczecin.
- 1893 • Commissioning of the first power plant in the territory of Poland under Austrian rule (in Bielsko-Biala).
- 1894 • Putting into operation a tram power plant in Lvov.
- 1895 • Putting into operation the Dziekanka industrial power plant in Gniezno.
 - Putting into operation city power plants in Zielona Góra and Elbląg.
- 1896 • Commissioning power plants in Przemyśl and in Bydgoszcz and a third power plant in Szczecin (Dąbie).
- 1897 • Putting into operation subsequent power plants in: Zabrze, Chorzów, Jasło and Sopot.
- 1898 • Putting into operation first hydroelectric power plants – Kamienna and Struga.
 - Publication of the report by William H. Lindley entitled "Warsaw Electrification Plan".
 - Commissioning steam power plants in Gdańsk, Grudziądz, Legnica and Wałbrzych.
- 1899 • New steam power plants in Brodnica, Gorzów, Słupsk, Tczew and Toruń.
- 1900 • Putting into operation hydroelectric power plants Płoty on the Rega.
- 1901 • Public utility steam power plants in Gniezno, Radom, Lvov and Tarnopol.
- 1903 • Putting into operation a provisional power plant in Powiśle district in Warsaw with the capacity of 200 kW.
 - New thermal power plants in Borislav and Vilnius.
 - Production of the first electric energy meters.
- 1904 • Putting into operation the Prusinowo Hydroelectric Power Plant on the Rega.
 - Putting into operation a power plant in Powiśle district in Warsaw with the capacity of 1.66 MW.
 - Putting into operation a city power plant in Poznań.
- 1905 • Publishing the work entitled *The Register of Water Power in Galicia, Part I – the Dunajec*.
 - Putting into operation the Zieliska Hydroelectric Power Plant.
 - Municipal power plants in Kraków and Racibórz.



Elektrownia we Lwowie – operator przy maszynie parowej / Power plant in Lvov – a steam engine operator (arch. Photofactory®)



Elektrownia miejska w Chojnicach – ok. 1910 r. / Municipal Power Plant in Chojnice – ca. 1910 (arch. Photofactory®)

- 1906 • Pojawienie się pierwszych ulicznych lamp (pastorałek) w Warszawie.
 - Uruchomienie elektrowni miejskiej w Wadowicach.
- 1907 • Powstanie Zakładów Elektrycznych Bracia Borkowsky Brabork w Warszawie.
 - 18 września – obciążenie po raz pierwszy turbozespołu nr 1 w Elektrowni Łódzkiej.
 - Uruchomienie Elektrowni Wodnej Dobrzyca na rzece Gwda, Elektrowni Wodnej Leśna wraz z zaporą kamienno-betonową o wysokości 45 m oraz Elektrowni Wodnej Olsztyn.
- 1908 • Powstanie Fabryki Aparatów Elektrycznych M. Drutowski i J. Imass w Łodzi, wytwarzającej aparaturę wysokiego napięcia.
 - 26 marca – wyjazd pierwszego tramwaju elektrycznego na ulice Warszawy, o godz. 9.45.
 - Budowa sieci 6 kV na terenie GOP-u.
 - Uruchomienie czterech hydroelektrowni: Czarnocińskie Piece i Stocki Młyn na rzece Wierzyca oraz Lidzbark na Łynie i Kuźnice na Raduni.
- 1909 • Nowe elektrownie miejskie w Cieszynie, Białymstoku, Kołobrzegu, Opolu i Zgierzu.
- 1910 • Uruchomienie sześciu elektrowni wodnych: Rutki i Straszyn na Raduni, Małomice na Bobrze, Bukówka na Nysie Łużyckiej, Bledzew na Obrze i Owidz na Wierzyca.
 - Uruchomienie elektrowni w Tarnowie.
- 1911 • Uruchomienie elektrowni wodnych: Sobolice na Nysie Łużyckiej i Bobrowice II na Radwi.
 - Uruchomienie elektrowni parowych w Rzeszowie i Czechnicy koło Wrocławia.
- 1912 • Uruchomienie elektrowni wodnych: Pilchowice I na rzece Grabowa i Kolincz na Wierzyca.
 - Oddanie do eksploatacji elektrowni ciepłych w Otwocku, Nowym Sączu i Sierszy.
- 1913 • Uruchomienie czterech elektrowni wodnych: Gałąźnia Mała i Zasięki na Nysie Łużyckiej, Niedalino na Łynie oraz Nowy Żytnik na Walszy.
- 1914 • Uruchomienie elektrowni wodnych: Pieniężno na Walszy i Łyna na Łynie.
 - Wydanie mapy elektryfikacji ziem polskich.
 - Uruchomienie elektrowni ciepłej we Włocławku.

- 1906 • First street lamps (crossiers) in Warsaw.
 - Municipal power plant in Wadowice.
- 1907 • Incorporation of the Borkowski Brothers' Brabork Electrical Company in Warsaw.
 - Turbine set No. 1 in the Łódź Power Plant takes the first operational load on 18 September.
 - Putting into operation the Dobrzyca Hydroelectric Power Plant on the Gwda and the Leśna Hydroelectric Power Plant with a 45 m tall stone and concrete dam as well as the Olsztyn Hydroelectric Power Plant.
- 1908 • Incorporation of Drutowski and Imass Electric Apparatus Works Co. in Łódź. The factory produced high voltage equipment.
 - First electric tram appears in the streets of Warsaw on 26 March.
 - 6 kV grid is built in the Upper Silesia Industrial Region.
 - Putting into operation four hydroelectric power plants: Czarnocińskie Piece and Stocki Młyn on the Wierzyca and Lidzbark on the Łyna and Kuźnice on the Radunia.
- 1909 • New municipal power plants in Cieszyn, Białystok, Kołobrzeg, Opole and Zgierz.
- 1910 • Putting into operation six hydroelectric power plants: Rutki and Straszyn on the Radunia, Małomice on the Bóbr, Bukówka on the Nysa Łużycka, Bledzew on the Obrza and Owidz on the Wierzyca; Putting into operation a power plant in Tarnów.
- 1911 • Putting into operation the Sobolice Hydroelectric Power Plant on the Nysa Łużycka and Bobrowice II on the Radaw; Putting into operation steam power plants in Rzeszów and Czechnica near Wrocław.
- 1912 • Putting into operation hydroelectric power plants: Pilchowice I on the Grabowa and Kolincz on the Wierzyca; Commissioning CHP plants in Otwock, Nowy Sącz and Siersza.
- 1913 • Putting into operation four hydroelectric power plants: Gałąźnia Mała and Zasięki on the Nysa Łużycka, Niedalino on the Łyna and Nowy Żytnik on the Walsza.
- 1914 • Putting into operation hydroelectric power plants Pieniężno on the Walsza and Łyna on the Łyna; Publication of a map of electrification of Poland; Putting into operation a thermal power plant in Włocławek.

- 1915 • Uruchomienie Elektrowni Wodnej Łabicz na Nysie Kłodzkiej.
- 1916 • Uruchomienie Elektrowni Wodnej Pierzchały na Pasłęce.
 - Uruchomienie elektrowni ciepłej w Będzinie.
- 1917 • Uruchomienie elektrowni wodnych: Borowo na Drawie i Kuźnice w Zakopanem.
 - Nowe elektrownie ciepłe: Łaziska i Pruszków.
- 1918 • Uruchomienie Elektrowni Wodnej Lubachów na Bystrzycy.
 - Zawiązanie spółki akcyjnej Siła i Światło z misją rozwijania działalności gospodarczej w dziedzinie elektryfikacji kraju.
- 1919 • Rozpoczęcie sprzedaży udziałów w spółce akcyjnej Siła i Światło w Warszawie.
 - Powołanie Urzędu Elektryfikacyjnego przy Ministerstwie Przemysłu i Handlu.
 - Powołanie do życia Stowarzyszenia Elektryków Polskich (SEP).
- 1920 • Rozpoczęcie prac ziemnych przy budowie Elektrowni Wodnej Gródek pod kierownictwem A. Hoffmanna.
 - Sprzedaż akcji Elektrowni Okręgowej w Pruszkowie.
 - Układanie kabli elektrycznych w Warszawie.
 - Pierwsze linie wysokiego napięcia w Będzinie.
 - Powołanie samodzielnego Wydziału Elektrycznego przy Ministerstwie Robót Publicznych w miejsce Urzędu Elektryfikacyjnego.
- 1921 • Uruchomienie elektrowni wodnych: Pruszcz na Raduni i Trzebiatów na Redzie.
 - Nowa technika prac eksploatacyjnych na liniach napowietrznych.
 - Wydanie przez Ministerstwo Robót Publicznych pierwszego tomu dzieła *Elektryfikacja Polski* pt. *Małopolska*, pod redakcją Kazimierza Siwickiego.
- 1922 • Betonowanie zapory Elektrowni Gródek.
 - Uchwalenie ustawy elektrycznej w dniu 21 marca, opublikowanie ustawy 16 maja w Dz.U. RP Nr 34 poz. 277.
 - Uruchomienie siedmiu elektrowni wodnych: Drzeżewo na Łupawie, Grajówka na Bobrze, Gucisz na Myśli, Likowo na Redzie, Rosnowo na Radwi, Skarszów na Szkotewce i Szklarska Poręba II na Kamiennej.
- 1923 • Wydanie drugiego tomu dzieła *Elektryfikacja Polski* pt. *Wielkopolska i Pomorze*, pod redakcją Kazimierza Siwickiego.
 - Opracowanie mapy elektrowni w województwach centralnych i wschodnich.
 - Opracowanie mapy elektryfikacji Pomorza przez inżyniera Alfonsa Hoffmanna.
 - Sprzedaż akcji spółki Pomorska Elektrownia Krajowa Gródek S.A.
 - Sprzedaż akcji spółki akcyjnej Elektrownia Okręgowa na Sanie Elektrosan.
 - Uruchomienie pierwszej turbiny Kaplana na ziemiach polskich w Elektrowni Bledzew.
 - 24 kwietnia – uruchomienie Elektrowni Gródek przez prezydenta RP Stanisława Wojciechowskiego.
 - Oddanie do eksploatacji dziewięciu dalszych hydroelektrowni na ziemiach zachodnich: Brzeg, Janowice i Kopin na Odrze, Żagań I i Żagań II na Bobrze, Nysa i Bystrzyca na Nysie Kłodzkiej, Strzegomino na Słupi, Marszowice na Bystrzycy.

- 1915 • Putting into operation the Łabicz Hydroelectric Power Plant on the Nysa Kłodzka.
- 1916 • Putting into operation the Pierzchały Hydroelectric Power Plant on the Pasłęka; Thermal power plant in Będzin.
- 1917 • Putting into operation hydroelectric power plants Borowo on the Drawa and Kuźnice in Zakopane; New thermal power plants in Łaziska and Pruszków.
- 1918 • Putting into operation the Lubachów Hydroelectric Power Plant on the Bystrzyca; Incorporation of a joint stock company Siła i Światło with the objective to develop business activity in the scope of electrification of Poland.
- 1919 • Commencement of sale of shares in the joint stock company Siła i Światło in Warsaw; Establishment of the Electrification Office attached to the Ministry of Industry and Commerce; Association of Polish Electrical Engineers (Polish abbreviation: SEP) is brought into being.
- 1920 • Commencement of earthworks at the construction site of the Hydroelectric Power Plant in Gródek supervised by A. Hoffmann.
 - Commencement of earthworks in the Gródek Hydroelectric Power Plant construction site; Sale of shares of the Regional Power Plant in Pruszków; Electric cables are laid in Warsaw; First high voltage lines in Będzin; Creation of an independent Electrical Department at the Ministry of Public Works in place of the Electrification Office.
- 1921 • Putting into operation hydroelectric power plants Pruszcz on the Radunia and Trzebiatów on the Reda.
 - New exploitation works technology on the overhead lines.
 - Ministry of Public Works publishes the first volume of the *Electrification of Poland* entitled *Lesser Poland* edited by Kazimierz Siwicki.
- 1922 • Placing the concrete on the dam at the Gródek Power Plant.
 - Electricity Act is passed on 21 March, published on 16 May in the Journal of Laws of the Republic of Poland No. 34 item 277.
 - Putting into operation seven hydroelectric power plants: Drzeżewo on the Łupawa, Grajówka on the Bóbr, Gucisz on the Myśla, Likowo on the Reda, Rosnowo on the Radew, Skarszów on the Szkotewka and Szklarska Poręba II on the Kamienna.
- 1923 • Engineer A. Hoffmann develops an electrification map for Pomerania
 - Publication of the second volume of the work entitled *Electrification of Poland – Greater Poland and Pomerania* edited by Kazimierz Siwicki.
 - Drawing up a map of power plants in central and eastern voivodeships.
 - Drawing up a map of electrification of Pomerania, national 60 kV grid.
 - Sale of shares of Pomorska Elektrownia Krajowa Gródek SA.
 - Sale of shares of the Elektrosan Regional Power Plant on the San.
 - Putting into operation the first Kaplan turbine in Poland in the Bledzew Power Plant.
 - President of the Republic of Poland, Stanisław Wojciechowski, commissions the Gródek Power Plant on 24 April.
 - Nine subsequent hydroelectric power plants are commissioned in Western Poland: Brzeg, Janowice and Kopin on the Oder, Żagań I and Żagań II on the Bóbr, Nysa and Bystrzyca on the Nysa Kłodzka, Strzegomino on the Słupia, and Marszowice on the Bystrzyca.



Unikatowa stacja transformatorowa w Przemysłu oddana do użytku w 1926 r. / A unique transformer station in Przemysł commissioned in 1926 (arch. Photofactory®)

- 1924 • Organizacja licznych pokazów sprzętów elektrycznych w salonach wraz z kursami przygotowywania potraw, przez A. Hoffmanna, jako propagatora grzejnictwa elektrycznego i stosowania energii elektrycznej w gospodarstwie domowym.
- Budowa linii 60 kV Gródek-Grudziądz, pierwsze połączenie elektryczne odbiorców i elektrowni po obu stronach Wisły.
- Uruchomienie sześciu hydroelektrowni: Gorzupia i Wrzeszczyn na Bobrze, Złotniki na Kwisie, Wrocław I na Odrze, Braniewo na Pasłęce i Rejowice na Redzie.
- 1925 • Wydanie trzeciego tomu dzieła *Elektryfikacja Polski* pt. *Województwa centralne i wschodnie*, pod redakcją Kazimierza Siwickiego.
- Opublikowanie mapy produkcji energii elektrycznej w województwach centralnych i wschodnich.
- Uruchomienie czterech elektrowni wodnych: Bielkowo na Raduni, Bobrowice I na Bobrze, Krzynia na Słupi, Wrocław II na Odrze.
- Pierwsza stacja wieżowa w Będzinie.
- Powstanie pierwszych programów elektryfikacyjnych na lata 1925-1931.
- Wydanie przez Ministerstwo Robót Publicznych raportu pt. *Statystyka Zakładów Elektrycznych w Polsce*.
- 1927 • Uruchomienie elektrowni wodnych: Bobrowice III i Pilchowice II na Bobrze, Łapino na Raduni, Gubin na Nysie Łużyckiej i Nysa na Nysie Kłodzkiej.
- Wydanie mapy rozmieszczenia wodnych źródeł energii na terenie RP.
- 1928 • Wydanie czwartego tomu dzieła *Elektryfikacja Polski* pt. *Zagłębie*, pod redakcją Kazimierza Siwickiego.
- Pierwszy miejski kiosk transformatorowy w Będzinie.
- Uruchomienie elektrowni wodnych: Brzeg na Odrze i Ołownik na Węgorapie.
- Nowa technologia montażu linii napowietrznej i kablowej 30 kV.
- 1929 • Uruchomienie Elektrowni Wodnej Żur – największej polskiej elektrowni wodnej w okresie międzywojennym o mocy 8 MW, dzięki wysiłkom A. Hoffmanna.
- Rozbudowa Elektrowni Łódź I o turbozespół X i chłodnię XIII.
- Opracowanie projektu elektryfikacji Polski.
- 1930 • Oddanie do eksploatacji Elektrowni Wodnej Jastrowie na Gwdzie.
- Pierwsza rozdzielnia napowietrzna 60 kV przy Elektrowni Żur.
- Otwarcie sklepu z artykułami elektrycznymi przy Elektrowni Łódzkiej.
- Oświetlenie elektryczne pomnika Kościuszki i ul. Pabianickiej w Łodzi.
- Uruchomienie pierwszego kompensatora 3 MVA na stacji przy ul. Wschowskiej w Warszawie.



Jablonna – podstacja słupowa / Jablonna – pole substation
(arch. Photofactory®)

- 1924 • A. Hoffmann as a promoter of electric heating and use of electricity for household purposes organizes numerous shows of electrical appliances combined with cooking courses; A series of courses promoting the use of electricity in cooking; Promoting shops attached to power plants where household appliances are offered; Construction of the 60 kV Gródek-Grudziądz line, first electric connection of customers and a power plant on both banks of the Vistula; Putting into operation six hydroelectric power plants: Gorzupia and Wrzeszczyn on the Bóbr, Złotniki on the Kwisa, Wrocław I on the Oder, Braniewo on the Pasłęka and Rejowice on the Reda.
- 1925 • Publication of the third volume of *Electrification of Poland – Central and Eastern Voivodeships* edited by Kazimierz Siwicki; Publication of a map showing production of electric energy in central and eastern voivodeships.
- Putting into operation four hydroelectric power plants: Bielkowo on the Radunia, Bobrowice I on the Bóbr, Krzynia on the Słupia, and Wrocław II on the Oder.
- First tower station in Będzin.
- First electrification programmes covering the years 1925-1931 are developed.
- Ministry of Public Works publishes the report entitled, *Statistics of Power Companies in Poland*.
- 1927 • Putting into operation five hydroelectric power plants: Bobrowice III and Pilchowice II on the Bóbr, Łapino on the Radunia, Gubin on the Nysa Łużycka and Nysa on the Nysa Kłodzka; Publication of the map depicting the location of water energy sources in the Republic of Poland.
- 1928 • Ministry of Public Works publishes the fourth volume of the *Electrification of Poland* entitled *Zagłębie* edited by Kazimierz Siwicki; First municipal cubicle transformer station in Będzin; Putting into operation hydroelectric power plants – Brzeg on the Oder and Ołownik on the Węgorap; New technology of 30 kV overhead and cable line installation.
- 1929 • Launching of the Hydroelectric Power Plant Żur – the largest hydroelectric power plant (8 MW) in Poland in the interwar period, thanks to A. Hoffmann.
- Putting into operation the Żur Hydroelectric Power Plant with 8 MW of power – the largest Polish hydroelectric power plant built in the interwar period and the Podgaje Hydroelectric Power Plant on the Gwda.
- Expansion of Łódź I Power Plant by adding turbine set X and cooler XIII.
- Developing the project of electrification of Poland.
- 1930 • Commissioning of the Jastrowie Hydroelectric Power Plant on the Gwda.
- First 60 kV overhead substation attached to the Żur Power Plant.
- Opening a shop with electrical appliances at the Łódź Power Plant.
- Electric illumination of the Kościuszko monument and lighting of Pabianicka Street in Łódź.

- Otwarcie poradni elektrycznej w Krakowie.
- Opublikowanie planu sieci wysokiego napięcia Elektrowni Okręgu Warszawskiego, teren koncesji wolskiej.
- Wprowadzenie technologii budowy linii 60 kV o żerdziach drewnianych na terenie Bydgoszczy.
- 1931 • Sprzedaż akcji spółki akcyjnej Pomorska Elektrownia Krajowa Gródek.
- 1932 • Nowa siedziba Polskich Zakładów Elektrotechnicznych ERA we Włochach pod Warszawą; wytwarzanie maszyn i przyrządów elektrycznych prądu stałego, systemów dla celów komunikacji kolejowej, lotnictwa i radiotelegrafii.
- Uruchomienie elektrowni wodnych: Otmuchów na Nysie Kłodzkiej, Ptusza na Gwdzie, Kraszewice na Bobrze i Łebień na Łupawie.
- Ogłoszenie gotowości Polskich Zakładów Siemens S.A. Warszawa do wykonywania instalacji siły, światła, reklam i sygnalizacji dla spółdzielni, gmachów rządowych i prywatnych, sklepów, biur, kin, teatrów, restauracji etc.
- Polecanie przez Fabrykę Aparatów Elektrycznych S. Kleiman i Synowie z Warszawy pierwszych w Polsce wyłączników olejowych o mocy 400 MVA, produkowanych na licencji Voigt & Haeffner.
- Ogłoszenie przez Fabrykę Aparatów Elektrycznych K. Szpotański i S-ka S.A. w Warszawie informacji o wytwarzaniu i posiadaniu na składzie: liczników, bezpieczników, rzynek przyłączowych, urządzeń rozdzielczych, aparatów wysokiego napięcia do 35 kV, wyłączników olejowych do 35 kV dla mocy odłączalnych do 200 MVA.
- Sprzedaż grzejników elektrycznych Brabork przez firmę Bracia Borkowscy z Warszawy.
- Sprzedaż tablic licznikowych z materiału izolacyjnego oraz ograniczników prądu systemu Bergmann przez firmę Makowski i Zauder z Łodzi.
- Przekazanie Wydziału Elektrycznego do Ministerstwa Przemysłu i Handlu.
- 1933 • Budowa Elektrowni Białystok II.
- Pierwszy pokaz prac pod napięciem na linii 60 kV na obszarze działania spółki Gródek.
- Budowa linii 30 kV Otwock-Falenica.
- Uruchomienie Elektrowni Wodnej Otmuchów przy zaporze na Jeziorze Otmuchowskim.
- 1934 • Opublikowanie mapy uprawnień rządowych wydanych na mocy ustawy z 1922 r.



Maksymilian Chudecki na stanowisku pracy w Fabryce Grzejników w Gródku.
Maksymilian Chudecki at the workstation at Gródek Heater Factory. (arch. Photofactory®)

- Putting into operation the first 3 MVA compensator at the station in Wschowska Street in Warsaw; Opening an electric counselling centre in Kraków; Publication of a high voltage grid plan of the Warsaw District Power Plant, the area covered by Wola licence; Introducing 60 kV line construction technology with wooden poles in Bydgoszcz.
- 1931 • Sale of newly issued shares of a joint stock company Pomorska Elektrownia Krajowa Gródek.
- 1932 • New headquarters of Polskie Zakłady Elektrotechniczne ERA (Polish Electrical Engineering Company ERA) in Włochy near Warsaw. The factory produces direct current electric machines and instruments, and systems for railway communications, aviation and radio telegraphy; Putting into operation hydroelectric power plants: Otmuchów on the Nysa Kłodzka; Ptusza on the Gwda, Kraszewice on the Bóbr and Łebień on the Łupawa; Polskie Zakłady Siemens SA Warszawa (Polish Siemens Works JSC Warsaw) announces its readiness to perform installation of a three-phase power supply, lighting, signage and signalling for co-op societies, government and private buildings, shops, offices, cinemas, dance clubs, theatres, restaurants, etc.
- Fabryka Aparatów Elektrycznych S. Kleiman i S-owie (S. Kleiman & Sons Electric Engines Factory) in Warsaw for the first time in Poland recommends oil circuit-breakers with the disconnecting capacity of 400 MVA, produced under a licence from Voigt & Haeffner.
- Electrical Engines Factory K. Szpotański & Co. PLC, Warsaw, announces the production of and includes the following into their offer: meters, cut-outs, junction boxes, switchgear, high voltage apparatus up to 35 kV, oil circuit-breakers up to 35 kV with a disconnecting capacity up to 200 MVA.
- The Borkowski Brothers of Warsaw offers Brabork electric heaters for sale.
- The Makowski and Zauder of Łódź sells meter panels made from insulation materials and Bergmann system current limiters.
- The Electrical Department is transferred to the Ministry of Industry and Commerce.
- 1933 • Construction of the Białystok II Power Plant.
- First demonstration of works performed on a live 60 kV line within the operating area of Gródek Company.
- Construction of a 30 kV power line Otwock-Falenica.
- Putting into operation the Otmuchów Hydroelectric Power Plant on Lake Otmuchowskie.
- 1934 • Publication of a map of government licences issued under the Act of 1922.
- Commissioning three hydroelectric power plants: Szklarska Poręba on the Kamienna, Rakowiec on the Nogat and Juszkowo on the Radunia.
- New customer service hall at the Łódź Power Plant.



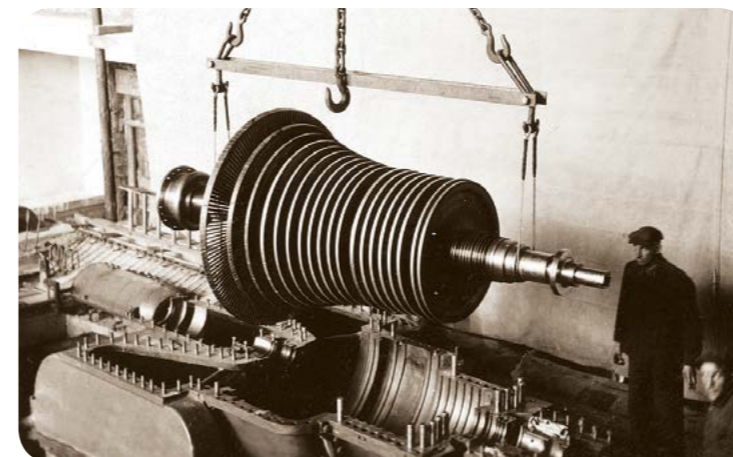
Biura konstrukcyjno-rozwojowe fabryki Szpotańskiego
Design and development offices at the Szpotański factory (arch. Photofactory®)



Montaż przekładników wysokiego napięcia w fabryce Szpotańskiego / Assembly of high voltage current transformers at the Szpotański factory (arch. Photofactory®)

- Przekazanie do eksploatacji trzech hydroelektrowni: Szklarska Poręba na Kamiennej, Rakowiec na Nogacie i Juszkowo na Raduni.
- Nowa hala obsługi klientów Elektrowni Łódzkiej.
- 1935 • Opracowanie przez Oskara Olivena (Francja) projektu sieci paneuropejskiej 400 kV od Portugalii do Turcji i Ukrainy.
- Opracowanie przez Viela (Niemcy) planu budowy sieci paneuropejskiej na napięciu 400 kV od Portugalii do Rosji i na Bałkany.
- Uruchomienie sześciu elektrowni wodnych: Radoszec Stary i Włodzice na Bobrze, Smołdzino na Łupawie, Wadąg na Wadągu, Opolnica na Nysie Kłodzkiej i Międzyzlesie na Myśli.
- Opracowanie projektu linii przesyłowej 150 kV Mościce-Starachowice.
- 1936 • Opracowanie mapy podziału Polski na okręgi elektryfikacyjne i projektu przyszłej sieci najwyższych napięć.
- Uruchomienie elektrowni szczytowo-pompowej o mocy 79,5 MW w Dychowie na rzece Bóbr oraz czterech elektrowni wodnych: Brąswald na Łynie, Biesowice na Wieprzy, Rościno na Parsęcie i Koszyce na Gwdzie.
- Wydanie przez Związek Elektrowni Polskich Warszawa poradnika dla budujących pt. *Urządzenia elektryczne w domu*.
- Wydanie przez SEP dzieła inż. A.J. Morawskiego pt. *Sieci elektryczne i współpraca elektrowni* – pierwszego w Polsce podręcznika traktującego o systemie elektroenergetycznym.
- Wprowadzenie konstrukcji słupów żelbetowych dla linii 35 kV.
- Oddanie do eksploatacji pierwszej na świecie elektrowni wodnej wyposażonej w turbiny rurowe Kaplana w Elektrowni Wodnej Rościno na Parsęcie.
- 1937 • Wydanie przez PEK Gródek okólnika nr 1 do mieszkańców miejscowości nadmorskich w sprawie elektryfikacji wybrzeża morskiego, który zawierał program i cel elektryfikacji.
- Nowy podział Polski na okręgi elektryfikacyjne.
- Opracowanie planów elektryfikacji okręgu warszawskiego.
- Opracowanie planu elektryfikacji województwa lubelskiego.
- Ogłoszenie taryfy uniwersalnej dla odbiorców energii na niskim napięciu z Pomorskiej Elektrowni Krajowej Gródek S.A.

- 1935 • Oliven (France) designs a pan-European 400 kV power grid from Portugal to Turkey and Ukraine.
- Viel (Germany) develops an alternative plan for the construction of a pan-European 400 kV power grid from Portugal to Russia and the Balkans.
- Putting into operation six hydroelectric power plants: Radoszec Stary and Włodzice on the Bóbr, Smołdzino on the Łupawa, Wadąg on the Wadąg, Opolnica on the Nysa Kłodzka and Międzyzlesie on the Myśla.
- Developing a project of a 150 kV transmission line between Mościce and Starachowice.
- 1936 • Developing a map of Poland divided into electrification districts and a plan of a future ultra high voltage grid.
- Putting into operation a pumped storage power plant with a capacity of 79.5 MW in Dychów on the Bóbr and four hydroelectric power plants: Brąswald on the Łyna, Biesowice on the Wieprza, Rościno on the Parsęta and Koszyce on the Gwda.
- Publication of the Builder's Handbook – *Electrical Appliances for Households* by the Polish Association of Power Plants in Warsaw.
- The Association of Polish Electrical Engineers publishes a work by eng. A. J. Morawski entitled *Electric Grids and Power Plant Cooperation* – the first Polish manual on electric power systems.
- Introducing reinforced concrete poles for 35 kV lines.
- Commissioning the world's first hydroelectric power plant equipped with tubular Kaplan's turbines at the Rościno Hydroelectric Power Plant on the Parsęta.
- 1937 • The Pomerania National Power Plant in Gródek publishes Circular Letter No. 1 addressed to the residents of seaside resorts and related to electrification of the coast, containing the plan and specifying the purpose of electrification.
- New division of Poland into electrification districts.
- Developing plans of electrification of the Warsaw district.
- Developing plans of electrification of Lublin voivodeship.
- A universal tariff is announced for the customers of Pomorska Elektrownia Krajowa Gródek SA buying low voltage energy.



Montaż turbiny w Elektrowni Parowej w Gdyni / Installation of a turbine at the Steam Power Station in Gdynia (arch. Photofactory®)

- Uruchomienie elektrowni wodnych Przędziszyn na Raduni i Turawa na zaporze Jeziora Turawskiego.
- 1938 • Rozwój produkcji artykułów gospodarstwa domowego w Fabryce Grzejników Gródek budowanej przez A. Hoffmanna.
- Nowa linia 60 kV Otwock-Warszawa Praga.
- Wprowadzenie typowych rozwiązań stacji transformatorowej SN/NN.
- Nowe elektrownie: Gdynia Chylonia i Stalowa Wola.
- Ocena stanu elektryfikacji Wolnego Miasta Gdańska.
- Nowe rozwiązania w produkcji kuchni elektrycznych firmy Gródek i firmy Bracia Borkowscy (Brabork).
- Uruchomienie produkcji kotłów wodnorurkowych o sekcjach wężykowatych w fabryce W. Fitzner i K. Gamper, Sosnowiec, Dąbrowa Górnicza.
- Nadanie Zakładowi Elektrycznemu Okręgu Podstołecznego ZEOP Sp. z o.o. uprawnień rządowego nr 351 na przetwarzanie, przesyłanie i rozdzielanie energii elektrycznej w czterech powiatach województwa warszawskiego oraz w sześciu gminach powiatu garwolińskiego w województwie lubelskim.
- Nadanie patentu nr 26859 firmie PEK Gródek w Toruniu, według opisu patentowego.
- Wydanie 50. numeru *Ogólnego katalogu elektrotechnicznego* fabryki Bracia Borkowscy Brabork.
- Opublikowanie mapy elektryfikacji wsi na obszarze kraju.
- 1939 • Prezentacja transformatora pobierczego 600 kV na wystawie elektromechanicznej w Katowicach przez FAE Szpotański i S-ka S.A.
- Sprzedaż akcji Śląskich Zakładów Elektrycznych Sp. z o.o. w Katowicach; jedna akcja na okaziciela ma wartość 1000 zł.
- Rozwój firmy Rohn-Zieliński BBC produkującej: silniki trójfazowe, prądnice, transformatory, aparaturę elektryczną, pompy.
- Prezentacja na wystawie przemysłu metalowego i elektrotechniki w Warszawie wyłącznika małoolejowego 150 kV (pierwszy tego typu zespół wykonany w Polsce) oraz innych aparatów wyposażenia stacji transformatorowo-rozdziałczych przez FAE K. Szpotański i S-ka S.A.



Badanie kuchenek elektrycznych w Fabryce Grzejników Gródek kierowanej przez A. Hoffmanna / Testing electric stoves at the Gródek Heaters Factory (arch. Photofactory®)

- Putting into operation the Przędziszyn Hydroelectric Power Plant on the Radunia and the Turawa Hydroelectric Power Plant on the dam of Lake Turawskie.
- 1938 • Developing production of household appliances in the Heaters Factory in Gródek between 1931 and 1938.
- Development of the production of household appliances in the Gródek Heaters Factory built by A. Hoffmann.
- A new 60 kV power line Otwock-Warsaw Praga.
- Introducing typical solutions for MV/LV transformer stations.
- New power plants in Gdynia Chylonia and Stalowa Wola.
- Evaluation of the status of electrification in the Free City of Danzig.
- New solutions for the production of electric stoves from Gródek and the Borkowski Brothers (Brabork).
- Launching the production of water-tube boilers with serpentine tubes at W. Fitzner and K. Gamper factory, Sosnowiec, Dąbrowa Górnicza.
- Government License No. 351 is conferred to Zakład Elektryczny Okręgu Podstołecznego ZEOP Spółka z o.o. The licence covers processing, transmission and distribution of electricity in four poviats of Warsaw voivodeship and in six gminas within the poviat of Garwolin in Lublin voivodeship.
- PEK Gródek company in Toruń is granted Patent Licence No. 26859 according to a patent description.
- Publication of the 50th issue of the *General Electrical Engineering Catalogue* of the Borkowski Brothers' Brabork factory.
- Publication of a map of electrification of rural areas in Poland.
- 1939 • Kazimierz Szpotański i S-ka SA exhibits a 600 kV test transformer at the electromechanical exhibition in Katowice.
- Sale of shares of Śląskie Zakłady Elektryczne Sp. z o.o. (Silesian Electric Works Ltd.) in Katowice; one bearer share is worth 1,000 zlotys.
- Development of Rohn-Zieliński BBC company producing three-phase engines, current generators, transformers, electric equipment, and pumps.
- FAE K. Szpotański i S-ka SA presents a 150 kV low-oil circuit-breaker at the Metal Industry and Electrical Engineering exhibition in Warsaw (first such unit made in Poland) and other transformer and switching station equipment.
- Construction of the Stalowa Wola Power Plant is completed.



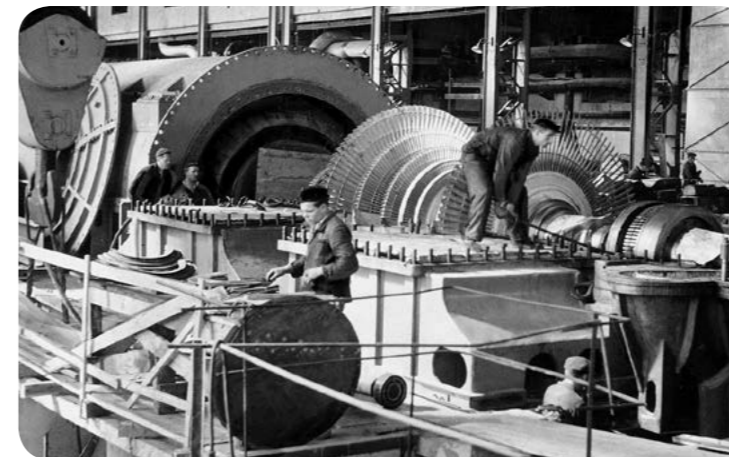
Elektrownia Wodna Dychów / Elektrownia wodna Dychów / The Dychów hydroelectric power plant (arch. Photofactory®)



Budowa zapory w Pilchowicach – 1907–1912 r. / Construction of the dam in Pilchowice – 1907–1912 (arch. Photofactory®)

- Zakończenie budowy Elektrowni Stalowa Wola.
- 1940 • Uruchomienie Elektrowni Wodnej Przysieka na Nysie Łużyckiej.
- 1941 • Przekazanie do eksploatacji pierwszego turbozespołu w Elektrowni Wodnej Rożnów.
 - 14 sierpnia – śmierć męczeńska św. Maksymiliana Kolbego.
- 1943 • Zakończenie wojennego etapu budowy Elektrowni Wodnej Rożnów.
 - Restytucja oświetlenia elektrycznego Warszawy po uruchomieniu Elektrowni Powiśle.
 - Utworzenie Państwowego Instytutu Wysokonapięciowego w Warszawie.
- 1945 • Ocena stanu Elektrowni Powiśle po powstaniu warszawskim.
 - Opracowanie planów rozbudowy elektrowni i sieci NN na terenie RP w latach 1946–1948; Ocena stopnia zelektryfikowania polskich wsi w 1945 r.; Planowanie nakładów na odbudowę i rozbudowę energetyki według okręgów energetycznych.
 - Zakończenie I etapu odbudowy Elektrowni Pruszków oraz Elektrowni Powiśle po dewastacji wojennej.
- 1946 • Ponowne uruchomienie – po wojennej dewastacji – wszystkich turbozespołów w Elektrowni Wodnej Rożnów.
- 1948 • Wydanie mapy *Stopień zelektryfikowania wsi w Polsce*.
 - Nowy podział kraju na okręgi energetyczne.
- 1950 • Opracowanie konstrukcji typowej stacji słupowej SN/NN.
 - Uruchomienie szeregu stacji transformatorowych 110/30 kV i 110/15 kV w wykonaniu napowietrznym i częściowo wewnątrzowym.
- 1951 • Uruchomienie odbudowanych ze zniszczeń wojennych: Elektrowni Wodnej Dychów na Bobrze oraz Elektrowni Wodnej Czchów na Dunajcu i Smukała na Brdzie.
 - Restrukturyzacja Państwowego Instytutu Wysokonapięciowego i powołanie Instytutu Elektrotechniki w Międzyzlesiu koło Warszawy.
- 1952 • Uruchomienie Elektrowni Wodnej Gorzupia na Bobrze.
- 1953 • Oddanie do eksploatacji Elektrowni Wodnej Porąbka (12,6 MW), przy zaporze wybudowanej przed wojną; Powołanie Instytutu Energetyki w Warszawie.

- 1940 • Putting into operation the Przysieka Hydroelectric Power Plant on the Nysa Łużycka.
 - St. Maximilian Kolbe is killed on 14 August as a martyr.
- 1941 • Commissioning the first turbine set at the Rożnów Hydroelectric Power Plant.
- 1943 • Completion of the war-time construction of the Rożnów Hydroelectric Power Plant; Restoring electric lighting in Warsaw after putting the Powiśle Power Plant into operation; Establishment of the National High-Voltage Institute in Warsaw.
- 1945 • Evaluation of the state of the Powiśle Power Plant after the Warsaw Uprising; Formulation of the power plants and LV network development plans in territory of the Polish Republic between 1946 and 1948; Evaluation of the status of Polish countryside electrification in 1945; Planned expenditures for reconstruction and expansion of the power engineering industry as per power districts; Completion of the 1st phase of the Pruszków Power Plant reconstruction; Completion of the 1st phase of the Powiśle Power Plant reconstruction following war devastation.
- 1946 • Re-launching – after war devastation – all turbine sets at the Rożnów Hydroelectric Power Plant.
- 1948 • Publication of the map *Electrification in Rural Areas in Poland in 1948*.
 - New division of the country into power districts.
 - Start-up of Bydgoszcz Jasiniec station with the 60 kV substation.
- 1950 • Preparing the design for a typical MV/LV pole station.
 - Putting into operation a number of 110/30 kV and 110/15 kV transformer stations in outdoor and partially indoor locations.
- 1951 • Putting into operation the Dychów Hydroelectric Power Plant on the Bóbr reconstructed after the war, the Czchów Hydroelectric Power Plant on the Dunajec and the Smukała Hydroelectric Power Plant on the Brda.
 - Restructuring the State High-Voltage Institute and establishing the Electrotechnical Institute in Międzyzlesie near Warsaw.
- 1952 • Putting into operation the Gorzupia Hydroelectric Power Plant on the Bóbr.
- 1953 • Putting into operation the Porąbka Hydroelectric Power Plant (12.6 MW) on the dam constructed before the war.
 - The Power Engineering Institute is established in Warsaw.



Elektrownia Skawina – montaż turbiny – 1960 r. / The Skawina Power Plant – installation of a turbine – 1960 (arch. Photofactory®)



Budowa Elektrowni Turów – 1966 r. / The construction of the Turów Power Plant – 1966 (arch. Photofactory®)

- 1954 • Uruchomienie drugiego turbozespołu w Elektrowni Wodnej Czchów.
 - Uruchomienie stacji 220/110 kV Rożki i linii 220 kV Rożki-Mory.
 - Uruchomienie Elektrociepłowni Żerań w Warszawie.
- 1955 • Uruchomienie Elektrowni Wodnej Przewóz na Wiśle.
- 1956 • Wybudowanie nowej, dwunastopolowej rozdzielni 110 kV w stacji Warszawa Zachodnia.
 - Uruchomienie Elektrowni Wodnej Olszna na Bobrze.
- 1958 • Uruchomienie Elektrowni Wodnej Wały (9,7 MW) przy nowym stopniu żegludowym na Odrze w Brzegu Dolnym.
 - Uruchomienie Elektrociepłowni Łódź II oraz zakończenie I etapu budowy Elektrowni Konin (165 MW).
- 1959 • Uruchomienie w Elektrowni Blachownia dwóch bloków o mocy 70 MW każdy.
- 1960 • Uruchomienie Elektrowni Wodnej Koronowo (26 MW).
 - Przekazanie do eksploatacji (przejściowo na napięciu 220 kV) pierwszej polskiej linii przesyłowej 400 kV Mikułowa-Joachimów, zbudowanej przez Elbud według projektu autorstwa firmy Energoprojekt Kraków.
 - Uruchomienie w Elektrowni Blachownia dwóch bloków o mocy 2 x 70 MW.
 - Uruchomienie pierwszej turbiny Kapłana polskiej produkcji w Elektrowni Wodnej Kuźnica na Raduni.
 - Uruchomienie w Elektrowni Pomorzany dwóch bloków po 60 MW.
 - Uruchomienie Elektrociepłowni Bielsko-Biała.
- 1961 • Przekazanie do eksploatacji elektrowni wodnych: Myczkowce na Sanie i Skawina na Wiśle.
 - Zakończenie II etapu budowy Elektrowni Konin (150 MW) oraz wykonanie wykopów pod fundamenty budynku głównego Elektrowni Adamów.
- 1962 • Podpisanie aktu erekcyjnego pod budowę stopnia wodnego i Elektrowni Włocławek.
 - Uruchomienie Elektrowni Wodnej Trzyczyn na Brdzie.
 - Utworzenie Instytutu Automatyki Systemów Energetycznych we Wrocławiu.
 - Uruchomienie Elektrociepłowni Warszawa Siekierki (I etap).

- 1954 • Putting into operation the second turbine assembly at the Czchów Hydroelectric Power Plant.
 - Putting into operation a 220/100 kV station in Rożki and 220 kV line between Rożki and Mory.
 - Commissioning the Żerań CHP Plant in Warsaw.
- 1955 • Putting into operation the Przewóz Hydroelectric Power Plant on the Vistula.
- 1956 • Construction of a new 12-bay 110 kV substation at the Warszawa Zachodnia station.
 - Putting into operation the Olszna Hydroelectric Power Plant on the Bóbr.
- 1958 • Putting into operation the Wały Hydroelectric Power Plant (9.7 MW) on a new navigation dam on the Oder in Brzeg Dolny.
 - Commissioning of the Łódź II CHP Plant and completing the 1st stage of the construction of the Konin Power Plant (165 MW).
- 1959 • Putting into operation two units of 70 MW each at the Blachownia Power Plant.
- 1960 • Commissioning of the Koronowo Hydroelectric Power Plant (26 MW); Commissioning the first Polish 400 kV (provisionally under the voltage of 220 kV) transmission line between Mikułowa and Joachimów. It was built by ELBUD according to the design by Energoprojekt Kraków; Putting into operation two additional units of 70 MW each at the Blachownia Power Plant; Putting the first Kaplan turbine produced in Poland into operation at the Kuźnica Hydroelectric Power Plant on the Radunia; Putting into operation two units of 60 MW of power each at the Pomorzany Power Plant; Putting into operation the Bielsko-Biała CHP Plant.
- 1961 • Putting into operation the Myczkowce and Skawina hydroelectric power plants on the San and the Vistula respectively.
 - The 2nd stage of construction of the Konin Power Plant (150 MW) is completed and earthworks under the foundation of the main building of the Adamów Power Plant are carried out.
- 1962 • Signing the foundation act for the construction of the Włocławek Power Plant and the barrage; Putting into operation the Trzyczyn Hydroelectric Power Plant on the Brda; Establishing the Institute of Power Systems Automation in Wrocław (IASE); Putting into operation the Warsaw Siekierki

- Uruchomienie Elektrowni Turów – oddanie do eksploatacji dwóch bloków po 200 MW.
- 1963 • Oddanie elektrowni wodnych: Dębe na Narwi i Witki na Witce.
- Uruchomienie pierwszej maszyny cyfrowej w elektroenergetyce (URAL-2, Instytut Energetyki, Warszawa).
- Uruchomienie dwóch kolejnych bloków w Elektrowni Turów o łącznej mocy 400 MW.
- 1964 • Przełączenie linii Mikułowa-Joachimów na napięcie 400 kV.
- Uruchomienie w PDM maszyny cyfrowej MCERO produkcji IASE Wrocław do ekonomicznego rozdziału obciążeń pomiędzy elektrownie.
- Uruchomienie w Elektrowni Turów dwóch bloków po 200 MW oraz zakończenie III etapu budowy Elektrowni Konin (dwa bloki – każdy po 120 MW).
- 1965 • Uruchomienie w Elektrowni Turów bloku o mocy 200 MW.
- 1966 • Uruchomienie w Elektrowni Stalowa Wola dwóch bloków o łącznej mocy 240 MW (2 × 120 MW).
- Osiągnięcie pełnej mocy projektowanej w Elektrowni Adamów – pięć bloków po 120 MW.
- 1967 • Oddanie Elektrowni Wodnej Tresna na Sole i Dąbie na Wiśle.
- Uruchomienie w Elektrowni Pątnów dwóch bloków o mocy 400 MW (2 × 200 MW).
- Uruchomienie w Elektrowni Łaziska dwóch bloków o łącznej mocy 240 MW (2 × 120 MW).
- 1968 • Uruchomienie Elektrowni Wodnej Solina (137 MW).
- Elektrownia Pątnów – uruchomienie dwóch bloków o mocy 400 MW (2 × 200 MW).

Combined Heat and Power Plant (1st stage); Putting into operation the Turów Power Plant. Commissioning two units of 200 MW of power each.

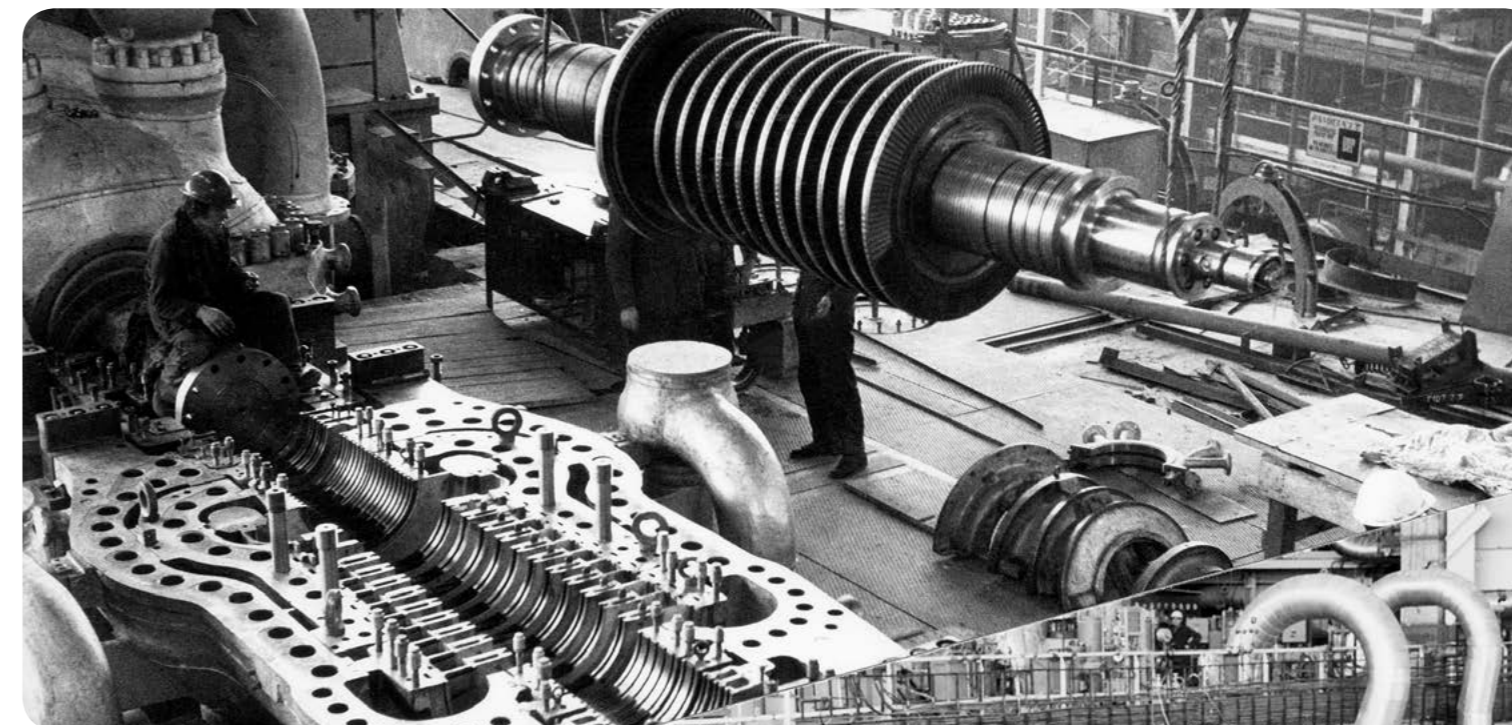
- 1963 • Commissioning hydroelectric power plants Dębe on the Narew and Witki on the Witka; Putting into operation the first computer in the power industry (URAL-2, Institute of Power Engineering, Warsaw); Putting into operation another two units of the total capacity of 400 MW at the Turów Power Plant.
- 1964 • Mikułowa-Joachimów line is switched to a voltage of 400 kV.
- Putting into operation a specialist MCERO computer made by IASE Wrocław for economic division of loads between the plants at PDM.
- Turów Power Plant – putting two blocks of 200 MW each into operation and the 3rd stage of construction of the Konin Power Plant (two units, 120 MW each) is completed.
- 1965 • Putting into operation a 200 MW unit at the Turów Power Plant.
- 1966 • Putting into operation two units of the total capacity of 240 MW (2 x 120 MW) at the Stalowa Wola Power Plant; Full designed capacity in the Adamów Power Plant is reached – five 120 MW units.
- 1967 • Commissioning of the Tresna and Dąbie Hydroelectric Power Plants on the Sola and the Vistula respectively; Putting into operation two units of 400 MW (2 x 200 MW) at the Pątnów Power Plant; Putting into operation two units of the total capacity of 240 MW (2 x 120 MW) at the Łaziska Power Plant.
- 1968 • Putting into operation the Solina Hydroelectric Power Plant (137 MW).
- Pątnów Power Plant – putting into operation two units of 400 MW (2 x 200 MW).
- Completing the construction of the dam in Włocławek and directing water towards the weir.

- Zakończenie budowy tamy we Włocławku i skierowanie wody na próg jazu.
- Rozpoczęcie wieloetapowej i wieloletniej budowy Elektrociepłowni Kraków-Łęg.
- 1969 • Elektrownia Pątnów – uruchomienie dwóch bloków o mocy 400 MW (2 × 200 MW).
- Uruchomienie w Elektrowni Łaziska trzech bloków o mocy 360 MW (3 × 120 MW).
- Uruchomienie w Elektrowni Siersza trzech bloków o mocy 360 MW (3 × 120 MW).
- 1970 • Przekazanie do eksploatacji Elektrowni Wodnej Włocławek (162 MW) i elektrowni szczytowo-pompowej Żydowo (151 MW).
- Budowa linii 400 kV Kozienice-Warszawa Miłosna przez Elbud Warszawa.
- Otrzymanie przez Instytut Energetyki i Państwowej Dyspozycji Mocy w Warszawie Nagrody Państwowej II stopnia za wprowadzenie w krajowym systemie elektroenergetycznym metod ekonomicznego rozdziału obciążeń na elektrownie z wykorzystaniem maszyn cyfrowych.
- Elektrownia Turów – uruchomienie bloku o mocy 200 MW.
- Uruchomienie Elektrociepłowni Łódź III.
- Elektrownia Łaziska – uruchomienie bloku o mocy 200 MW.
- 1971 • Zainstalowanie maszyny cyfrowej ODRA 1204 produkcji ELWRO Wrocław w Zakładzie Techniki Cyfrowej Instytutu Energetyki w Warszawie, ul. Mysia 2.
- Nowa mapa podziału terenowego energetyki zawodowej w Polsce.
- Nowy schemat organizacyjny Zjednoczenia Energetyki.

- Multistage and long-term construction process of Kraków-Łęg Combined Heat and Power Plant is started.
- 1969 • Pątnów Power Plant – putting into operation two units of 400 MW (2 x 200 MW).
- Putting into operation three units of 360 MW (3 x 120 MW) at the Łaziska Power Plant.
- Putting into operation three units of 360 MW (3 x 120 MW) at the Siersza Power Plant.
- 1970 • Commissioning of the Włocławek Hydroelectric Power Plant (162 MW) and the Żydowo Pumped-Storage Hydroelectric Power Plant (151 MW).
- Construction of the 400 kV Kozienice-Warszawa Miłosna line by ELBUD Warsaw.
- The Power Engineering Institute and Power Dispatch Centre in Warsaw receive 2nd level State Award for introducing computer-aided methods of economic loads division between plants into the national electric power system.
- Turów Power Plant – putting into operation a 200 MW unit.
- Putting into operation the Łódź III CHP Plant.
- Łaziska Power Plant – putting into operation a 200 MW unit.
- 1971 • ODRA 1204 computer made by ELWRO Wrocław is installed in the Department of Digital Electronics at the Power Engineering Institute in Warsaw, 2 Mysia Street.
- New map of utility power industry's territorial division in Poland.
- New organisation structure of the Power Industry Association.
- Turów Power Plant – putting into operation two blocks of 200 MW each and reaching the full designed capacity of the plant (2 GW).
- Łaziska Power Plant – putting into operation a 200 MW unit.
- Putting into operation the Bydgoszcz II CHP Plant.



Elektrownia Kozienice – Leszek Bartin i Zbigniew Magiera podczas montażu rozładowarki węgla
The Kozienice Power Plant – Leszek Bartin and Zbigniew Magiera installing a coal discharge unit (arch. Photofactory®)



Montaż turbiny w bloku nr 2 Elektrowni Kozienice – 1973 r. / The installation of a turbine on power unit no. 2 at the Kozienice Power Plant – 1973 (arch. Photofactory®)



Elektrownia Rybnik – bloki energetyczne uruchomiono w latach 1972-1978
The Rybnik Power Plant – the power units were put into operation in 1972-1978
(arch. Photofactory®)

- Elektrownia Turów – uruchomienie dwóch bloków po 200 MW i osiągnięcie pełnej projektowanej mocy elektrowni 2 GW.
- Elektrownia Łaziska – uruchomienie bloku o mocy 200 MW.
- Uruchomienie Elektrociepłowni Bydgoszcz II.
- Uruchomienie Elektrowni Wodnej Głębinów w zaporze Jeziora Nyskiego.
- 1972 • Uruchomienie nowoczesnego systemu komputerowego CDC 3170 + 2 × CDC 1700 w Państwowej Dyspozycji Mocy w Warszawie.
- Nowa stacja 220/110 kV Kozienice w Świerżach Górnych.
- Elektrownia Łaziska – uruchomienie dwóch bloków o mocy 400 MW (2 × 200 MW).
- Uruchomienie Elektrociepłowni Wrocław II.
- Zakończenie II etapu budowy w Elektrociepłowni Siekierki.
- Uruchomienie Elektrowni Ostrołęka B o mocy 600 MW (3 × 200 MW).
- Elektrownia Rybnik – uruchomienie bloku o mocy 200 MW.
- Elektrownia Kozienice – uruchomienie bloku o mocy 200 MW.
- 1973 • Elektrownia Pątnów – uruchomienie bloku o mocy 200 MW.
- Elektrownia Rybnik – uruchomienie dwóch bloków o mocy 400 MW (2 × 200 MW).
- Elektrownia Kozienice – rekordowe uruchomienie w jednym roku czterech bloków o mocy 200 MW każdy (4 × 200 MW).
- Uruchomienie Elektrociepłowni Gdańsk II.
- 1974 • Awaria wiatrowo-śnieżna – 97 tys. odbiorców energii elektrycznej pozbawionych napięcia przez kilka dni.
- Uruchomienie turbozespołów rurowych w Głębinowie na Nysie Kłodzkiej (3 MW).
- Elektrownia Pątnów – uruchomienie bloku o mocy 200 MW.
- Elektrownia Rybnik – uruchomienie bloku o mocy 200 MW.
- Elektrownia Kozienice – uruchomienie dwóch bloków o mocy 400 MW (2 × 200 MW).
- Zakończenie III etapu budowy w Elektrociepłowni Siekierki.
- Elektrownia Dolna Odra – uruchomienie dwóch bloków o mocy 400 MW (2 × 200 MW).
- 1975 • Uruchomienie turbozespołów rurowych w Smardzewicach na Pilicy (3,4 MW).
- Elektrownia Kozienice – uruchomienie bloku o mocy 200 MW.



Zespół elektrowni Pątnów-Adamów-Konin wybudowany został w latach 1958-1974
The Pątnów-Adamów-Konin power plant complex was built in 1958-1974
(arch. Photofactory®)

- Putting into operation the Głębinów Hydroelectric Power Plant in the dam on Lake Nyskie.
- 1972 • Putting into operation a modern CDC-3170 + 2 x CDC 1700 computer system at the National Power Dispatch Centre in Warsaw; New 220/110 kV Kozienice station in Świerże Górne; Łaziska Power Plant – putting into operation two units of 400 MW (2 x 200 MW); Putting into operation the Wrocław II CHP Plant; 2nd stage of construction of the Siekierki Combined Heat and Power Plant is completed; Putting into operation the Ostrołęka B Power Plant with the capacity of 600 MW (3 x 200 MW); Rybnik Power Plant – putting into operation a 200 MW unit; Kozienice Power Plant – putting into operation a 200 MW unit.
- 1973 • Pątnów Power Plant – putting into operation a 200 MW unit.
- Rybnik Power Plant – putting into operation two units of 400 MW (2 x 200 MW).
- Kozienice Power Plant – four 200 MW units (4 x 200 MW) are put into service in one year.
- Putting into operation the Gdańsk II CHP Plant.
- 1974 • 97 thousand electricity consumers are devoid of power supplies for several days as a result of failure due to severe wind and snow.
- Putting into operation tubular turbine sets launched in Głębinów on the Nysa Kłodzka (3 MW).
- Pątnów Power Plant – putting into operation a 200 MW unit.
- Rybnik Power Plant – putting into operation a 200 MW unit.
- Kozienice Power Plant – putting into operation two units of 400 MW.
- Completion of the 3rd stage of construction of the Siekierki Combined Heat and Power Plant.
- Dolna Odra Power Plant – putting into operation two units of 400 MW (2 x 200 MW).
- 1975 • Launching tubular turbine sets in Smardzewice on the Pilica (3.4 MW).
- Kozienice Power Plant – putting into operation a 200 MW unit.
- Dolna Odra Power Plant – putting into operation three units of 600 MW (3 x 200 MW).
- 1976 • Development of model research into heat processes at the Power Engineering Institute.



Elektrownia Dolna Odra wybudowana w latach 1970-1977
The Dolna Odra Power Plant built in 1970-1977
(arch. Photofactory®)

- Elektrownia Dolna Odra – uruchomienie trzech bloków o mocy 600 MW (3 × 200 MW).
- 1976 • Rozwój badań modelowych procesów cieplnych w Instytucie Energetyki.
- Utworzenie przedsiębiorstwa Centrum Informatyki Energetyki i Energii Atomowej w Warszawie.
- Elektrownia Dolna Odra – uruchomienie dwóch bloków o mocy 400 MW (2 × 200 MW).
- Zakończenie I etapu budowy (ciepłownictwo) Elektrociepłowni Kawęczyn (Warszawa).
- 1977 • Elektrownia Dolna Odra – uruchomienie jednego bloku o mocy 200 MW.
- Uruchomienie Elektrociepłowni Łódź IV.
- Uruchomienie IV etapu w Elektrociepłowni Siekierki.
- Elektrownia Jaworzno III – uruchomienie czterech bloków o mocy 800 MW (4 × 200 MW).
- Uruchomienie odbudowanej Elektrowni Rościno na Parsęcie, wyposażonej w turbiny rurowe produkcji krajowej.
- 1978 • Elektrownia Rybnik – uruchomienie czterech bloków o mocy 800 MW (4 × 200 MW).
- Elektrownia Jaworzno III – uruchomienie dwóch bloków o mocy 400 MW (2 × 200 MW).
- Uruchomienie V etapu w Elektrociepłowni Siekierki (Warszawa).
- Uruchomienie w Elektrowni Kozienice pierwszego turbozespołu o mocy 500 MW.
- 1979 • Oddanie do eksploatacji elektrowni szczytowo-pompowej Porąbka-Żar (500 MW).
- Uruchomienie w Elektrowni Kozienice drugiego turbozespołu o mocy 500 MW.
- Elektrownia Połaniec – uruchomienie pierwszego bloku o mocy 200 MW.
- Oddanie do ruchu w Elektrowni Łaziska pierwszego bloku energetycznego o mocy 200 MW spalającego węgiel kamienny.
- 1980 • Nowy transformator 400/220 kV 250 MVA w stacji Warszawa Miłosna.



Elektrownia Kozienice – widok od strony nawęglania – kocioł bloku 560 MW
The Kozienice Power Plant – a view from the carburizing plant – a boiler of the 560 MW unit
(arch. Photofactory®)

- Establishing the Centre for Power Engineering and Nuclear Energy Information in Warsaw.
- Dolna Odra Power Plant – putting into operation two units of 400 MW (2 x 200 MW).
- Completing the 1st stage of construction (heat engineering) of the Kawęczyn Combined Heat and Power Plant (Warsaw).
- 1977 • Dolna Odra Power Plant – putting into operation a 200 MW unit.
- Putting into operation the Łódź IV CHP Plant.
- Commencement of the 4th stage of construction at the Siekierki Combined Heat and Power Plant.
- Jaworzno III Power Plant – putting into operation four units of 800 MW (4 x 200 MW); Putting into operation the reconstructed Rościno Power Plant on the Parsęta. The plant is equipped with tubular turbines of domestic production.
- 1978 • Rybnik Power Plant – putting into operation four units of 800 MW (4 x 200 MW); Jaworzno III Power Plant – putting into operation two units of 400 MW (2 x 200 MW).
- Commencement of the 5th stage of construction of the Siekierki CHP Plant (Warsaw). Putting into operation the first turbine set with a capacity of 500 MW at the Kozienice Power Plant.
- 1979 • Putting into operation the Porąbka-Żar Pumped-Storage Hydroelectric Power Plant (500 MW); Putting into operation the second 500 MW turbine set at the Kozienice Power Plant; Połaniec Power Plant – putting into operation the first unit with a capacity of 200 MW; Putting into operation the first coal-fired 200 MW electrical power unit at the Łaziska Power Plant.
- 1980 • New 400/220 kV 250 MVA transformer at Warszawa Miłosna station.
- 1982 • Żarnowiec Pumped-Storage Hydroelectric Power Plant with an attainable capacity of 716 MW is started on Lake Żarnowieckie.
- Commencement of the 6th stage of construction of the Warsaw Siekierki Combined Heat and Power Plant.
- The 4th stage of construction of the Kraków-Łęg Combined Heat and Power Plant is completed.
- Construction of Żarnowiec Nuclear Power Plant is commenced.



Kopalnia węgla brunatnego i elektrownia Bełchatów uruchomiona w 1975 r. / The brown coal mine and power plant in Bełchatów commissioned in 1975 (arch. Photofactory®)

- 1982 • Uruchomienie elektrowni szczytowo-pompowej Żarnowiec na Jeziorze Żarnowieckim o mocy osiągalnej 716 MW.
- Uruchomienie VI etapu w Elektrociepłowni Siekierki.
- Zakończenie IV etapu budowy Elektrociepłowni Kraków-Łęg.
- Rozpoczęcie budowy Elektrowni Jądrowej Żarnowiec.
- 1983 • Uruchomienie Elektrowni Bełchatów – dwa bloki po 360 MW.
- 1984 • Rozdzielnia 400 kV w Płocku wpięta do linii 400 kV Warszawa Miłosna-Gdańsk Błonia, załączona 30 września.
- Elektrownia Bełchatów – uruchomienie dwóch bloków o mocy 720 MW (2 × 360 MW).
- 1985 • Elektrownia Bełchatów – uruchomienie dwóch bloków o mocy 720 MW (2 × 360 MW).
- 1986 • Elektrownia Bełchatów – uruchomienie dwóch bloków o mocy 720 MW (2 × 360 MW).
- 1987 • Elektrownia Bełchatów – uruchomienie dwóch bloków o mocy 720 MW (2 × 360 MW).
- 1988 • Elektrownia Bełchatów – uruchomienie dwóch bloków o mocy 720 MW (2 × 360 MW).
- 1989 • Uruchomienie pierwszego bloku 360 MW w Elektrowni Opolo.
- 1990 • Oddanie do eksploatacji stacji 400/110 kV Krosno Iskrzynia.
- Zawiązanie jednoosobowej spółki Skarbu Państwa Polskie Sieci Elektroenergetyczne S.A. z siedzibą w Warszawie, ul. Mysia 2.
- 1991 • Uruchomienie pierwszej rozdzielni w Warszawie w izolacji sześćsiofluorku siarki.
- 1992 • Zakończenie rozbudowy stacji 220/110 kV w Ełku – włączenie do pracy drugiego ATR o mocy 160 MVA.
- 1993 • Przekazanie do eksploatacji linii 400 kV Gdańsk Błonia-Olsztyn Mątki.
- Przekazanie linii 400 kV Warszawa Miłosna-Białystok Narew.
- Powołanie spółki Tel-Energo S.A. świadczącej usługi telekomunikacyjne z wykorzystaniem sieci światłowodowej elektroenergetyki.
- Włączenie do ruchu stacji 400/110 kV w Mątkach koło Olsztyna.
- Ustanowienie 14 sierpnia świętem energetyków na pamiątkę męczeńskiej śmierci ich patrona – św. Maksymiliana Kolbego w obozie koncentracyjnym Auschwitz.
- 1994 • Zawiązanie spółki Elektrownie Szczytowo-Pompowe S.A. z siedzibą w Warszawie.
- 1983 • Bełchatów Power Plant – putting two 360 MW units into operation.
- 1984 • 400 kV substation in Płock cut into the 400 kV Warszawa Miłosna-Gdańsk Błonia line, connected on 30 September.
- Bełchatów Power Plant – putting into operation two units of 720 MW (2 x 360 MW).
- 1985 • Bełchatów Power Plant – putting into operation two units of 720 MW (2 x 360 MW).
- 1986 • Bełchatów Power Plant – putting into operation two units of 720 MW (2 x 360 MW).
- 1987 • Bełchatów Power Plant – putting into operation two units of 720 MW (2 x 360 MW).
- 1988 • Bełchatów Power Plant – putting into operation two units of 720 MW (2 x 360 MW).
- 1989 • Putting into operation the first unit with the capacity of 360 MW at the Opolo Power Plant.
- 1990 • 400/110 kV Krosno Iskrzynia station is put into operation.
- Incorporation of Polskie Sieci Elektroenergetyczne SA (Polish Electrical Power Networks JSC), a company wholly owned by the State Treasury, with its headquarters in Warsaw at 2 Mysia Street.
- 1991 • The first sulphur hexafluoride insulated substation is put into operation in Warsaw.
- 1992 • Expansion of 220/110 kV station in Ełk is completed – the second 160 MVA ATR auto transformer is put into operation.
- 1993 • Commissioning the 400 kV Gdańsk Błonia-Olsztyn Mątki line.
- Commissioning the 400 kV Warszawa Miłosna-Białystok Narew line.
- Incorporation of TEL-ENERGO SA providing telecommunications services by means of optical fibre power lines; 400/110 kV station in Mątki near Olsztyn is put into use; 14 August is appointed the Day of Power Engineers in the memory of the martyr's death of St. Maximilian Kolbe
- 1994 • Incorporation of Elektrownie Szczytowo-Pompowe SA (Pumped-Storage Hydroelectric Power Plants JSC) in Warsaw.
- First long-term contracts for the supplies of power and electricity from the baseload plants and combined heat and power plants.
- 1995 • Public Power System is connected to UCPT (currently UCTE).
- 1996 • Clearing and Settlement Centre of the CENTREL Group states is opened.
- Comprehensive modernisation of 220/110 kV station in Płock Podolszyce is completed.

- Pierwsze kontrakty długoterminowe na dostawę mocy i energii elektrycznej z elektrowni i elektrociepłowni systemowych.
- 1995 • Przyłączenie krajowego systemu elektroenergetycznego do UCPT (obecnie UCTE).
- 1996 • Otwarcie Centrum Regulacyjno-Rozliczeniowego państw grupy CENTREL.
- Kompleksowej modernizacja stacji 220/110 kV Płock Podolszyce.
- 1997 • Oddanie do eksploatacji Elektrowni Wodnej Czorsztyn-Niedzica o mocy 92 MW.
- Wdrożenie nowoczesnych badań termograficznych w podczerwieni do diagnozowania linii, stacji i stanu aparatury stacyjnej w Polskich Sieciach Energetycznych S.A.
- Wdrażanie projektu Pątnów II w Zespole Elektrowni Pątnów-Adamów-Konin S.A.
- Klęska powodzi – zalanie obiektów energetycznych, przede wszystkim w województwach opolskim i katowickim.
- 1998 • Włączenie do systemu krajowego nowej linii międzynarodowej Krosno Iskrzynia-Lemešany (Słowacja).
- Eksport polskich usług budownictwa elektrowni, budowa elektrowni w Turcji przez Elektrim Megadex.
- 2000 • Oddanie do eksploatacji po dwuletniej przebudowie gruntownie zmodernizowanej stacji Gorzów 220/110 kV.
- Rozwój systemów telekomunikacyjnych w elektroenergetyce polskiej.
- Wdrożenie w budowie linii i stacji słupów rurowych 110 kV z izolacją rurową.
- 2001 • Przekazanie do eksploatacji stacji konwertorowej DC/AC Słupsk i stacji 400/110 kV Słupsk Wierzbicino.
- Kontynuacja przebudowy linii napowietrznych 110 kV na kablowe w terenie podmiejskim.
- 2002 • Zima w latach 2002/2003 – katastrofalne oblodzenie linii na południu Polski.
- Przeprowadzenie modernizacji stacji 110/15 kV Zachodnia i Batory w Warszawie w technologii SF6.
- 2003 • Podpisanie aktu erekcyjnego upamiętniającego rozpoczęcie budowy pierwszej w Polsce linii czterotorowej o trzech napięciach: 400, 220 i 110 kV Poznań Plewiska-Kromolice, stanowiącej fragment układu przesyłowego Plewiska-Ostrów.
- Zakończenie modernizacji Elektrowni Wodnej Solina – powiększenie mocy zainstalowanej elektrowni do 200 MW.
- Zakończenie modernizacji stacji Adamów i Leśniów.
- Zakończenie budowy linii 400 kV Dobrzeń-Wielopole.
- 2004 • Przekazanie do eksploatacji nowej linii 220 kV Elektrociepłownia Zielona Góra-Leśniów na słupach rurowych.
- Podpisanie umowy przez PSE S.A. i Elbud S.A. Warszawa na wybudowanie linii 400 kV Tarnów-Krosno Iskrzynia.
- Wdrożenie nowej technologii stawiania słupów energetycznych metodą wysokościową z użyciem kratownicy Derrick na budowie linii Poznań Plewiska-Kromolice.
- 1997 • Czorsztyn-Niedzica Hydroelectric Power Plant with the capacity of 92 MW is put into operation.
- Infrared thermographic tests are implemented in PSE SA in order to diagnose lines, stations and station apparatus condition.
- Pątnów II project is launched in Pątnów-Adamów-Konin SA Power Plants Group. It aims to create the most advanced generating unit in Poland with the capacity of 464 MW.
- Flood – the disaster did not spare power facilities, primarily in Opolskie and Katowickie voivodeships.
- 1998 • New Krosno Iskrzynia-Lemešany (Slovakia) international line is included in the national system; Polish plant construction services are exported. A power plant is built by Elektrim – Megadex in Turkey.
- 2000 • Completely modernised 220/110 kV Gorzów station is put into operation after a two year-long conversion; Development of telecommunication systems in Polish electrical power engineering; Advanced technologies in the construction of lines and stations implementation of composite insulated 110 kV tubular poles.
- 2001 • Commissioning of DC/AC converter station in Słupsk and 400/110 kV Słupsk-Wierzbicino station;
- Continuing the conversion of 110 kV overhead lines into cable lines in suburban areas.
- 2002 • Winter 2002/2003 – disastrous icing of lines in Southern Poland.
- Modernisation of 110/15 kV Zachodnia and Batory stations in Warsaw using SF6 technology.
- 2003 • Signing the foundation act commemorating the beginning of construction of the first four-circuit Poznań Plewiska-Kromolice line with three voltage values: 400, 220 and 110 kV. It is a part of the Plewiska-Ostrów transmission system.
- Completed modernisation of Solina Hydroelectric Power Plant the plant's generating capacity is increased to 200 MW.
- Completed modernisation of Adamów and Leśniów stations.
- Completed construction of 400 kV Dobrzeń-Wielopole line.
- 2004 • Commissioning a new 220 kV line on tubular poles between Zielona Góra Combined Heat and Power Plant and Leśniów.
- PSE SA and ELBUD SA Warszawa sign a contract on the construction of a 400 kV Tarnów-Krosno Iskrzynia line.
- Implementation of a new electric pole placement technology involving the altitude method using a derrick during the construction of the Poznań Plewiska-Kromolice line.
- Signing of the foundation act commemorating establishment of the company PSE Operator SA.
- Completed conversion and modernisation of 220/110 kV Warszawa Mory station.
- 2005 • Completed modernisation of Dychów Hydroelectric Power Plant.
- Setting the foundation stone under the new headquarters of Transmission System Operator in Bielawa, Konstancin-Jeziorna commune.
- Works at the construction of Pątnów II power unit are initiated.
- Implementation of Directives 2003/54/EC and 2003/55/EC and important legislative changes affecting the functioning of the power



Debiut giełdowy Grupy TAURON / The stock exchange debut of TAURON Group
(arch. Photofactory®)



Akcje PGE Polskiej Grupy Energetycznej notowane są na giełdzie od 2009 r. / The stocks of PGE Polska Grupa Energetyczna have been listed on the WSE since 2009
(arch. Photofactory®)

- Podpisanie aktu erekcyjnego upamiętniającego powołanie spółki PSE Operator S.A.
- Zakończenie przebudowy i modernizacji stacji 220/110 kV Warszawa Mory.
- 2005 • Zakończenie modernizacji Elektrowni Wodnej Dychów.
- Wmurowanie kamienia węgielnego pod nową siedzibę operatora systemu przesyłowego w Bielawie, gmina Konstancin-Jeziorna.
- Rozpoczęcie prac przy realizacji bloku energetycznego Pątnów II.
- Wdrożenie dyrektyw 2003/54/WE i 2003/55/WE oraz ważnych zmian ustawodawstwa dotyczących funkcjonowania elektroenergetyki w Polsce, wpływających na zmianę Prawa energetycznego oraz ustawy Prawo ochrony środowiska.
- Wprowadzenie, dla lepszego zarządzania transgraniczną wymianą energii elektrycznej, skoordynowanych aukcji na zdolności przesyłowe: w odniesieniu do aukcji rocznych i miesięcznych (od stycznia), oraz na aukcje dobowe – rynek dnia następnego (od kwietnia).
- 3 maja – wypełnianie zadań OSD przez przedsiębiorstwa zintegrowane pionowo, tzw. spółki dystrybucyjne (SD), prowadzące także działalność handlową w zakresie sprzedaży energii.
- Zmiana, w stosunku do 2004 r., sytuacji na rynku zielonej energii.
- 1 października – rozpoczęcie funkcjonowania w Polsce systemu wydawania świadectw pochodzenia i obrotu nimi.
- 2005 • 1 stycznia – wprowadzenie w życie na obszarze UE nowego instrumentu ochrony środowiska – systemu handlu uprawnieniami do emisji do powietrza gazów cieplarnianych.
- 13 września – powołanie do życia Krajowego Administratora Systemu Handlu Uprawnieniami do Emisji, mającego za zadanie m.in. prowadzenie Krajowego Rejestru Uprawnień.
- 2006 • Ogłoszenie przez polski rząd na początku roku nowej polityki wobec sektora elektroenergetycznego; 28 marca – ogłoszenie programu dla elektroenergetyki zakładającego m.in. konsolidację pionową oraz stworzenie kilku grup energetycznych, skupiających zarówno dotychczasowe przedsiębiorstwa wytwórcze, jak i dystrybucyjne.

- industry in Poland. As a result the Polish Energy Law and the Environmental Protection Act are modified.
- In order to improve cross-border electric energy trade, the following coordinated auctions for transmission capacities are introduced: annual and monthly auctions as of January 2005 and 24-hour auctions as of April 2005 – day-ahead market.
- 3 May 2005 the tasks of Distribution System Operators were mainly shifted to the vertically integrated enterprises, the so-called distribution companies whose business activities also include the supply of energy.
- The situation on the green energy market has changed compared to 2004. The system of issuing and managing certificates of origin has functioned in Poland since 1 October 2005.
- 2005 • A new environmental protection instrument is put into effect in the European Union as of 1 January 2005 – greenhouse gas emissions trading licence system.
- National Administration of the Emissions Trading Scheme is established on 13 September 2005. Its tasks include, for example, managing the National Licence Register.
- 2006 • A new policy for electrical power sector was announced by the government at the beginning of 2006. Electrical power engineering programme announced on 28 March 2006 provides for the following: vertical consolidation and establishment of several energy groups including both the already functioning production and distribution companies.
- Boiler pressure tests performed at Pątnów II Power Plant in July are successful at the first attempt.
- Construction works at a new 833 MW Power unit are launched in BOT Elektrownia Bełchatów SA (BOT Bełchatów Power Plant JSC) on 16 October 2006.
- PGE Polska Grupa Energetyczna is incorporated in November 2006.
- Energetyka Południe (now TAURON Polska Energia) was established in December.
- 2007 • All consumers – including the largest group: household consumers – are granted the right to choose the supplier as of 1 July.



Elektrownia Pątnów / The Pątnów Power Plant
(arch. Photofactory®)

- Lipiec – próby ciśnieniowe kotła w Elektrowni Pątnów II, zakończone sukcesem już przy pierwszym podejściu.
- 16 października – rozpoczęcie prac przy budowie nowego bloku energetycznego o mocy 833 MW w BOT Elektrownia Bełchatów S.A.
- Listopad – powołanie spółki Polska Grupa Energetyczna Energia.
- Grudzień – powołanie spółki Energetyka Południe (obecnie Tauron Polska Energia).
- 2007 • 1 lipca – ustanowienie nowego prawa do wyboru sprzedawcy dla wszystkich odbiorców – w tym dla najliczniejszej grupy w gospodarstwach domowych.
- Giełda jako obligatoryjne miejsce obrotu świadectwami pochodzenia energii wytworzonej w źródłach odnawialnych (od końca grudnia 2007 r. także w kogeneracji).
- 1 lipca – prawne wyodrębnienie operatorów systemów dystrybucyjnych w elektroenergetyce i gazownictwie.
- 23 listopada – zakończenie uruchamiania bloku Pątnów II – pierwsze wysłanie energii do krajowego systemu energetycznego.
- Grudzień – oddanie do eksploatacji IOS dla Elektrowni Pątnów I oraz Elektrowni Pątnów II.
- 2008 • 28 lutego – zakończenie budowy i przekazanie do ruchu nowoczesnego bloku Pątnów II o mocy 464 MW w Zespole Elektrowni Pątnów-Adamów-Konin.
- 1 kwietnia – rozwiązanie długoterminowych kontraktów na zakup mocy i energii oraz rozprowadzenie jej na rynku.
- Okres wielu zmian na detalicznym rynku energii elektrycznej – uwolnienie cen dla odbiorców przemysłowych; utrzymanie przez prezesa URE obowiązku przedkładania taryf do zatwierdzenia w odniesieniu do grupy taryfowej G, czyli należących do niej głównie odbiorców w gospodarstwach domowych, z powodu konieczności ochrony przed nieuzasadnionym wzrostem cen.
- 17 listopada – notowanie spółki Enea S.A. na Giełdzie Papierów Wartościowych w Warszawie
- 2009 • 6 listopada – debiut PGE Polska Grupa Energetyczna S.A. na Giełdzie Papierów Wartościowych w Warszawie.
- Transactions of the certificates of origin covering energy produced from the renewable sources are obligatorily processed at the exchange (it also refers to the energy produced in CHP as of the end of December 2007).
- Legal separation of distribution system operators in power and gas engineering took place on 1 July 2007.
- Pątnów II unit is launched on 23 November 2007 – electricity production for the Public Power System is started.
- Flue gas desulphurization unit (Polish abbreviation: IOS) is commissioned at Pątnów I and Pątnów II Plants in December 2007.
- 2008 • A modern 464 MW Pątnów II unit was constructed and launched in Pątnów-Adamów-Konin Power Plants Group on 28 February 2008.
- Long-term contracts for power and energy purchase were terminated on 1 April 2008. The energy is subsequently released on the market.
- A lot of changes took place on the electric energy retail market in 2008 when industrial consumer prices were released. The obligation to approve tariffs for tariff group G – mainly covering household consumers – was maintained by the president of the Energy Regulatory Office (ERO) in order to protect them against unjustified price increase.
- ENEA SA is listed at the Warsaw Stock Exchange as of 17 November 2008.
- 2009 • PGE Polska Grupa Energetyczna SA debuts on the Warsaw Stock Exchange on 6 November 2009.
- In January 2009 the Polish government issued the decision permitting the construction of two nuclear power plants with a projected power of 3 thousand MW each.
- Obligatory Community law driven changes in electricity taxation providing for excise duty enter into effect in 2009. In accordance with act of 6 December 2008 on excise duty, tax obligation, as a matter of principle, was shifted from the producers to companies selling electric energy to the end user as of 1 March.
- In 2009, the president of ERO settled state aid paid in the form of advance payments in 2008 to the producers subject to the act on termination of long-term contracts.
- The protocol of commissioning a 460 MW unit in the Łagisza Power Plant included in TAURON Group was signed on June 27.



Elektrownia „Kozienice” – widok od strony Wisły / The Kozienice Power Plant – a view from the Vistula
(arch. Photofactory®)

- Styczeń – decyzja polskiego rządu o budowie dwóch elektrowni jądrowych o planowanej mocy 3 tys. MW każda.
- 1 marca – przeniesienie obowiązku podatkowego, zgodnie z ustawą z 6 grudnia 2008 roku o podatku akcyzowym, z wytwórców na przedsiębiorstwa zajmujące się sprzedażą energii elektrycznej nabywcy końcowemu.
- Dokonanie przez prezesa URE rozliczenia pomocy publicznej wypłaconej w formie zaliczek w 2008 r. wytwórcom objętym ustawą o rozwiązaniu KDT.
- 27 czerwca – podpisanie protokołu przekazania do eksploatacji bloku 460 MW w Elektrowni Łagisza, należącej do Grupy Tauron.
- Uchwalenie zmiany w Prawie energetycznym: wprowadzono m.in. „obligo giełdowe” oraz zaliczki na poczet kosztów przyłączenia nowych źródeł do sieci (30 zł/kW mocy przyłączeniowej).
- 2010 • 30 czerwca – debiut giełdowy Tauron Polska Energia S.A.
 - Wejście w życie znolizowanego Prawa energetycznego, nakładającego na producentów obowiązek sprzedaży 15% energii przez giełdę.
 - Wzrost zużycia energii elektrycznej w Polsce o 4%, a cen o 8%.
- 2011 • Rozwój OZE (farmy wiatrowe, biogazownie) oraz prace legislacyjne związane z efektywnością energetyczną.
 - Odkupienie od inwestora zagranicznego (Vattenfall) Górnośląskiego Zakładu Elektroenergetycznego i Elektrociepłowni Warszawskich przez inwestorów krajowych (Tauron, PGNiG).
 - Rozpoczęcie w Polsce prac związanych z energetyką gazową; podpisanie umowy pomiędzy Tauronem i PGNiG o wspólnej budowie elektrowni gazowej w Stalowej Woli.
 - Sierpień – uzyskanie zgody prezydenta Jaworzna na budowę bloku w Zakładzie Wytwarzanie Nowa Dąbrowa Górnica, należącego do Tauron Wytwarzanie.
 - Wrzesień – oddanie do eksploatacji największego w Polsce bloku energetycznego opalanego węglem brunatnym, o mocy 856 MW w Bełchatowie.
- 2012 • 21 września – podpisanie przez spółkę Enea umowy na budowę
 - Energy Law amendment is passed. It introduces for instance: ‘exchange obligation’ and advance payments on account of connecting new sources to the grid (PLN 30/kW of connected power).
- 2010 • 30 June – the stock exchange debut of TAURON Polska Energia SA.
 - Putting into effect the amended Energy Law obliging producers to sell 15% of electrical energy through the Exchange.
 - 4% increase in the consumption of electrical energy in Poland and 8% rise in prices.
- 2011 • Development of RES (wind farms, biogas plants) and legislative work related to energy effectiveness.
 - Repurchasing of the Upper Silesia Power Works and the Warsaw Combined Heat and Power Plants from the foreign investor (Vattenfall) by domestic investors (TAURON, PGNiG).
 - Commencement of works related to gas power engineering in Poland. Conclusion of a contract concerning joint construction of a gas plant in Stalowa Wola by TAURON and PGNiG.
 - In August 2011 Tauron Wytwarzanie (Generation) was permitted by the mayor of Jaworzno to build a power unit at the Power Generation Plant Nowa Dąbrowa Górnica;
 - September – commissioning of the largest power generation unit in Poland fired with brown coal, with the capacity of 856 MW in Bełchatów.
- 2012 • 21 September 2012, Enea signed a contract to build power unit no. 11 with supercritical parameters and the power of 900-1000 MW at the Kozienice Power Plant;
- 2013 • PGE Górnictwo i Energetyka Konwencjonalna announced the outcome of a tender for the construction of a 430-450 MW power unit fired with brown coal (lignite) at the Turów Power Plant (unit no. 11);
 - 20 June 2013, Tauron Ciepło (Heat) and Elektrobudowa signed a contract concerning the construction of a power generating unit at the Power Generation Plant in Tychy; the new condensing unit will be fitted with a fluidized bed boiler, heating and condensing turbine – to be completed in 2016;
 - 14 October 2013, the energy company Spółka Energetyczna ” Jastrzębie” SA signed a contract for the construction of a new fluidized bed combustion unit

- bloku nr 11 na parametrach nadkrytycznych, o mocy 900-1000 MW w Elektrowni Kozienice.
- 2013 • Ogłoszenie wyników przetargu na budowę bloku o mocy 430-450 MW, opalanego węglem brunatnym Elektrowni Turów (blok nr 11) przez PGE Górnictwo i Energetyka Konwencjonalna.
 - 20 czerwca – podpisanie umowy przez Tauron Ciepło i Elektrobudowę na budowę bloku energetycznego w Zakładach Wytwarzania Tychy.
 - 14 października – podpisanie umowy przez Spółkę Energetyczną „Jastrzębie” SA na budowę nowego bloku fluidalnego z istniejącą już infrastrukturą elektrociepłowni Zofiówka.
- 2014 • 17 kwietnia – podpisanie umowy przez Tauron Wytwarzanie, konsorcjum Rafako i Mostostal Warszawa na budowę nowego bloku o mocy 910 MW, opalanego węglem kamiennym w Elektrowni Jaworzno.
 - kompletowanie projektu przez Kampanię Węglową na budowę elektrowni na terenie byłej kopalni Czczott.
 - 3 listopada – wmurowanie kamienia węgielnego w fundamenty nowego bloku nr 5 w Elektrowni Opole.
- 2015 • 16 marca – rozważanie zmiany projektu budowy elektrowni gazowo-parowej na kogeneracyjną w Grudziądzu przez Energeę.
 - 18 maja – symboliczna inauguracja budowy bloku – zakończono wszelkie prace projektowe, niezbędne do rozpoczęcia budowy.
 - 17 czerwca – dotarcie z Japonii do portu Gdynia generatora dla nowego bloku w Elektrowni Kozienice.
 - 7 września – ogłoszenie rozpoczęcia prac nad blokiem energetycznym o mocy 596 MW_e w Płocku przez PKN Orlen.
- 2016 • 18 stycznia – przeprowadzenie pomyslniej synchronizacji nowego bloku w Zakładzie Wytwarzania Tychy z KSE.
 - 28 stycznia – przyłączenie nowej elektrowni gazowo-parowej PKN Orlen we Włocławku do PSE S.A.; podpisanie umowy przesyłowej z PSE S.A.
 - 1 lutego – decyzja PGE EJ1 o prowadzeniu badań środowiskowych i lokalizacyjnych dla budowy elektrowni jądrowej w dwóch lokalizacjach: „Lubiatowo-Kopalino” i „Żarnowiec”.
 - 24 maja – podjęcie decyzji przez zarząd Energii o ponownym uruchomieniu projektu budowy nowego bloku o mocy 1000 MW w Elektrowni Ostrołęka.
 - 1 czerwca – podpisanie przez Przedstawicieli Polskiego i Generalnego Realizatora Inwestycji protokołu odbioru terminalu LNG w Świnoujściu, umożliwiającego realną dostawę gazu i tym samym zwiększenie bezpieczeństwa energetycznego kraju.
 - 13 czerwca – wmurowanie kamienia węgielnego pod nową elektrociepłownię o mocy 220 MW budowaną przez Fortum w Zabrze, opalaną węglem i paliwem alternatywnym z możliwością spalania biomasy.
 - 13 czerwca – podpisanie przez prezydenta Rzeczypospolitej Polskiej ustawy o efektywności energetycznej, mającej na celu dalszą poprawę efektywności energetycznej polskiej gospodarki i wdrożenie do polskiego porządku prawnego regulacji Unii Europejskiej.
- using the existing infrastructure of the combined heat and power plant Zofiówka; the new unit will be fitted with a bleeder-condensing turbine and a circulating fluidized bed boiler (adapted to co-combustion of coal and biomass, coal slurry); it is expected that the unit will be put into commercial use in 2016 Q4;
- 2014 • 17 April 2014, Tauron Wytwarzanie (Generation) and a consortium formed by Rafako and Mostostal Warszawa signed a contract for the construction of a new 910 MW power unit fired with hard coal at the Jaworzno Power Plant;
 - In 2014, Kompania Węglowa prepared the project of construction of a power plant within the premises of the former Czczott coal mine – according to initial assumptions, works will commence in 2016 and the facility will be commissioned in 2019;
 - 3 November 2014 a cornerstone was laid under the foundations of the new power unit no. 5 at the Opole Power Plant. PGE forecasts that the new 900 MW power unit will be put into operation in 2018 Q3, and power unit no. 6 with the same capacity – in 2019 Q1;
- 2015 • 16 March 2015, Energa considered a change in the project of construction from a gas and steam power plant into a cogeneration plant in Grudziądz;
 - 18 May 2015, the construction of the power unit was inaugurated symbolically – all project works necessary to start the construction were completed;
 - 17 June 2015, a Japanese generator for the new power unit at the Kozienice Power Plant arrived in the port of Gdynia;
 - 7 September 2015, PKN Orlen announced the start of construction of a 596 MW_e power unit in Płock;
- 2016 • 18 January 2016 the new power unit at the Power Generation Plant in Tychy was successfully synchronized with the NES;
 - 28 January 2016 – A new gas and steam power plant of PKN Orlen in Włocławek was successfully connected to the grid and a transmission agreement was signed with PSE;
 - 1 February 2016, PGE EJ1 decided to carry out environmental and site surveys for the construction of a nuclear power plant in two locations: “Lubiatowo-Kopalino” and “Żarnowiec”. A decision on resigning from the “Choczewo” location will be made after the General Directorate for Environmental Protection issues its opinion;
 - 24 May 2016 the management board of Energa decided to resume the project of construction of a new 1000 MW in power unit at the Ostrołęka Power Plant;
 - 1 June 2016, representatives of the Polish and EPC Contractor signed the certificate of acceptance of the LNG terminal in Świnoujście that will allow feasible gas supplies;
 - 13 June 2016 a cornerstone was laid under the new combined heat and power plant with the capacity of 220 MW, built by Fortum in Zabrze. The new investment will be fired with coal and alternative fuel with a biomass combustion option;
 - 13 June 2016 the President of the Republic of Poland signed an act concerning energy efficiency aiming at further improvement of the energy efficiency of the Polish economy and implementation of the European Union’s regulations in the Polish regulatory environment.

Rozdział 7



ELEKTROENERGETYKA

ZAWODOWA

Commercial
electric power engineering



Rynek energii w Polsce

Energy market in Poland

Początkowe praktyczne zastosowania energii elektrycznej dotyczyły głównie sztucznego oświetlenia. Pierwsze lampy łukowe zainstalowano w Hucie Królewskiej na terenie obecnego Chorzowa w 1870 roku. Kolejnym etapem eksploatacji nowej energii było stosowanie na dużą skalę silników elektrycznych. Pierwszą elektrownię na ziemiach polskich uruchomiono w Szczecinie w 1889 roku. Pierwsze polskie linie napowietrzne (o napięciu 60 kV) wybudowano pod koniec lat 20. XX wieku, zaś pierwszą linię przesyłową oddano do użytku w 1937 roku – jej napięcie wynosiło 150 kV.

In Poland the most modern form of using electricity in industrial plants was electric lighting. The first arch lamps were installed in the Royal Iron Works in the territory of present-day Chorzów in 1870. Another stage of utilizing the new type of energy was using electric motors on a wide scale. The first power station in Poland was put into operation in Szczecin in 1889. The first overhead lines (60 kV) in Poland were erected at the turn of the 1920s, while the first transmission line was commissioned in 1937 – its voltage amounting to 150 kV.

Rozdzielnia WN / HV substation (arch. Photofactory®)

Sieci przesyłowe o napięciu 220 kV zaczęły powstawać w latach 50. miniego wieku. Mniej więcej, w tym czasie zaczęto tworzyć połączenia między istniejącymi sieciami o różnych napięciach, kładąc w ten sposób podwaliny pod obecny Krajowy System Elektroenergetyczny (KSE). Jego trzonem była sieć przesyłowa oparta na liniach o napięciu 110 kV i 220 kV. Pierwsza linia o napięciu 400 kV wybudowana została w Polsce w 1964 roku, a dwadzieścia lat później uruchomiono linię 750 kV, łączącą polski system z systemem ówczesnej Ukraińskiej SRR (obecnie linia wyłączona z eksploatacji). Ponad ¾ energii elektrycznej, produkowanej obecnie w kraju wytwarzane jest w elektrowniach wykorzystujących węgiel kamienny (ok. 50%) oraz brunatny.

Krajowy System Elektroenergetyczny

Krajowy System Elektroenergetyczny jest zbiorem wzajemnie powiązanych elementów, służących do wytwarzania, przesyłania i rozdzielu energii elektrycznej wraz z układami sterującymi jego pracą. Można wyróżnić podsystemy wytwórczy, przesyłowy i dystrybucyjny. Prawidłowe funkcjonowanie całego systemu elektroenergetycznego wymaga koordynacji ze stanem krajowej gospodarki, gdyż system ten, obok systemu transportowego można traktować jako krwioobiegi gospodarczy, warunkujący sprawne funkcjonowanie wszystkich gałęzi i dziedzin życia gospodarczego. Stąd tak ważną rolę odgrywa prawidłowo działający rynek energii, który można traktować jak swoisty element systemu krajowej elektroenergetyki.

Podstawowy parametr techniczny

Współczesne systemy elektroenergetyczne opierają się na prądzie przemiennym (AC – ang. *alternating current*). Taki prąd wypływa z jednostek wytwórczych, przepływa liniami elektroenergetycznymi i dociera do końcowych odbiorców. Najważniejszym parametrem technicznym, warunkującym integralność pracujących elementów w ramach jednego systemu elektroenergetycznego jest częstotliwość. Jest to stała wielkość określająca czas pomiędzy pojawieniem się maksymalnych wartości chwilowych w przebiegu zasilającego napięcia oraz prądu i jest ona charakterystyczna dla całego systemu w danej chwili.

Zespoły prądotwórcze w elektrowniach przyłączonych do systemu, pracują w warunkach normalnych synchronicznie, tzn. prędkość kątowna ich mas wirujących (dzięki którym zamieniana jest energia mechaniczna na elektryczną) jest jednakowa i proporcjonalna do częstotliwości panującej w systemie. Zgodnie z zasadą zachowania energii, łączna moc generowana w elektrowniach, powinna być równa sumie mocy wszystkich odbiorów oraz strat w systemie. Gdy te pozycje chwilowo się nie bilansują, powstaje stan przejściowy, polegający na zmianach częstotliwości systemu.

Przykładowo, gdy pobór energii jest mniejszy od ilości energii elektrycznej generowanej w tym samym czasie, zmniejsza się obciążenie zespołów prądotwórczych i prędkość kątowna wirowania mas wzrasta, a zatem zwiększa się też częstotliwość w systemie. Analogicznie, przy zwiększającym się poborze energii elektrycznej – następuje zwiększenie obciążenia i spowolnienie obrotów jednostek wirujących, a więc i spadek częstotliwości.

The first transmission systems with voltage of 220 kV were built in the 1950s. More or less at that time the existing systems with different voltage were connected, providing foundations for the present-day National Electricity System (NES). Its core was the transmission system based on 110 kV and 220 kV lines. The first 400 kV line was built in Poland in 1964, and twenty years later a 750 kV line connecting the Polish system with the system of the Ukrainian SRR was put into service (now the line is shut down). More than ¾ of electricity in Poland is now generated by power plants fired with hard coal (ca. 50%) and brown coal.

National Electricity System

The National Electricity System is a set of interconnected elements used for generating, transmitting and distributing electric power including systems controlling its operation. It comprises the generation, transmission and distribution subsystems. Correct operation of the entire electric power system requires coordination with the domestic economy as this system, next to the transportation system, can be deemed an economic 'bloodstream' conditioning the efficient operation of all branches and fields of economics. Thus, a correctly operating energy market to be considered a peculiar element of the national electricity system plays a very significant role.

Fundamental technical parameter

Contemporary electrical power engineering systems are mostly based on alternating current (AC). This type of electric current is produced by current generating units and is transmitted to electricity end users via power lines. The most important technical parameter being a condition of the integrity of elements working within an electricity system is frequency. Frequency is a fixed amount of time between the occurrence of the maximum temporary rating of supply voltage and electric current and it is characteristic of the entire system at a specific moment.

Current generators in power stations connected to the system, operating synchronically in normal conditions, that is, the angular velocity of their rotating masses (converting mechanical energy into electric energy) is identical and proportional to the frequency in the system. According to the rule of conservation of energy, the total power generated in power plants should equal the total power received and lost in the system. When, temporarily, there is no balance between them, a transitory condition comprising changes in system frequency occurs.

For instance, when the intake of power is lower than the amount of electricity that is generated at the same time, the load of current generating sets is reduced and the angular velocity of mass rotation increases, hence the frequency in the system also increases. By analogy, when the intake of electric energy increases – the load becomes higher and the rotation of rotating units is slower, so the frequency decreases.

W związku z czym, częstotliwość w systemie elektroenergetycznym jest wskaźnikiem zbilansowania mocy i jej monitorowanie jest wykorzystywane do sterowania wielkością mocy generowanej w poszczególnych elektrowniach, a to w celu pokrycia mocy odbiorów, która zmienia się w czasie, w sposób losowy.

W polskim systemie elektroenergetycznym częstotliwość bazowa (znamionowa) wynosi 50 Hz. Zgodnie z przyjętymi przez PSE S.A. „warunkami korzystania, prowadzenia ruchu, eksploatacji i planowania rozwoju sieci”, wartość średnia częstotliwości, mierzonej przez 10 sekund w miejscach przyłączenia urządzeń, instalacji lub innych sieci, powinna być zawarta w przedziale:

- 50 Hz \pm 1% (od 49,5 Hz do 50,5 Hz) przez 99,5% tygodnia
- 50 Hz +4%/-6% (od 47 Hz do 52 Hz) przez 100% tygodnia.

Ponadto, wymaga się, aby liczba dni pracy w ciągu miesiąca z częstotliwością zadaną 49,99 Hz lub 50,01 Hz, nie przekroczyła ośmiu.

Polski system elektroenergetyczny w Europie

Utrzymywanie w Krajowym Systemie Elektroenergetycznym (KSE) częstotliwości bazowej 50 Hz umożliwiło przyłączenie systemu naszego kraju do wspólnego, połączanego systemu elektroenergetycznego Europy Zachodniej, czyli systemu UCTE (ang. *Union for the Coordination of Transmission of Electricity*). Operator polskiego systemu elektroenergetycznego (PSE S.A.) został członkiem organizacji o ówczesnej nazwie UCPTe w 1999 roku, choć krajowy system pracował synchronicznie z systemem UCPTe już od 18 października 1995 roku (wraz z systemem Czech, Słowacji i Węgier w ramach tzw. systemu CENTREL).



Siedziba Polskiej Sieci Elektroenergetycznej Operator S.A. w Konstancinie-Jeziorna / Headquarters of Polskiej Sieci Elektroenergetycznej Operator S.A. in Konstancin-Jeziorna (arch. PSE)

Poważne przemiany, jakie nastąpiły w europejskiej elektroenergetyce, m.in. wprowadzenie pierwszej Dyrektywy 96/92/EC, w celu utworzenia jednolitego rynku energii elektrycznej (dyrektywa IEM) oraz powołanie w 1999 roku Europejskiego Stowarzyszenia Operatorów Przesyłowych ETSO, zmusiły UCPTe do przeprowadzenia reformy organizacyjnej. W jej wyniku postanowiono najpierw ograniczyć zakres działań UCPTe jedynie do przesyłu energii elektrycznej, w skutek czego, w 1999 roku organizacja pozbyła się ze swojego zakresu działań wytwarzania energii elektrycznej, zmieniając przy tym swoją nazwę na UCTE.

Członkami – założycielami zreorganizowanego UCTE zostało 33 operatorów systemów przesyłowych z: Austrii, Belgii, Bośni i Hercegowiny, Chorwacji, Czech, Francji, Grecji, Hiszpanii, Holandii, Jugosławii, Luksemburga, Macedonii, Niemiec, Polski, Portugalii, Słowacji, Słowenii,

Therefore, the frequency in the electric power system is the indicator of the balance of power and it is monitored for the purposes of controlling the amount of power generated by respective power plants in order to cover the power received that randomly changes in time.

In the Polish electric power system the base (rated) frequency is 50 Hz. According to “terms of using, maintaining, operating and planning the development of the grid” as adopted by PSE S.A., the mean frequency value measured over 10 seconds at the points where equipment, systems or other grids are connected, should fall within the range:

- 50 Hz \pm 1% (from 49.5 Hz to 50.5 Hz) for 99.5% of the week
- 50 Hz +4%/-6% (from 47 Hz to 52 Hz) for 100% of the week.

In addition, it is required that the number of working days in a month with a frequency setpoint of 49.99 Hz or 50.01 Hz, be no more than eight.

Polish electricity system in Europe

Maintaining the base frequency of 50 Hz in the National Electricity System (NES) made it possible to connect the national system to the shared, combined electric power system of Western Europe, that is, UCTE (Union for the Co-ordination of Transmission of Electricity). The

Polish electricity system operator (PSE S.A.) became a member of the organisation at that time called UCPTe in 1999 although the national system already worked synchronously with the UCPTe from 18 October 1995 (along with the systems of Czech Republic, Slovakia and Hungary forming the so-called CENTREL system).

Serious transformations in European electric power industry such as, for example, the introduction of the first directive 96/92/EC to form a uniform electricity market (IEM Directive) and establishment

of the organisation of the European Transmission System Operators (ETSO) in 1999, made UCPTe implement an organisational reform. As a result, a decision was made to limit the scope of UCPTe’s activities to transmission of electricity only, and as a consequence in 1999 the organisation removed electricity generation from the scope of its activities and was renamed UCTE.

The founding members of the restructured UCTE were 33 transmission system operators from: Austria, Belgium, Bosnia and Herzegovina, Croatia, Czech Republic, France, Greece, Spain, the Netherlands, Yugoslavia, Luxembourg, Macedonia, Germany, Poland, Portugal, Slovakia, Slovenia, Switzerland, Italy and Hungary. In July 2009 UCTE was liquidated by



Nastawnia „pięsetek” blok nr 10 - Elektrownia Kozienice / “500” control room, power unit no. 10 – Kozienice Power Plant (ENEA Wytwarzanie)

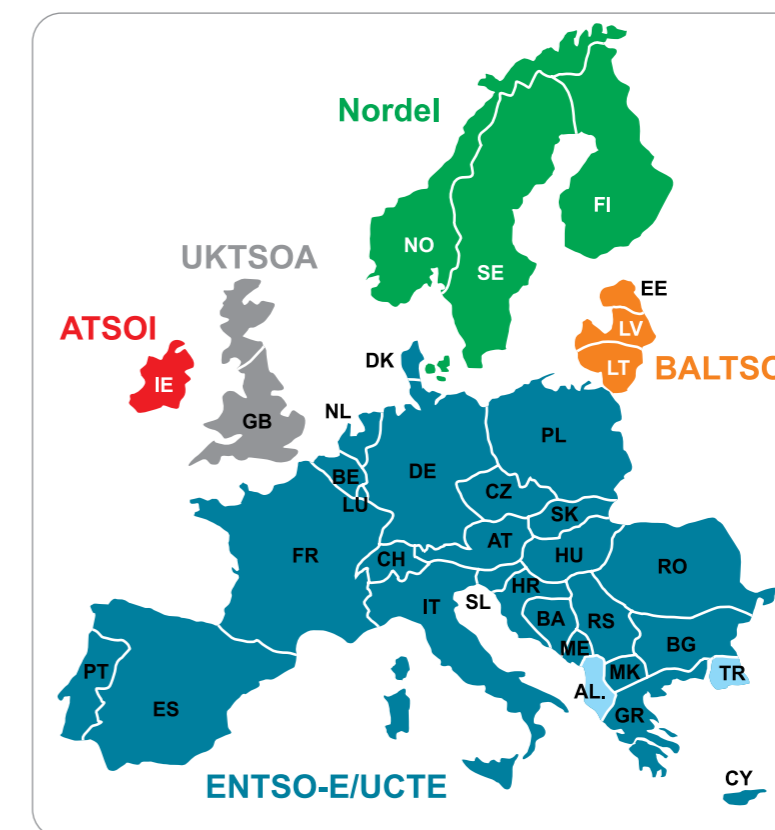
Szwajcarii, Włoch i Węgier. W lipcu 2009 roku zlikwidowano UCTE przez wcielenie struktury organizacyjnej w skład zreformowanej organizacji ETSO, obejmującej operatorów elektroenergetycznych sieci przesyłowych pod nazwą ETSO-E (ang. *The European Network of Transmission System Operators for Electricity*).

PSE S.A., jako operator systemu przesyłowego w Polsce uzyskał status członka-założyciela UCTE w dniu 17 maja 2001 roku, podpisując w Lizbonie, wspólnie z operatorami systemów przesyłowych z Czech, Słowacji oraz Węgier, statut tej organizacji.

ENTSO-E koordynuje pracę systemów elektroenergetycznych swoich 41 członków – operatorów systemów przesyłowych z 34 krajów, odpowiedzialnych za rozwój i prowadzenie ruchu połączonych systemów elektroenergetycznych z siecią przesyłową o napięciu co najmniej 220 kV. Jednym z celów organizacji jest promowanie rozwoju wspólnego rynku energii elektrycznej, wspieranie konkurencji, przy równoczesnym gwarantowaniu bezpieczeństwa pracy połączonych w ramach ETSO-E/UCTE systemów elektroenergetycznych, gdyż niezawodne i bezpieczne prowadzenie ruchu połączonych systemów jest warunkiem rozwoju konkurencji na rynku energii. Ukształtowany układ, połączonych systemów krajów Europy kontynentalnej dysponuje ponad 500 GW zainstalowanej mocy.

incorporating the structure of organisation in the reformed ETSO organisation made of electric power transmission system operators under the name of ETSO-E (The European Network of Transmission System Operators for Electricity).

PSE S.A., as the transmission system operator in Poland was granted the status of a founding member of UCTE on 17 May 2001 and, together with transmission system operators from the Czech Republic, Slovakia and Hungary, signed the articles of association of this organisation in Lisbon.



Obszary pracy synchronicznej systemów elektroenergetycznych w Europie w ramach poszczególnych organizacji / Areas of synchronous operation of electrical engineering systems in Europe within respective organisations

ENTSO-E coordinates the operation of the electric power systems of 41 members – transmission system operators from 34 countries responsible for developing and maintaining the connected electric power systems with the transmission grid of at least 220 kV. The objectives of the organisation include: promoting the development of a shared electricity market, supporting the competitive environment and at the same time ensuring the safe operation of an electric power system connected under ETSO-E/UCTE because safe operation of the interconnected systems is the condition for developing competition in the energy market. The resulting arrangement of interconnected systems of Continental Europe’s countries has more than 500 GW installed power at its disposal.

Organizacja ENTSO-E jest ponadto odpowiedzialna m.in. za:

- prowadzenie analiz i monitorowanie rozszerzenia strefy pracy synchronicznej systemu
- koordynację wzajemnej pomocy technicznej i operacyjnej między operatorami systemów przesyłowych
- koordynację i poprawę reguł operacyjnych strefy synchronicznej i jej połączeń zewnętrznych z sąsiadującymi systemami przesyłowymi
- upowszechnianie wiedzy eksperckiej o połączonych systemach elektroenergetycznych.

Obecnie, na kontynencie europejskim, poza strefą pracy synchronicznej systemów elektroenergetycznych w ramach ENTSO-E/UCTE, do których należy system Polski, istnieje pięć innych stref synchronicznych, mianowicie:

- krajów bałtyckich (BALTSO)
- krajów skandynawskich (Nordel)
- brytyjski (UKTSOA)
- irlandzki (ATSOI)
- skupionych wokół systemu Federacji Rosyjskiej (UPS).

Ponadto, są kraje Europy nienależące do żadnej ze stref. System ENTSO-E/UCTE jest połączony z sąsiadującymi systemami, m.in. brytyjskim, albańskim, skandynawskim (liniami prądu stałego HVDC), krajów bałtyckich (oddane połączenie Polski z Litwą ze wstawką prądu stałego „LitPol Link”), a nawet synchronicznie z systemem Afryki północno-zachodniej. Istnieją też na terytorium Ukrainy i Białorusi niewielkie podsystemy wyspowe, pracujące synchronicznie z systemem ENTSO-E/UCTE.

Struktura organizacyjna KSE

W okresie przemian gospodarczych w Polsce, pod koniec XX wieku, stosunki własnościowe struktury KSE podlegały przemianom rewolucyjnym, zaś powiązania organizacyjne – raczej ewolucyjnym. Zmiany struktury organizacyjno-własnościowej przebiegały pod hasłami, m.in.: prywatyzacji, budowy rynku energii, wprowadzania usług systemowych, ochrony antymonopolowej oraz decentralizacji z jednej strony i konsolidacji w celach kapitałowo-inwestycyjnych – z drugiej.

System elektroenergetyczny jest układem technicznym, działającym na podstawie obiektywnych praw elektrotechniki, tymczasem przedsiębiorstwa energetyczne stały się podmiotami gospodarczymi o własnych, często odmiennych interesach ekonomicznych. Koniecznym było więc utworzenie odpowiedniej struktury organizacyjnej, w celu koordynacji działań podmiotów dla zapewnienia niezawodnej i bezpiecznej pracy systemu i jego rozwoju jako całości.

Warto zauważyć, że o ile wytwórcy energii elektrycznej mogą ze sobą konkurować, to proces dostarczania energii do odbiorców końcowych funkcjonuje w warunkach monopolu naturalnego. Nieracjonalna jest więc budowa dublującej się na danym terytorium infrastruktury w zakresie sieci dosyłającej energię elektryczną z jednostek wytwórczych, współpracujących w ramach jednego systemu.

In addition, ENTSO-E is responsible for:

- analyzing and monitoring the extension of the synchronous system operation zone
- coordinating mutual technical and operational support between transmission systems operators
- coordinating and improving the operating rules for the synchronous zone and its external connections with the neighbouring transmission systems
- popularizing expert knowledge about interconnected electric power systems.

Currently, in the European continent, apart from the zone of synchronous operation of electric power systems under ENTSO-E/UCTE, including the electric power system of Poland, there are 5 other synchronous zones, namely:

- Baltic states (BALTSO)
- Scandinavian countries (Nordel)
- British zone (UKTSOA)
- Irish zone (ATSOI)
- Russian Federation system zone (UPS).

Furthermore, some European countries are not included in any of the zones. The ENTSO-E/UCTE system is connected with the neighbouring systems, e.g. British, Albanian, Scandinavian (direct current lines HVDC), Baltic states (connection between Poland and Lithuania with a direct current insert, "LitPol Link"), and even synchronously with the system of Northwest Africa. Also, in the territory of Ukraine and Belarus there are small off-grid subsystems operating synchronously with ENTSO-E/UCTE system.

NES organisation chart

In the period of economic transformations in Poland at the end of the 20th century the ownership relations within the structure of NES were subject to revolutionary changes, whereas organisational relations evolved. Changes in the structure of organisation and ownership were guided by ideas such as: privatisation, construction of an energy market, introduction of system services, antitrust measures and decentralization on the one hand and consolidation for capital and investment purposes on the other hand.

The electric power system is a technical system operating based on objective laws of electrical engineering. Meanwhile, energy companies have become economic entities pursuing their own, often different economic interests. Thus, it was necessary to set up a proper organisation structure to coordinate the activities of entities and ensure reliable and safe operation of the system and its development as a whole.

It is worth noting that insofar as electricity producers can compete with one another, the process of supplying power to end customers is a natural monopoly. Thus, it is irrational to build a double infrastructure in the specific territory for a grid supplying electricity from generating units working within a single system.

Sieci elektroenergetyczne, pod względem organizacyjnym, dzielą się na:

- sieci przesyłowe, transportujące na większe odległości do stacji transformatorowo-rozdzielczych lub największych odbiorców, energię elektryczną, produkowaną w większych elektrowniach systemowych; są to sieci najwyższych napięć (NN)
- sieci dystrybucyjne, zwane też rozdzielczymi, rozsyłające do odbiorców końcowych energię, odbieraną z sieci przesyłowej, a także wytwarzaną przez mniejsze jednostki generacyjne; są to sieci napięć wysokich (WN), średnich (SN) i niskich (nn).

Sieci te są zarządzane przez przedsiębiorstwa energetyczne, pełniące rolę ich operatorów, tj. sieci dystrybucyjnych (OSD) i przesyłowych (OSP). Ich techniczne zadania i obowiązki, regulują przepisy krajowego prawa.

Aktem prawnym, regulującym w Polsce podstawowe stosunki i organizację sektora elektroenergetyki jest uchwalona 10 kwietnia 1997 roku i wielokrotnie nowelizowana ustawa Prawo energetyczne. Na podstawie delegacji tejże ustawy wydawane są bardziej szczegółowe rozporządzenia, m.in. tzw. taryfowe i systemowe.

Regulacja elektroenergetyki w Polsce odbywa się na trzech płaszczyznach:

- najwyższa – ustawa Prawo energetyczne, określająca rozwiązania instytucjonalne
- średnia – akty wykonawcze wydawane przez Radę Ministrów i ministra właściwego do spraw energetyki, na podstawie ustawy
- indywidualna, wykonywana przez prezesa Urzędu Regulacji Energetyki, dysponującego sporym zakresem uprawnień uznaniowych.

Szczególną pozycję w systemie prawnym-organizacyjnym krajowej elektroenergetyki zajmuje więc Urząd Regulacji Energetyki (URE), którego powołanie wynikało z konieczności implementacji pierwszej dyrektywy IEM z 1996 roku. Dyrektywa ta wyliczała również kompetencje takiego urzędu, jako organu antymonopolowego, zapewniającego właściwe funkcjonowanie sektora elektroenergetycznego w warunkach konkurencji rynkowej.

Prezes URE odpowiedzialny jest za m.in.: regulowanie funkcjonowania rynku, promowanie konkurencji i przeciwdziałanie praktykom monopolistycznym, monitorowanie bezpieczeństwa dostaw energii, przydzielanie koncesji na działalność energetyczną i rozstrzyganie sporów, w szczególności związanych z koncesjonowaną działalnością energetyczną.

Prezes URE ma kompetencje do wydawania koncesji na wytwarzanie energii elektrycznej w większych jednostkach, na jej przesył oraz dystrybucję. Na mocy decyzji prezesa Urzędu Regulacji Energetyki, funkcję operatora systemu przesyłowego (OSP) w Polsce pełni firma PSE Operator S.A., jako odrębny podmiot prawny, wydzielony ze struktur PSE S.A. w lipcu 2004 roku. Firma posiada 5 oddziałów terenowych. Ich siedziby to Warszawa, Radom, Bydgoszcz, Katowice i Poznań.

Electric power systems in terms of organisation are classified into:

- transmission grids transporting electricity produced by major power stations connected to the grid at long distances to transformer and switching substations or the largest customers; these are ultra-voltage grids (UV)
- distribution grids, also referred to as switching grids, supplying power received from the transmission grid and generated by smaller generating units to end customers; these are high voltage (HV), medium voltage (MV) and low voltage (LV) grids.

These grids are managed by energy companies acting as their operators, i.e. distribution system operators (DSO) and transmission system operators (TSO). Their technical tasks and obligations are governed by national laws.

A legislative act that governs the basic relations and organisation of the electric power engineering sector in Poland is the Energy Law enacted on 10 April 1997 and amended many times afterwards. The delegation of this act forms the basis for issuing more specific regulations, e.g. so-called tariff and system regulations.

Electric power engineering in Poland is regulated at three levels:

- highest level – Energy Law specifying institutional solutions
- medium level – executive acts issued by the Council of Ministers and the minister in charge of power industry based on the act
- individual level – regulations of the President of the Energy Regulatory Office having a wide range of discretionary powers.

Thus, the Energy Regulatory Office (ERO), established in response to the necessity to implement the first IEM directive of 1996, has a special status in the regulatory and organisational system of national electric power engineering. The above-mentioned directive enumerated the powers and responsibilities of such an office as an antifraud authority in charge of ensuring correct operation of the electric power engineering sector in the market competition environment.

The President of ERO is responsible, among other things, for: regulating the operation of the market, promoting competition and preventing monopolist practices, monitoring of safe power supplies, granting licences to energy companies and resolving disputes, in particular those connected with licensed energy activities.

The President of ERO is empowered to issue licences with regard to generation of electricity in larger units, its transmission and distribution. Pursuant to the decision of the President of the Energy Regulatory Office, the transmission system operator (TSO) in Poland is the company PSE Operator S.A., as a separate legal entity isolated from the structures of PSE S.A. in July 2004. The company has 5 branches. They are based in Warsaw, Radom, Bydgoszcz, Katowice and Poznań.

Na początku 2016 roku lista podmiotów z koncesją, udzieloną przez prezesa URE na pełnienie funkcji operatorów sieci dystrybucyjnych (OSD) w Polsce, obejmowała 174 pozycje. Są to m.in.: większe zakłady przemysłowe i usługowe, dysponujące własną rozległą siecią z jednostkami wytwórczymi (np. huty, rafinerie, kolej, przemysł ciężki), przedsiębiorstwa gminne, w tym elektrociepłownie, a także nowe firmy budujące infrastrukturę energetyczną na obszarach nowych inwestycji. Te podmioty jednak nie odgrywają większego znaczenia, z punktu widzenia dystrybucji w całym KSE, gdyż największą infrastrukturą dysponuje czterech operatorów, funkcjonujących w ramach skonsolidowanych grup energetycznych, wywodzących się z dawnych zakładów energetycznych (PGE Dystrybucja S.A., Energa-Operator S.A., Enea Operator S.A., Tauron-Dystrybucja S.A., a także RWE Stoen Operator S.A.).

Za zarządzanie operacyjne zasobami technicznymi Krajowego Systemu Elektroenergetycznego (KSE) odpowiedzialne są służby dyspozytorskie, tworzące hierarchiczny układ czteroszczeblowy, mianowicie są to:

- Krajowa Dyspozycja Mocy (KDM)
- Obszarowe Dyspozycje Mocy (ODM)
- Zakładowe Dyspozycje Ruchu (ZDR)
- Rejonowe Dyspozycje Ruchu (RDR).

Dwie pierwsze (jeden KDM i pięć ODM-ów) to służby dyspozytorskie OSP, zaś pozostałe (ZDR-y i RDR-y) są służbami poszczególnych OSD. Zakres ich zadań oraz mechanizmy współpracy określa ustawa Prawo energetyczne i wydane na jej podstawie rozporządzenia szczegółowe (np. tzw. rozporządzenie systemowe). Szczegółowe procedury i kryteria działalności zawierają wewnętrznie opracowywane dokumenty, tj. instrukcje ruchu i eksploatacji sieci: przesyłowej i dystrybucyjnej (odpowiednio IRIESP oraz IRIESD). Instrukcje te muszą być zatwierdzone przez prezesa URE.

Konieczność rozwoju i rozbudowy sieci przesyłowej oraz rosnące wymagania w stosunku do operatora, w zakresie efektywności i sprawności nadzoru nad siecią przesyłową, spowodowały korektę modelu funkcjonowania służb dyspozytorskich sieci przesyłowej. Zmiana polegała na wyodrębnieniu zadań koordynacji prac związanych z czynnościami eksploatacyjnymi sieci, od czystych zadań koordynacji ruchowej (sterowania pracą sieci, przepływami mocy i utrzymywanie właściwych parametrów pracy systemu). W 2006 roku wyodrębniono nową jednostkę, Centrum Nadzoru (CN). W kolejnym roku

At the beginning of 2016 the list of companies licensed by the President of ERO to act as distribution system operators (DSO) in Poland comprised 174 entities. These are: major industrial and service plants with their own wide area grids and generating units (e.g. steelworks, refineries, railway, heavy industry), municipal enterprises including combined heat and power plants and new companies building the power infrastructure within new investment areas. However, these entities play no major role in terms distribution throughout NES since the largest infrastructure is at the disposal of four operators working within consolidated energy groups deriving from former power distribution companies (PGE Dystrybucja S.A., Energa-Operator S.A., Enea Operator S.A., Tauron-Dystrybucja S.A., and RWE Stoen Operator S.A.).

The operating management of the technical resources of the National Electricity System (NES) is the responsibility of dispatching services in a hierarchical four-level arrangement, namely:

- National Power Dispatch Centre (NPDC)
- District Power Dispatch Centres (DPDC)
- Works Power Dispatch Centres (WPDC)
- Regional Power Dispatch Centres (RPDC).

The two first levels (one NPDC and five DPDCs) are TSO's dispatching services, whereas the other two (WPDCs and RPDCs) are the services of respective DSOs. The scope of their tasks and mechanisms of cooperation are described by the Energy Law and detailed regulations issued on its basis (e.g. so-called system regulation). Detailed operating procedures and criteria include internal documents such as transmission and distribution grid maintenance and operation instructions (respectively IRIESP and IRIESD in Polish). The instructions must be approved by the President of ERO.

The necessity of developing and expanding the transmission system and increasing demands to the operator regarding the effectiveness and efficiency of supervision of the transmission grid resulted in the adjustment of the model of operation of transmission grid dispatching services. The change was about separating the tasks involving coordination of works connected with the operation of the grid, starting with pure maintenance coordination tasks (control of the grid's operation, control of power flow and maintaining proper system operation parameters). In 2006 a new unit was established

Grupa / Group	Dystrybucja energii do odbiorców końcowych w TWh / Distribution of electricity to end consumers in TWh	Długości linii w km / Length of lines in km	Udziały procentowe w dystrybucji energii elektrycznej / Percentage share in distribution of electricity
ENEA	17,6	113 054	14%
ENERGA	20,9	184 000	17%
PGE	32,5	281 290	26%
TAURON	45,6	258 000	37%
Pozostali / Other	8	b.d / no data	6%

Struktura wielkości dystrybucji energii elektrycznej w Polsce oraz długości sieci dystrybucyjnych zarządzanych przez krajowe grupy energetyczne. Dane z 2014 roku.
Źródło: Raport roczny Tauron 2014 / Structure of distribution of electricity in Poland by volume and lengths of distribution systems administered by domestic energy groups. Data for 2014.
Source: Tauron's annual report 2014

powołano pięć oddziałów pod nazwą Regionalne Centra Nadzoru (RCN), zgodnie z właściwością terenową obszarów sieci. Od 2008 roku pełnią one służbę w systemie całodobowym. Podstawowym zadaniem tych jednostek jest bieżący nadzór nad stanem technicznym elementów majątku sieciowego. Zatem, za prowadzenie ruchu sieci i kierowanie pracą jednostek wytwórczych w KSE odpowiadają KDM wraz z poszczególnymi ODM-ami, jako służby dyspozytorskie OSP; natomiast za bieżący i ciągły nadzór nad funkcjonowaniem elementów sieci przesyłowej oraz nadzór nad koniecznymi pracami, wykonywanymi na tych elementach odpowiadają służby nadzoru eksploatacji w strukturach CN i odpowiednich RCN-ów.

Wytwarzanie w KSE

Zdolności wytwórcze Krajowego Systemu Elektroenergetycznego (KSE) charakteryzuje moc zainstalowana, która jest definiowana, jako suma mocy wszystkich czynnych generatorów zainstalowanych w elektrowniach. Moc ta na dzień 31 grudnia 2015 roku wynosiła 40 445 MW.

Największa moc czynna, jaką mogą wygenerować wszystkie elektrownie w krajowym systemie elektroenergetycznym, to moc osiągalna. Moc ta jest mniejsza od mocy zainstalowanej o trwałe ubytki mocy, powodowane m.in. zmianą jakości paliwa, spadkiem wydajności poszczególnych elementów elektrowni (np.: uszkodzenia części łopatek turbiny, osady w kotle). Moc osiągalna w KSE na 31 grudnia 2015 roku wyniosła 39 777 MW. KSE jest jeszcze charakteryzowany przez moc dyspozycyjną, która jest największą mocą, jaką można uzyskać w systemie podczas nieustannej pracy wszystkich jednostek wytwórczych przynajmniej przez godzinę. Jest ona mniejsza od mocy osiągalnej, a różnica wynika z wyłączeń planowanych (np. remonty) i nieplanowanych (np. awarie).

W polskich źródłach wytwórczych wytwarza się rocznie ok. 160 000 GWh energii elektrycznej, co daje ok. 4129 kWh na mieszkańca (2014 rok). Polska jest na 6. miejscu producentów energii w Unii Europejskiej. W 2014 roku w całym kraju zużyto łącznie 151 027 GWh, zaimportowano 13 508 GWh i wyeksportowano 11 342 GWh, co daje 10 086 GWh strat i różnic bilansowych. Zatem w ciągu roku, różnica wynosi niemal tyle, ile zużycie energii elektrycznej w województwie łódzkim. Największy udział w generacji energii elektrycznej w Polsce mają źródła konwencjonalne, oparte na paliwach kopalnych.

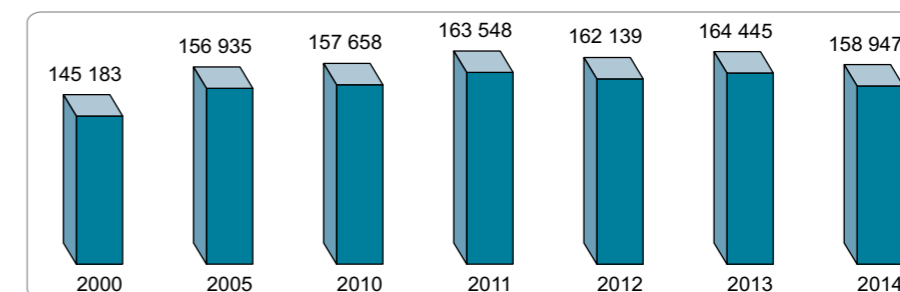
– the Monitoring Centre (MC). In the following year, five branches called Regional Monitoring Centres (RMC) were set up in respective grid areas. Since 2008 they have operated on a 24h basis. The basic task of these units is ongoing monitoring of the technical condition of grid assets. Thus, the NPDC and respective DPDCs are in charge of maintaining and controlling the operation of generating units within NES, in their capacity as TSO's dispatching services; however, ongoing and continuous monitoring of the operation of elements of the transmission system and supervision of necessary works on such elements is the responsibility of operation monitoring services in the MC and respective RMCs.

Generation in NES

The generating capacity of the National Electricity System (NES) is characterised by installed power defined as a total of all active generators installed in power plants. As at 31 December 2015 the power was 40 445 MW.

Rodzaj elektrowni / Power plant type	Moc w KSE osiągalna/zainstalowana [%] / Attainable/installed power in NES [%]
Na węgiel kamienny / Hard coal fired	48,11/47,84
Na węgiel brunatny / Lignite fired	23,44/22,97
Gazowe / Gas fired	3,2/2,47
Wodne / Hydroelectric	5,86/5,66
OZE / RES	13,22/14,06
Przemysłowe / Industrial	6,16/7,0

Moc zainstalowana i moc osiągalna w KSE wg podziału na rodzaje elektrowni. Dane na koniec 2015 roku. Źródło: PSE S.A. / Installed power and attainable power in NES according to power plant types. Data for 2015. Source: PSE S.A.



Ilości rocznie wyprodukowanej energii elektrycznej w kraju w latach 2000-2014 w GWh. Źródło: PTPiREE / Volume of electricity generated in Poland in 2000-2014 in GWh. Source: PTPiREE

The maximum active power that all power plants within the national electricity system can generate is the attainable power. This power is smaller than the installed power by permanent capacity deficiencies caused, among other things, by a change in fuel quality, reduced efficiency of respective elements of the power plant (e.g. damage of some blades of the turbine, sediment in the boiler). The attainable power in NES at 31 December 2015 was 39 777 MW. In addition, NES is characterised by available power, that is, the maximum power output of the system when all generating units work continuously for at least one hour. It is smaller than attainable power and the difference is a result of scheduled outages (e.g. overhauls) and non-scheduled outages (e.g. failures).

The Polish generating sources produce about 160 000 GWh of electricity in a year, which corresponds to about 4 129 kWh per capita (in 2014). Poland is the 6th largest energy producer in the European Union. In 2014, on a nationwide scale, 151 027 GWh were consumed in total, 13 508 GWh were imported and 11 342 GWh were exported, which gives 10 086 GWh of balance losses and differences. Thus, over one year the difference is nearly identical to consumption of electricity in Łódź voivodeship. Conventional sources based on fossil fuels have the largest share in electricity generation in Poland.

Sporym problemem w podsektorze wytwórczym KSE jest wysoki poziom wyeksploatowania jednostek, który dla funkcjonujących elektrowni – opartych głównie na węglu – jest szacowany na 70%. Według przewidywań Ministerstwa Gospodarki, moc zainstalowana, jaka może zostać wycofana z jednostek wytwórczych KSE do 2030 roku, to łącznie 12,26 GW, a do końca 2017 roku przynajmniej 4,4 GW, głównie z elektrowni i elektrociepłowni opalanych węglem kamiennym lub brunatnym (96%). Do roku 2050, z istniejących obecnie zasobów wytwórczych, funkcjonować może jedynie ok. 5 GW mocy, przeważnie w elektrowniach wodnych. Tempo wycofywania jednostek wytwórczych powinno spaść po roku 2018. W tym czasie spodziewane są oddania większych projektów. Informacje o zasobach wytwórczych KSE w podziale na rodzaje elektrowni przedstawiono w poniższej tabeli.

A serious problem in the generation subsector of NES is a high level of wear of units that, for the power plants in operation – mainly those coal-based – is estimated at 70%. According to estimates by the Ministry of Economy, the installed power that can be withdrawn from generating units of NES by 2030 is 12.26 GW in total, and by the end of 2017 at least 4.4 GW - mainly from power plants and combined heat and power plants fired with hard coal or brown coal (96%). By 2050, from the existing generating resources only about 5 GW will survive, mainly in hydroelectric power plants. The rate of shutting down generating units should decrease after 2018. At that time, the commissioning of larger projects is expected. Information about the generating resources of NES according to types of power plants is presented in the table below.

Elektrownia / Power plant	Właściciel / Owner	Moc osiągalna w MW / Attainable power in MW
Jednostki na węgiel brunatny / Lignite fired plants		
Adamów	ZE Pątnów-Adamów-Konin S.A.	600
Bełchatów	PGE Górnictwo i Energetyka Konwencjonalna	5420
Pątnów 1	ZE Pątnów-Adamów-Konin S.A.	1222
Pątnów 2	Elektrownia Pątnów II Sp. z o.o.	464
Turów	PGE Górnictwo i Energetyka Konwencjonalna S.A	1488
Jednostki na węgiel kamienny / Hard coal fired plants		
Dolna Odra	PGE Górnictwo i Energetyka Konwencjonalna	1362
Jaworzno 3	TAURON Wytwarzanie S.A.	1345
Karolin 2	Karolin 2	112
Kozienice 1	ENEA Wytwarzanie S.A.	1791
Kozienice 2	ENEA Wytwarzanie S.A.	1120
Łagisza	TAURON Wytwarzanie S.A.	820
Łaziska 2	TAURON Wytwarzanie S.A.	250
Łaziska 3	TAURON Wytwarzanie S.A.	905
Opole	PGE Górnictwo i Energetyka Konwencjonalna SA	1532
Ostrołęka B	Energa Elektrownie Ostrołęka S.A.	647
Połaniec	GDF SUEZ Energia Polska Spółka Akcyjna	1657
Rybnik	EDF Polska S.A.	1775
Siersza	TAURON Wytwarzanie S.A.	677
Stalowa Wola 3	TAURON Wytwarzanie S.A.	250
Turów	PGE Górnictwo i Energetyka Konwencjonalna	1488
Elektrownie wodne (szczytowo-pompowe) / Hydroelectric power plants (pumped-storage)		
Dychów	PGE Energia Odnawialna Dychów	85
Porąbka-Żar	PGE Energia Odnawialna S.A.	540
Solina	PGE Energia Odnawialna S.A. Oddział ZE W	198
Żarnowiec	PGE Energia Odnawialna S.A.	716
Żydowo	ENERGA Wytwarzanie Sp. z o.o.	157
Jednostki na gaz ziemny / Gas fired plants		
Płock	PKN Orlen S.A.	600
EC Stalowa Wola	TAURON Wytwarzanie S.A.	467
EC Włocławek	PKN Orlen S.A.	491

Zasoby wytwórcze KSE, stan z 30 listopada 2015 r., Źródło: PSE S.A. / NES generating resources, as at 30 November 2015, Source: PSE S.A.

W Polsce sukcesywnie rozwija się energetyka odnawialna, zwłaszcza wiatrowa (65% mocy zainstalowanej wszystkich OZE w Polsce, tj. około 4-krotnie więcej niż w elektrowniach na biomasę), głównie w północno-zachodnich rejonach. Aktualnie, do krajowej sieci elektroenergetycznej przyłączonych jest ponad 2000 instalacji OZE, z czego ponad 90% o mocy powyżej 1 MW, a udział małych instalacji OZE, przyłączonych do sieci niskiego napięcia (tj. o mocy poniżej 200 kW), to 0,6%. Mamy zatem sytuację odmienną, niż w Niemczech, gdzie 90% OZE pracuje w sieciach niskich napięć. Dwudziestu największych polskich producentów energii z OZE wywodzi się z czterech krajowych koncernów energetycznych i zajmuje 70% rynku.

Charakterystyczne dla Polski jest nierównomierne rozmieszczenie największych elektrowni na jej terytorium (ze względu na lokalizację głównych surowców na południu kraju). Dla przykładu, ponad 90% energii elektrycznej, zużywanej w województwie warmińsko-mazurskim jest dosyłane z innych regionów. Transport energii elektrycznej generowanej w jednostkach wytwórczych, pracujących w systemie jest możliwy dzięki liniom elektroenergetycznym, napowietrznym i kablowym wraz ze sprzętem pomocniczym, tworzącym sieć elektroenergetyczną.

In Poland renewable energy industry has successively developed, and in particular the wind power sector (65% of installed power in all RES in Poland, i.e. about 4 times more than in biomass fired power plants), mainly in north western regions. Currently, more than 2000 RES systems are connected to the national electricity grid, including more than 90% with power above 1 MW, and the share of small RES systems connected to low voltage grids (i.e. with power above 200 kW) is 0.6%. Thus, the situation is different from

Grupa energetyczna Energy group	Udział mocy zainstalowanej/wytwarzania energii [%] Share in installed power/generated energy [%]
PGE	33/38
Tauron	14/13
Enea	8/8
ZE PAK	7/7
Energa	3/3
Pozostali / Other	35/31

Udziały w mocy zainstalowanej w KSE i w ilości wytwarzanej energii według grup energetycznych. Źródło: Raport roczny Tauron 2014
Share in installed power in NES and volume of generated electricity according to energy groups. Source: Tauron's annual report 2014

that in Germany where 90% of RES work in low voltage grids. Twenty largest Polish producers of energy from RES derive from four domestic energy concerns and account for 70% of the market.

Uneven distribution of the largest power plants is a characteristic feature of the territory of Poland (with regard to the location of the main resources in the south). For

instance, more than 90% of electricity consumed in Warmia and Masuria voivodeship is produced in and supplied from other regions. Electricity generated in power generating units which operate within the system can be transported through overhead and cable power lines which together with the auxiliary equipment form the power grid.



Elektrownia Wodna Solina na Sanie uruchomiona w 1968 r. / Hydroelectric power plant Solina on the San commissioned in 1968 (arch. Photofactory®)



Elektrownia Jaworzno – nastawnia bloku / The Jaworzno Power Plant – power unit control room (arch. Photofactory®)

Sieci elektroenergetyczne

Krajowa sieć elektroenergetyczna dostarcza energię do ponad 17 milionów odbiorców. W 2014 roku w Polsce było przyłączonych:

- 368 odbiorców do sieci wysokich napięć
- 35 569 odbiorców do sieci średnich napięć
- 17 001 880 odbiorców do sieci niskich napięć, z czego 14 754 412 to gospodarstwa domowe i rolne.

Jak podaje PTPIREE, w 2014 roku w polskich sieciach elektroenergetycznych pracowało 260 069 transformatorów o łącznej mocy 152 849 MVA w 258 194 stacjach transformatorowych, linie napowietrzne sieci elektroenergetycznych miały razem 596 582 km, zaś linie kablowe 235 118 km. Dla porównania, długość równika Ziemi to 40 075 km.

Struktura krajowych sieci elektroenergetycznych jest hierarchiczna. Swoistą kręgosłup struktury to sieć przesyłowa. W Polsce sieć ta, zarządzana przez firmę PSE S.A., obejmuje (zgodnie ze stanem majątku na 1 stycznia 2016 roku):

- 1 linię o napięciu 750 kV o długości 114 km (wyłączona z eksploatacji)
- 89 linii o napięciu 400 kV o łącznej długości 5984 km
- 167 linii o napięciu 220 kV o łącznej długości 7971 km
- 106 stacji najwyższych napięć (NN)
- podmorskie połączenie 450 kV DC Polska – Szwecja o całkowitej długości 254 km (z czego 127 km należy do PSE S.A.).

Incydentalnie, w KSE niektóre z linii 110 kV pełnią też rolę linii przesyłowych. Za rozwojowe uznaje się sieci 400 kV. Łącznie, krajowa sieć przesyłowa to 257 linii o całkowitej długości 14 069 km. Sieć KSE jest połączona z sieciami krajów sąsiednich, mianowicie:

- z Niemcami: Krajnik-Vierraden i Mikułowa-Hagenverder, są to linie 400 kV dwutorowe
- z Czechami: Wielopole-Albrechtice i Wielopole-Nosovice – pojedyncze linie 400 kV oraz Bujaków-Liskovec i Kopanina-Liskovec – pojedyncze linie 220 kV
- ze Słowacją: Krosno-Lemesany – dwutorowa 400 kV



Stacja transformatorowa / Transformer station (arch. Photofactory®)

Power grids

The national power grid supplies electricity to more than 17 million customers. In 2014 in Poland:

- 368 customers were connected to high voltage systems
- 35 569 customers were connected to medium voltage systems
- 17 001 880 customers were connected to low voltage systems, including 14 754 412 households and farmsteads.

According to Polish Power Transmission and Distribution Association, in 2014 Polish power grids were equipped with 260 069 transformers with a total capacity of 152 849 MVA operating in 258 194 transformer stations. In total, overhead power lines were 596 582 km long and the length of cable power lines was 235 118 km. To compare, the length of the Earth's equator is 40 075 km.

The structure of domestic power grids is hierarchical. The peculiar backbone of the structure is the transmission system. In Poland, this grid, managed by PSE S.A., consists of (according to the statement of assets as at 01 January 2016):

- 1 line with voltage of 750 kV, length 114 km (shut down)
- 89 lines with voltage of 400 kV, total length 5 984 km
- 167 lines with voltage of 220 kV, total length 7 971 km
- 106 ultra-voltage stations (UV)
- 450 kV DC offshore line Poland-Sweden, total length 254 km (including 127 km owned by PSE S.A.).

Incidentally, in NES some of the 110 kV lines are also transmission lines. 400 kV grids are considered prospective. In total, the national transmission grid comprises 257 lines with a total length of 14 069 km. NES is connected to the grids of the neighbouring countries, namely:

- Germany: Krajnik-Vierraden and Mikułowa-Hagenverder – these are two-track 400 kV power lines
- Czech Republic: Wielopole-Albrechtice and Wielopole-Nosovice – single 400 kV power lines and Bujaków-Liskovec and Kopanina-Liskovec – single 220 kV power lines
- Slovakia: Krosno-Lemesany – two-track 400 kV power line

- z Ukrainą: linia 220 kV Dobrotwór-Zamość oraz 750 kV Rzeszów-Chmielnicka (nieczynna)
- z Białorusią: linia 220 kV Wólka Dobryńska-Brześć oraz 220 kV Białystok-Roś (nieczynna)
- ze Szwecją: podmorski kabel prądu stałego +/- 450 kV Słupsk-Starno. Pod koniec 2015 roku uruchomiono połączenie z Litwą (Ełk-Alytus), składające się z linii napowietrznych 400 kV po obu stronach stacji przekształtnikowej prądu stałego, znajdującej się w Alytus na Litwie. Ponadto, istnieją połączenia transgraniczne na poziomie sieci rozdzielczej 110 kV: jedno z Niemcami, cztery z Czechami i jedno z Białorusią. Planowana jest budowa trzeciego połączenia z Niemcami, lecz realizację inwestycji przełożono na 2030 rok.

Sieci dystrybucyjne budowane są na napięciach:

- wysokie (WN): 110 kV
- średnie (SN): 30 kV, 20 kV, 15 kV, 10 kV, 6 kV, przy czym 30 kV uznaje się za nierozwojowe, zaś 6 kV i 10 kV są użytkowane w sieciach przemysłowych
- niskie (nn): do 1 kV, zazwyczaj 230/400 V.

Za niezawodne funkcjonowanie infrastruktury technicznej sieci elektroenergetycznych, dzięki której możliwa jest fizyczna realizacja umów zawieranych pomiędzy uczestnikami rynku energii, odpowiadają operatorzy systemów (OSD i OSP). Czynności związane z bieżącym handlem energią elektryczną, realizują operatorzy rynku – operatorzy handlowi (OH) i handlowo-techniczni (OHT).

Rynek energii elektrycznej w Polsce

W latach 90. XX wieku w Europie coraz popularniejszy stawał się pogląd, że energia elektryczna jest towarem i powinna podlegać rozliczeniom na zasadach rynkowych. W Polsce wraz z przemianami ustrojowymi, nastąpiły działania w kierunku budowy konkurencyjnego rynku energii. Filarami działań były:

- demonopolizacja – zastosowanie tzw. *unbundlingu*, czyli rozdzielenia działalności wytwórczej, przesyłowej i handlowej
- liberalizacja – zastosowanie tzw. zasady TPA (ang. *Third Party Access*), czyli swobodnego dostępu stron trzecich do sieci energetycznych
- prywatyzacja – początkowo przekształcanie przedsiębiorstw państwowych w jednoosobowe spółki Skarbu Państwa, następnie sprzedaż udziałów inwestorom z kraju i z zagranicy.

Ważną rolę w procesie kształtowania się polskiego rynku energii należy przypisać Urzędowi Regulacji Energetyki, powołanemu w 1997 roku wraz z przyjęciem ustawy Prawo energetyczne. Po formalnym wejściu Polski do Unii Europejskiej w 2004 roku, proces liberalizacji krajowego rynku energii został przyspieszony. Do prawa krajowego wdrożono dwie dyrektywy, odnoszące się do wspólnych zasad wewnętrznego (europejskiego) rynku energii elektrycznej i gazu ziemnego (Dyrektywa 2003/54/WE oraz Dyrektywa 2003/55/WE). Zgodnie z założeniami Komisji Europejskiej, na tak ukształtowanym wspólnym rynku, konsumenci tj. zarówno gospodarstwa domowe, jak i podmioty gospodarcze, będą mogły swobodnie wybierać sprzedawcę energii, a przedsiębiorstwa energetyczne będą mogły konkurować o klientów w całej Unii Europejskiej.

- Ukraine: 220 kV Dobrotwór-Zamość power line and 750 kV Rzeszów-Chmielnicka power line (inactive)
- Belarus: 220 kV Wólka Dobryńska-Brześć power line and 220 kV Białystok-Roś power line (inactive)
- Sweden: offshore DC cable line: +/- 450 kV Słupsk-Starno. At the end of 2015 the connection to Lithuania (Ełk-Alytus), consisting of 400 kV overhead power lines on both sides of the direct current transformer station in Alytus (Lithuania), was put into service. In addition, cross-border connections exist at the level of the 110 kV distribution grid: one with Germany, four with the Czech Republic and one with Belarus. The planned construction of a third connection with Germany was postponed until 2030.

Distribution grids are built with the following voltage:

- high voltage (HV): 110 kV
- medium voltage (MV): 30 kV, 20 kV, 15 kV, 10 kV, 6 kV, whereas 30 kV is deemed non-prospective, while 6 kV and 10 kV are used in industrial systems
- low voltage (LV): up to 1 kV, usually 230/400 V.

Reliable operation of the technical infrastructure of power grids, ensuring physical performance of contracts concluded between participants of the energy market, is the responsibility of system operators (TSO and DSO). Activities connected with ongoing trading in electricity are carried out by market operators – commercial operators (CO) and commercial and technical operators (CTO).

Electricity market in Poland

In 1990s Europe a view was popularized perceiving electricity as a commodity which should be accounted for at arm's length. In Poland, political transformations were accompanied by activities aiming at the construction of a competitive energy market. The pillars of such activities were:

- demonopolization – application of the so-called unbundling, that is, separation of generation, transmission and trading activities
- liberalization – application of the so-called TPA (Third Party Access) principle, that is, free access of third parties' power grids
- privatization – initially, transforming state-owned enterprises into companies wholly owned by the State Treasury, and then selling shares to Polish and foreign investors.

An important role in shaping the Polish energy market must be assigned to the Energy Regulatory Office established in 1997 when the Energy Law was adopted. Following the formal accession of Poland to the European Union in 2004, the process of liberalization of the domestic energy market was accelerated. Two directives were implemented in the national law referring to common rules of the internal (European) market in electricity and natural gas (Directive 2003/54/EC and Directive 2003/55/EC). According to the assumptions of the European Commission, on such a common market, consumers, i.e. both households and economic entities, will be free to choose the seller of energy and the energy companies will be able to compete for customers throughout the European Union.

Poważne zmiany nastąpiły w połowie 2007 roku, kiedy to każdy krajowy odbiorca indywidualny (w tym gospodarstwo domowe) uzyskał prawo zakupu energii od wybranego przez siebie sprzedawcy, nie musząc korzystać z usług firmy, która zarządza siecią elektroenergetyczną, do której jest przyłączony.

W Polsce funkcjonuje model rynku energii elektrycznej należący do grupy rynków zdecentralizowanych (rozproszonych). Takie modele rynku zostały wdrożone z pewnymi modyfikacjami, uwzględniającymi lokalne uwarunkowania, między innymi w Kalifornii (USA), częściowo w Australii, w Skandynawii oraz Wielkiej Brytanii. W modelu zdecentralizowanego rynku energii, podstawę działania tworzą: giełda energii, OSP i operatorzy handlowo-techniczni (OHT).

Mając na myśli przedmioty obrotu, krajowy rynek energii elektrycznej można podzielić na:

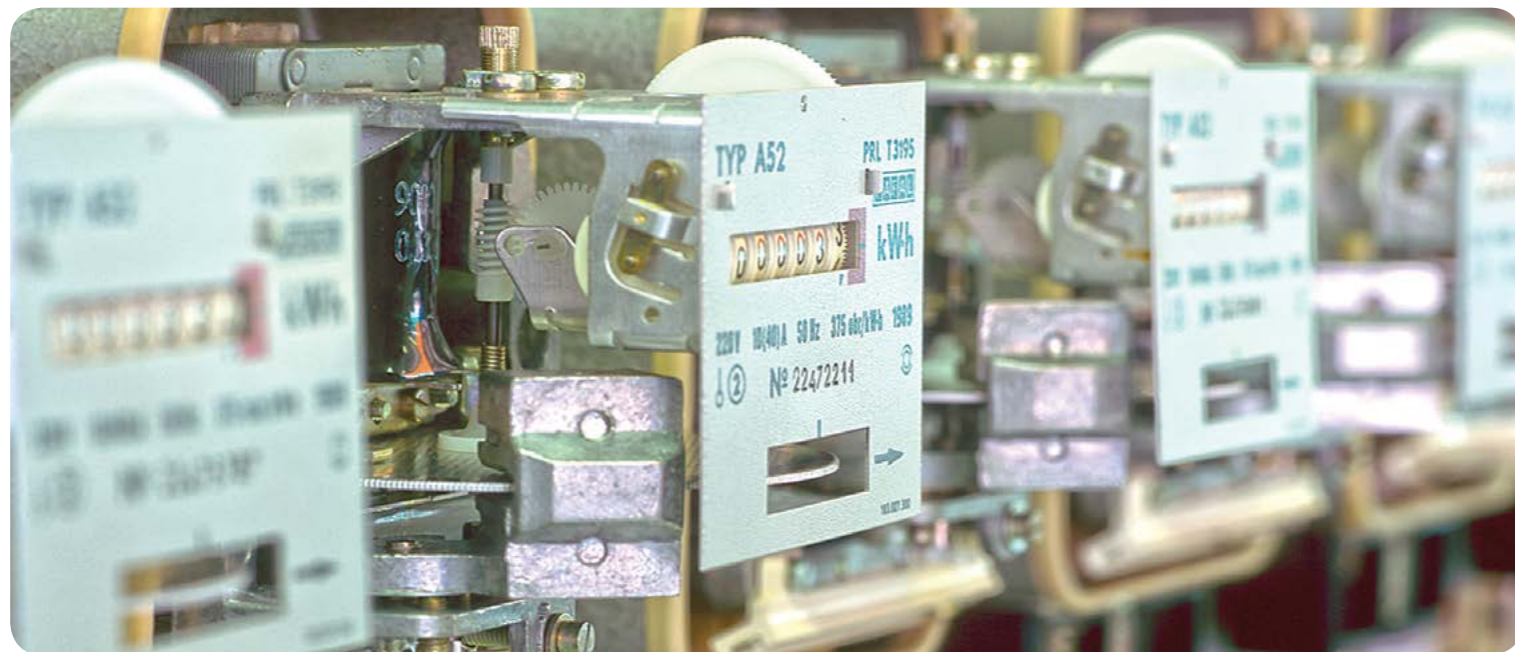
- rynek energii elektrycznej czynnej, gdzie obrót dotyczy energii czynnej w sensie ilościowym, po określonej cenie, w określonym czasie i miejscu dostarczenia
- rynek techniczny, gdzie przedmiotem obrotu są usługi systemowe (regulacyjne), niezbędne do technicznej realizacji przesyłu zakontraktowanej energii, w szczególności – energia elektryczna produkowana w wyznaczonych jednostkach wytwórczych, których praca jest wymuszona względami technicznymi funkcjonowania systemu (konieczność utrzymania stabilności, niezawodności i odpowiednich parametrów jakości energii elektrycznej w określonych węzłach sieci)
- rynek finansowy, gdzie obrotowi podlegają instrumenty finansowe i pochodne, (powiązane z zabezpieczeniami finansowymi przed ryzykiem, wynikającym z prowadzenia operacji handlowych), a także kontrakty finansowe (związane z dostarczaniem energii, w określonej cenie, wielkości i ilości, ale bez wskazania dostawcy).

In mid 2007 serious changes occurred when every domestic individual customer (including households) was granted the right to purchase electric energy from a seller of their own choice with no need to use the services of a company managing the power grid to which they were connected.

The electricity market in Poland is a decentralized (scattered) market. Such market models were implemented with certain modifications, taking local conditions into consideration, for example in California (USA), partly in Australia, in Scandinavia and Great Britain. The underlying operations of a decentralized energy market are carried out by: power exchange, transmission system operator (TSO) and commercial and technical operators (CTO).

Speaking about objects of trading, the domestic electricity market can be split into:

- the active electricity market, where turnover refers to active power in terms of quantity, at a specific price, at a specific time and place of supply
- the technical market, where the object of turnover is system (regulatory) services that are necessary for the technical transmission of contracted energy, and in particular electricity produced in specific power generating units where generation is forced by technical constraints in the operation of the power system (necessity to ensure stability, reliability and maintenance of adequate electricity quality parameters at specific grid nodes)
- financial market where financial and derivative instruments (related to financial hedging of business trading risk) as well as financial contracts (related to supplying energy at a specific price, in a specific volume and quantity, but without indicating the supplier) are subject to trading.



Według unijnej dyrektywy do 2020 r. mają zostać zamontowane nowe urządzenia – liczniki energii elektrycznej
According to the EU Directive new units – electric energy meters – must be installed by 2020 (arch. Photofactory®)

Rynek energii elektrycznej czynnej

Polski rynek energii elektrycznej czynnej, ze względu na ilości bezwzględne obrotu dzielimy na hurtowy i detaliczny.

Rynek hurtowy

Rynek hurtowy energii elektrycznej w Polsce cechuje się dosyć wysokim stopniem koncentracji, który wynika z przeprowadzonych procesów konsolidacji przedsiębiorstw elektroenergetycznych, należących do Skarbu Państwa – najpierw poziomych, później pionowych. Największy udział w podsektorze wytwórczym ma grupa PGE, natomiast na rynku sprzedaży – Tauron Polska Energia S.A. Trzy największe podmioty wprowadzają do sieci niemal 60% energii elektrycznej czynnej.

Krajowy rynek hurtowy energii elektrycznej czynnej działa w trzech segmentach:

- kontraktowym (kontraktów bilateralnych)
- giełdowym
- bilansującym.

Rynek kontraktów bilateralnych

Warunki handlowe kontraktu, zawartego w tym segmencie zależą od wyniku negocjacji między stronami. Kontrakty mogą funkcjonować na rynku dobowo-godzinowym (tzw. grafikowe), gdzie wolumen sprzedaży określa się na każdą godzinę okresu handlowego, dotyczącego najbliższych godzin, dni, tygodni lub lat. Kontrakty mogą być również niegrafikowe (tradycyjne), na dłuższe okresy, definiujące co najwyżej ilość energii i ceny na dany miesiąc trwania kontraktu z uwzględnieniem okresów szczytowych i pozaszczytowych oraz ewentualnych upustów. Przed fizyczną realizacją dostawy, w ramach takich kontaktów, musi nastąpić ich „grafikowanie”, tzn. przypisanie konkretnych wolumenów energii do każdej godziny doby okresu kontraktu z uwzględnieniem warunków technicznych wytwórcy i odbiorcy. Tylko w takiej formule jest możliwe wykonanie usługi przez OSP.

Active electricity market in Poland

The Polish active electricity market, in terms of absolute turnover, is split into the wholesale and retail markets.

Wholesale market

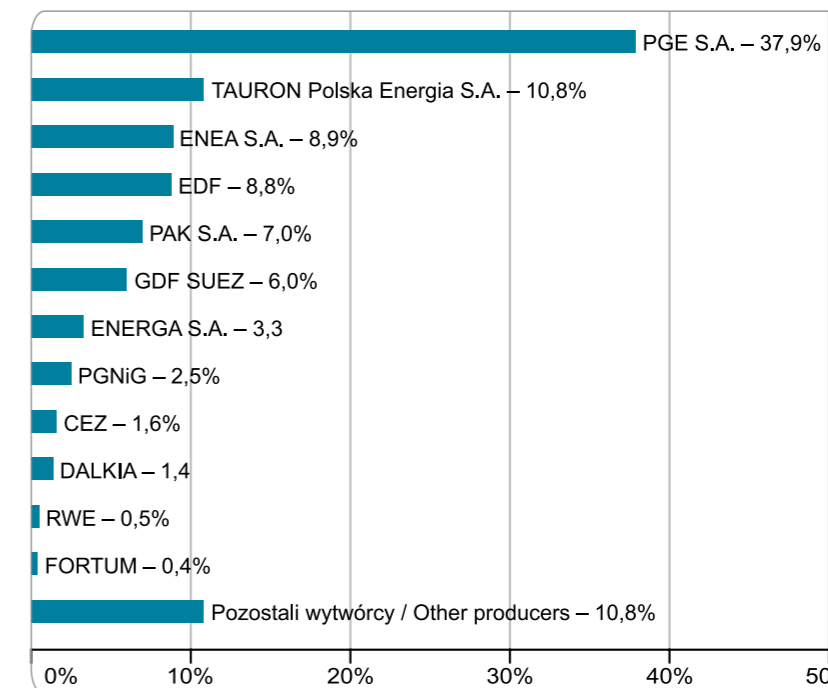
The electricity wholesale market in Poland is quite highly concentrated as a result of the consolidation of power companies owned by the State Treasury – first horizontal and then vertical. PGE Group has the largest share in the generation subsector and Tauron Polska Energia S.A. in the sales market. The three largest entities account for nearly 60% of active electric energy input in the grid.

The domestic active electricity wholesale market operates in three segments:

- contract market (bilateral contracts)
- power exchange
- balancing market.

Bilateral contracts market

The commercial terms of the contract concluded in this segment are determined by the result of negotiations between the parties. Contracts can operate in the day-hour market (so-called scheduling contracts), where the volume of sales is determined per hour of a trading period, with reference to the nearest hours, days, weeks or years. There may also be non-scheduling (traditional) contracts for longer periods, defining at least the amount of energy and prices for the specific month of the contract taking into account peak and off-peak periods and price discounts, if any. Prior to physical performance of the delivery, such contracts must be 'scheduled', i.e. specific volumes of energy must be assigned to every hour of the day in the term of the contract, taking into account the technical conditions of the producer and customer. It is the only formula in which TSO is able to provide its services.



Udział grup kapitałowych w wolumenie energii elektrycznej wprowadzonej do krajowej sieci w 2014 roku.
Źródło: URE i Ministerstwo Gospodarki Share of capital groups in the volume of electricity taken off to the national grid in 2014. Source: ERO and Ministry of Economy



Elektrownia Łaziska / Łaziska Power Plant (Tauron Wytwarzanie)

Rynek giełdowy

Obrót giełdowy energii realizowany jest w Polsce przez Towarową Giełdę Energii S.A. (TGE). Spółka ta powstała w 1999 roku (wówczas pod nazwą Giełda Energii S.A.) pod przewodnictwem firmy Elektrim S.A. W 2003 roku jako pierwsza w kraju, TGE uzyskała licencję od Komisji Papierów Wartościowych i Giełd na prowadzenie giełdy towarowej. TGE jest nadzorowana przez Komisję Nadzoru Finansowego (KNF). Uczestnikami obrotu giełdowego mogą być wytwórcy energii, spółki obrotu oraz odbiorcy (zgodnie z zasadą TPA). Uczestnicy mogą na każdą godzinę kupować i sprzedawać energię, składając oferty, które są agregowane przez TGE a następnie odbywa się wyznaczanie przez TGE ceny równowagi podaży i popytu dla każdej godziny doby handlowej. TGE, zgodnie z regulaminem i umową, działa w relacji z OSP, gdyż nie może funkcjonować bez powiązania z możliwościami fizycznych dostaw, ograniczeniami systemowymi i dopuszczalnymi przepływami w sieci. TGE prowadzi następujące rodzaje rynków związanych z energią elektryczną, zorganizowane w formie elektronicznego rynku giełdowego:

- Rynek Dnia Bieżącego (RDB)
 - Rynek Dnia Następnego (RDN)
 - Rynek Terminowy Towarowy (RTT)
 - Rynek Praw Majątkowych (RPM).
- Rynki RDB i RDN działają w formie rynku SPOT.

Rynek Dnia Bieżącego (RDB) umożliwia członkom TGE korekty pozycji kontraktowej na dzień przed oraz w trakcie doby realizacji dostaw energii, na trzy godziny przed fizyczną dostawą. TGE zgłasza transakcje, zawarte na RDB, do OSP między godz. 17:00-18:00 w dobie poprzedzającej dobę dostawy, a także cyklicznie, co godzinę między godz. 07:30-15:00 w dobie dostawy, dla okresu któremu upłynął okres aktualizacji.

Rynek Dnia Następnego (RDN) był pierwszym, uruchomionym na polskiej giełdzie energii rynkiem (czerwiec 2000 roku). RDN składa się z 24-godzinnych rynków, na których odbywają się notowania danego kontraktu godzinowego. Dodatkowo, na RDN notuje się trzy kontrakty blokowe:

- BASE – kontrakt z dostawą 1 MWh w każdej godzinie doby
- PEAK – kontrakt z dostawą 1 MWh energii w każdej godzinie szczytu 7:00-22:00
- Offpeak – kontrakt z dostawą 1 MWh energii w godzinach doliny zapotrzebowania 0:00-7:00 i 22:00-24:00.

TGE oferuje również uczestnikom RDN rozliczanie transakcji pozasesyjnych w oparciu o standardowe kontrakty, notowane w ramach sesji giełdowej RDN. Obrót prowadzony jest z dokładnością do 0,01 zł/MWh. Minimalny wolumen w zleceniu wynosi 100 kWh. Notowania odbywają się codziennie, również w dni świąteczne.

Power exchange market

In Poland energy is traded on a power exchange by Towarowa Giełda Energii S.A. (POLPX). The company was established in 1999 (at that time under the name Giełda Energii S.A.) under the leadership of Elektrim S.A. In 2003, POLPX was the first entity in Poland to obtain a commodity exchange licence from the Polish Securities and Exchange Commission. POLPX is supervised by the Polish Financial Supervision Authority (KNF). The participants of the power exchange can be energy producers, trading companies and customers (according to the TPA principle). The participant can buy and sell energy for every hour, submitting quotes that are aggregated by POLPX. Afterwards, POLPX determines the supply and demand balancing price for every hour of the trading day. POLPX, according to its rules and agreement, works in relation with TSO since it cannot operate without links with the possibility of physical delivery, system constraints and admissible grid flows. POLPX operates the following types of markets connected with electricity, organised as an electronic power exchange:

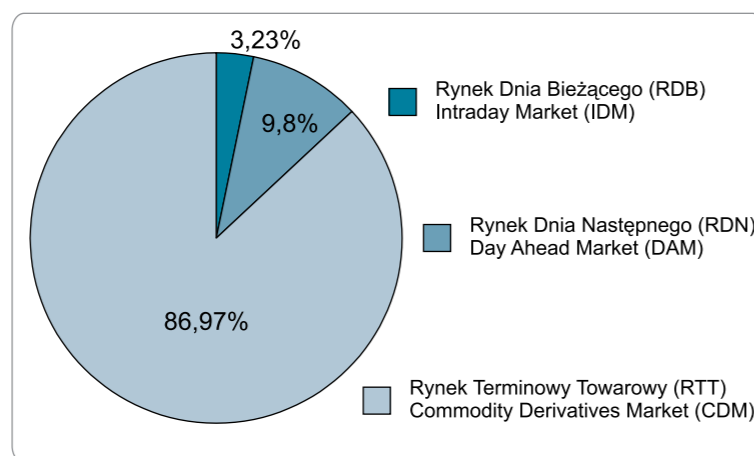
- Intraday Market (IDM)
 - Day Ahead Market (DAM)
 - Commodity Derivatives Market (CDM)
 - Property Rights Market (PRM).
- IDM and DAM are SPOT markets.

The Intraday Market (IDM) gives POLPX members a possibility to adjust the contract position as at the day before and during the day of energy supplies, three hours before the physical delivery. POLPX reports IDM transactions to the TSO between 5:00 PM and 6:00 PM on the day before the day of delivery, and cyclically, every hour from 7:30 AM to 3:00 PM on the day of delivery, with regard to a term for which the revision period has expired.

The Day Ahead Market (DAM) was the first market put into operation in the Polish power exchange (June 2000). DAM consists of 24-hour markets quoting one type of hourly contract each. In addition, the DAM market quotes three block contracts:

- BASE – contract with delivery of 1 MWh of power in every hour of the 24h day
- PEAK – contract with delivery of 1 MWh of power in every peak hour from 7:00 AM to 10:00 PM
- Offpeak – contract with delivery of 1 MWh of power in the low demand hours from 00:00 to 7:00 AM and from 10:00 PM to 00:00.

POLPX also offers DAM participants an option to place and clear OTC transactions based on standard contracts traded in the DAM exchange session. The trading accuracy is PLN 0.01/MWh. The minimum order volume is 100 kWh. Trading takes place every day, also on holidays.



Wolumeny roczne obrotu energii elektrycznej na Towarowej Giełdzie Energii S.A. za 2015 r. / Annual volumes of electricity traded on POLPX in 2015

Rynek Terminowy Towarowy (RTT) umożliwia zawieranie transakcji na dostawę energii elektrycznej w jednakowej ilości energii w każdej godzinie wykonania kontraktu. Możliwe jest zawarcie:

- kontraktu rocznego typu PASMO – dostawa stałej ilości energii przez pełne 24 godziny w danym okresie
- kontraktów rocznych typu EUROSZCZYT – od 8. do 22. godziny doby włącznie, w dni robocze.

Cena EUROSZCZYTU odzwierciedla cenę energii w godzinach o największym zapotrzebowaniu na energię elektryczną w KSE, natomiast cena PASMA to cena stałego odbioru energii w każdej godzinie doby. Energia zużywana w godzinach szczytowych jest droższa, zaś tańsza w godzinach pozaszczytowych. Cena końcowa, płacona przez Klienta, jest pewną wypadkową cen z kontraktów typu PASMO i EUROSZCZYT.

Rynek Praw Majątkowych (RPM) związany jest z mechanizmami w ramach obowiązujących systemów wsparcia dla promowanych działań, w zakresie użytkowania energii (wytworzenie w źródłach odnawialnych, wysoko-sprawnych, poprawa efektywności etc.). RPM został uruchomiony na TGE 28 grudnia 2005 roku i związany był z obrotem świadectwami pochodzenia dla energii elektrycznej wyprodukowanej w źródłach odnawialnych (OZE). Stał się w ten sposób podstawą tworzonego w Polsce systemu wsparcia producentów z OZE. 28 grudnia 2007 roku dodatkowo uruchomiono obrót dwoma rodzajami praw majątkowych – do świadectw pochodzenia energii elektrycznej, wyprodukowanej z wysokosprawnej kogeneracji.

Uczestnictwo w RPM pozwala wytwórcom energii elektrycznej z OZE i z kogeneracji korzystnie sprzedać swoje prawa majątkowe, a przedsiębiorstwom energetycznym, zobowiązanym do zakupu tych praw, wywiązać się z nałożonego na nich obowiązku. Przedmiotem obrotu mogą stać się również prawa wynikające z systemu białych certyfikatów, związanych z mechanizmami wsparcia działań zmierzających do poprawy efektywności energetycznej.

Rynek bilansujący (RB)

RB jest rynkiem prowadzonym przez PSE S.A. jako OSP, który – dzięki jego mechanizmom – dokonuje ostatecznego zbilansowania produkcji z zapotrzebowaniem, uwzględniając transakcje zawarte na pozostałych segmentach rynku, złożone oferty bilansujące i techniczne ograniczenia systemu elektroenergetycznego. OSP jest stroną zawieranych na tym rynku transakcji, pozostając przy tym nieaktywną stroną obrotu, gdyż ustalone ceny są średnimi ważonymi złożonych ofert. Uczestnikiem RB może być podmiot, który zawrze z OSP umowę przesyłową w zakresie uczestnictwa na RB oraz spełnia szczegółowe wymagania techniczne swoich jednostek graficznych i dysponuje odpowiednim systemem pomiarowo-rozliczeniowym. W RB mogą więc uczestniczyć:

- wytwórcy i odbiorcy energii elektrycznej, których jednostki są przyłączone do sieci przesyłowej, w szczególności spółki dystrybucyjne i więksi odbiorcy
- przedsiębiorstwa obrotu
- giełdy energii.

Commodity Derivatives Market (CDM) makes it possible to conclude transactions regarding supplies of electricity in a uniform amount at every hour of contract performance. Possible contract types:

- annual BASE contract – delivery of a fixed amount of energy over a full 24 hours in the specific period
- annual EURO PEAK contracts – from 8.00 AM to 10.00 PM inclusive, on weekdays.

The EURO PEAK price reflects the price of energy during hours of peak demand of electricity in NES, whereas the BASE price is a price of fixed amount of energy received every hour of a 24h day. Energy consumed at peak hours is more expensive and it is cheaper off the peak. The final price paid by the customer is a certain resultant of prices determined in BASE and EURO PEAK contracts.

The Property Rights Market (PRM) is connected with mechanisms operating under systems supporting the promoted activities related to the use of energy (generation in high-duty renewable sources, improved effectiveness etc.). PRM was put into operation on POLPX on 28 December 2005 in connection with trading in certificates of origin for electricity generated in renewable sources (RES). Thus, it became the foundation of the system for supporting RES energy producers being set up in Poland. On 28 December 2007 in addition trading in two types of property rights was launched – to certificates of origin of electricity generated in high-duty cogeneration plants.

Participating in the PRM producers of electricity from RES and cogeneration can sell their property rights at a profit, and energy companies obliged to buy such rights will be able fulfil their obligation. Also, rights following from the system of white certificates connected with mechanisms supporting activities aimed to improve energy efficiency can be traded.

Balancing market (BM)

BM is a market operated by PSE S.A. acting as a TSO. Thanks to its mechanisms, it finally balances production and requirement, taking into account transactions concluded in other market segments, complex balancing bids and technical constraints of the power system. The TSO is a party to transactions in this market, at the same time being an inactive trading party since the fixed prices are the weighted average values of submitted bids. An entity who signed a transmission agreement with a TSO with regard to BM participation and who meets specific technical requirements of its scheduling units and has a proper measurement and billing system can be a BM participant. Thus, the following can be BM participants:

- electricity producers and customers whose units are connected to the transmission grid, and in particular distribution companies and major customers
- trading enterprises
- power exchanges.

Obowiązek składania ofert bilansujących mają wytwórcy z jednostek centralnie dysponowanych (JWCD). Rozróżnia się dwa rodzaje ofert, w zależności od typu jednostki graficznej wytwórczej:

- jednostki aktywne z ofertami produkcji energii ponad wielkość zaplanowaną w Planach Koordynacyjnych Dobowych (PKD), które mają w ten sposób wpływ na bilansowanie zasobów systemu elektroenergetycznego
- jednostki pasywne z ofertami redukcyjnymi, które podają swój wolumen energii z zawartych kontraktów na innych segmentach rynku wraz z ceną, jaką są gotowi oni zapłacić na rzecz OSP, gdyby ten przejął za nich realizację tych kontraktów.

Zatem, oferty te dotyczą redukcji wcześniej zaplanowanej produkcji energii elektrycznej.

RB jest domknięciem pozostałych segmentów i nie ogranicza swobody transakcji. W Polsce istnieje problem generacji wymuszonej względami sieciowymi i produkowanej w skojarzeniu, co może ograniczać możliwość optymalizacji pozycji kontraktowych RB wynikających ze składanych ofert przyrostowych i redukcyjnych.

Rynek detaliczny

Polski rynek detaliczny energii elektrycznej obejmuje sieć dystrybucyjną i w jego ramach działają operatorzy systemów dystrybucyjnych (OSD), przedsiębiorstwa obrotu (jako sprzedawcy), końcowi odbiorcy oraz mali wytwórcy. Tutaj stroną transakcji jest końcowy odbiorca, kupujący energię na własny użytek. Odbiorcy są kategorizowani, przynależąc do określonej grupy taryfowej, ze względu na poziom napięcia sieci, do której są przyłączeni oraz pobór mocy. Taryfa A i B dotyczy odbiorców przemysłowych z SN i NN, taryfa C to odbiorcy biznesowi z sieci nn (energia do celów działalności gospodarczej), zaś taryfa G to głównie gospodarstwa domowe. W taryfie G rozlicza się ponad 90% odbiorców z rynku detalicznego (ponad 15 mln).

Każdy odbiorca, zgodnie z zasadą TPA, ma prawo wybrać swojego sprzedawcę energii elektrycznej. Odbiorca końcowy zawiera oddzielnie umowę sprzedaży energii elektrycznej oraz umowę o świadczenie usług dystrybucji energii elektrycznej lub umowę kompleksową (łączyącą obie, gdy obie usługi będzie wykonywać ta sama firma).

Ceny za energię dla takich odbiorców kształtuje rynek. Odbiorcy, przynależący do grupy taryfowej G, którzy nie zdecydowali się na zmianę sprzedawcy, rozliczani są zgodnie z taryfą przedsiębiorstwa sieciowego (tzw. sprzedawca z urzędu),

The obligation to submit balancing bids rests with centrally dispatched generating units (CDGU). There are two types of bids, depending on the scheduling generating unit type:

- active units with energy production offers exceeding the volume planned in Daily Coordination Plans (DCP) having an impact on balancing of the electric power system resources
- passive units with decrement bids that quote their energy volume from concluded contracts in other market segments with the price they are ready to pay to the TSO if the TSO took over the performance of such contracts. Thus, the offers refer to reduction of the previously planned production of electricity.

BM is a closure to other segments and it does not limit the freedom of transactions. In Poland energy generation is forced by grid constraints and electricity is produced in cogeneration, which can limit the possibility to optimize BM contract positions resulting from incremental offers and decrement bids.

Retail market

The Polish electricity retail market covers the distribution grid and entities operating in that market are distribution system operators (DSO), trading enterprises (as suppliers), end customers and small producers. A party to the transaction is the end customer buying energy for own use. Customers are categorised into specific tariff groups according to the level of voltage in the grid to which they are connected as well as power intake. Tariff A and tariff B refer to industrial customers connected to MV and UV grids. Tariff C comprises business customers connected to LV grids (energy for economic activity purposes), whereas tariff G is mainly households. Tariff G applies to more than 90% of customers in the retail market (more than 15 million).

According to the TPA principle, every customer has the right

to choose a supplier of electricity. The end customer enters separately into the electricity sales agreement and electricity distribution services agreement or signs a comprehensive agreement (combining both services to be provided by the same company).

Energy prices for such customers are shaped by the market. Customers from tariff group G who did not decide to change the supplier will be billed according to the grid enterprise (so-called supplier of last resort), approved by the President of ERO. At present, there are five suppliers of last resort



Sala obsługi klienta detalicznego jednego z koncernów energetycznych
Retail customer service room of an energy concern (Tauron Obsługa Klienta)



Zinformatyzowana dyspozytornia jednej z elektrowni
Computerised dispatch room in a power plant (arch. Photofactory®)

zaprojektowaną przez prezesa URE. Obecnie, w kraju jest pięciu sprzedawców z urzędu (koncerny energetyczne, powstałe z tzw. zakładów energetycznych), a ponadto ok. 100 innych, koncesjonowanych przedsiębiorstw obrotu, działa także ok. 160 sprzedawców w ramach przedsiębiorstw pionowo zintegrowanych z OSD. Od początku istnienia możliwości zmiany sprzedawcy energii elektrycznej (lipiec 2007 roku), do końca czerwca 2015 roku zmiany dokonało 343 746 gospodarstw domowych i 144 160 innych podmiotów. W 2014 roku niemal 44% ogółu energii elektrycznej dostarczonej sieciami dystrybucyjnymi odbiorcom końcowym sprzedane było na warunkach rynkowych, czyli po skorzystaniu z zasady TPA.

Rynek techniczny

Rynek techniczny dotyczy obrotu rezerwami mocy oraz usługami systemowymi (zwanymi też regulacyjnymi lub pomocniczymi), a także energią wytworzoną w jednostkach generacji wymuszonej względami sieciowymi (łącznie obciążenie minimalne takich jednostek centralnie dysponowanych w KSE szacuje się na 10 GW). Realizacja usług z tego rynku zapewnia odpowiednie standardy pracy KSE, związane m.in. ze stabilnością, niezawodnością i bezpieczeństwem pracy systemu oraz jakością energii elektrycznej.

W Polsce rynek usług systemowych funkcjonuje na poziomie systemu przesyłowego i jest powiązany z warunkami bilansowania kontraktów handlowych na rynku hurtowym. Za pomocą rynku usług systemowych oraz rynku bilansującego, OSP pozyskuje środki techniczne do bilansowania chwilowych mocy w systemie oraz rozlicza niezbilansowania energii w stosunku do pozycji kontraktowych. Rynek bilansujący działa w dłuższych przedziałach czasowych (obowiązujących na rynku hurtowym), zaś usługi regulacyjne systemowe dotyczą krótszych przedziałów (minut i sekund).

Obecnie, przyjęty w kraju sposób definiowania usług regulacyjnych sprawia, że oferta kierowana jest do wąskiej grupy potencjalnych usługodawców, co ogranicza konkurencję na tym rynku. Katalog usług regulacyjnych, ich charakterystyka i wymagania techniczne zawarte są w regulaminie – dokumencie opracowanym przez OSP, a ściślej w części szczegółowej „Instrukcji Ruchu i Eksploatacji Sieci Przesyłowej” (IRiESP).

(energy concerns deriving from the so-called power distribution companies), and, in addition, about 100 other, licensed trading enterprises. Moreover, about 160 suppliers operate within enterprises vertically integrated with the DSO. Since it only became possible to change the electricity supplier (July 2007), by the end of June 2015 the change was implemented by 343 746 households and 144 160 other entities. In 2014 nearly 44% of all electricity supplied via distribution grids to end customers was sold at arm's length, that is, applying the TPA principle.

Technical market

The technical market is connected with trading in power reserves and system services (also called regulatory or auxiliary services), as well as energy produced in generating units as grid-constrained generation (the total minimum load of such centrally dispatched units in NES is estimated at 10 GW). Performance of services in this market ensures proper standards for NES operation, connected, among other things, with stability, reliability and safety of the system operation and quality of electricity.

In Poland, the market of system services operates at the transmission system level and is connected with the terms of balancing of trading contracts in the wholesale market. By means of system service market and the balancing market, TSO obtains technical resources to balance temporary capacity of the system and settles non-balanced energy in relation to contract positions. The balancing market operates over longer time intervals (applicable in the wholesale market), whereas regulatory system services refer to shorter intervals (minutes and seconds).

Currently, in connection with the method of defining regulatory services in Poland, the offer is aimed at a narrow group of potential service providers, which reduces the amount of competition in this market. The catalogue of regulatory services, their description and technical requirements are available in the Terms and Conditions – a document developed by the TSO, and more strictly, in the detailed part of the “Transmission Grid Operation and Maintenance Instruction” (IRiESP).

Usługi na krajowym rynku energii elektrycznej

Przedsiębiorstwo energetyczne, działające na rynku jako sprzedawca energii elektrycznej dla odbiorców końcowych, musi zawrzeć umowę o świadczenie usług dystrybucji energii elektrycznej z właściwym OSD. Sprzedawca zobowiązany jest w umowie wskazać podmiot odpowiedzialny za jego bilansowanie handlowe, w szczególności, bilansowanie to może prowadzić samodzielnie. Usługa bilansowania handlowego polega na rozliczeniu zbiorczej różnicy ilości energii elektrycznej, powstałej między poborem odbiorców a ilością energii, zgłoszoną uprzednio przez sprzedawcę. Usługa wiąże się więc ze zgłaszaniem OSP umów sprzedaży energii elektrycznej, zawartych przez sprzedawcę z odbiorcami energii elektrycznej do realizacji, a także prowadzenie zbiorczych rozliczeń różnicy rzeczywistej ilości dostarczonej energii elektrycznej. Dzięki tej usłudze, odbiorca nie bierze bezpośredniego udziału (o ile sam nie jest jednocześnie podmiotem odpowiedzialnym za bilansowanie handlowe) w rozliczeniach wynikających z konieczności bilansowania z operatorem, gdyż odbywa się to za pośrednictwem sprzedawcy.

Usługa Operatora Handlowego jest kierowana do wytwórców energii elektrycznej, którzy nie są uczestnikami Rynku Bilansującego. Dzięki usłudze zewnętrznego operatora handlowego, wytwórcy unikają kosztów związanych z bezpośrednim uczestnictwem na tym rynku. Usługobiorcy mają w ten sposób zapewnioną obsługę w zakresie bilansowania handlowego, zgłaszania grafików dostaw energii elektrycznej, zgodnie ze standardami OSP (PSE S.A.), a także w zakresie i zgodzie z wymogami umowy sprzedaży energii elektrycznej. Mogą również liczyć na pomoc w tworzeniu grafików pracy ich źródła wytwórczego. Operatorem handlowym są giełda TGE S.A. oraz przedsiębiorstwa obrotu.

Usługa Operatora Rynku jest adresowana do sprzedawców energii elektrycznej, którzy nie posiadają własnego systemu WIRE/UR (wymiany informacji rynku energii), właściwej infrastruktury informatycznej oraz odpowiedniego personelu obsługującego taki system w trybie ciągłym (24 godziny na dobę), bądź chcą ograniczyć ryzyko związane z poprawnym wykonywaniem wymaganych zgłoszeń do OSP (PSE S.A.). Usługa ta polega na dysponowaniu jednostkami grafikovymi klienta, w zakresie handlu energią elektryczną. Jednostki grafikowe formułuje OSP po podpisaniu stosownej umowy.

Usługa Operatora Pomiarów polega na tym, że usługodawca przejmuje odpowiedzialność za pozyskanie danych pomiarowych energii elektrycznej z układów pomiarowo-rozliczeniowych klienta i za przekazanie ich do OSP lub OSD (z którym klient się rozlicza) w pożądanym przez niego formacie.

Perspektywy rozwoju

Obecnie, aby krajowy rynek energii elektrycznej stał się prawidłowo działającym zliberalizowanym rynkiem konkurencyjnym, a przy tym płynnym i przejrzystym, należy podjąć decyzje polegające na zaprzestaniu regulowania cen dla gospodarstw domowych (tj. zwolnić z obowiązku przedkładania prezesowi URE taryf do zatwierdzenia przez sprzedawców z urzędu).

Services in the domestic electricity market

An energy company operating in the market as a supplier of electricity to end customers must conclude an electricity distribution services agreement with a relevant distribution system operator (DSO). In the agreement the supplier must indicate the entity in charge of trade balancing; in particular, it can perform the balancing on its own. Trade balancing consists in accounting for the collective difference in the amount of electricity between power intake by customers and the amount of energy previously reported by the supplier. Thus, the service is connected with reporting to the transmission system operator (TSO) the electricity supply agreements concluded by the supplier with electricity customers and maintaining collective settlements of the difference in the actual amount of supplied electricity. Thanks to this service, the customer is not involved directly (unless, at the same time, it is an entity responsible for trade balancing) in the settlements resulting from the need for balancing with the operator because it is done through the electricity supplier.

The Commercial Operator service is aimed at electricity producers other than participants of the Balancing Market. Thanks to the third-party commercial operator service, the producers avoid costs related to direct participation in this market. Thus, customers have access to services such as commercial balancing, reporting electricity supplies schedules, according to TSO's standards (PSE S.A.), as well as within the scope and according to the requirements of the electricity supply agreement. They can also rely on assistance in creating work schedules for their generation source. The commercial operator is POLPX (TGE S.A.) and trading enterprises.

The Market Operator service is addressed to suppliers of electricity who have no WIRE/UR (energy market information exchange) system of their own, no adequate information technology infrastructure and properly skilled personnel to operate such a system on a continuous basis (24h), or who want to reduce the risk related to correct performance of the required reports to TSO (PSE S.A.). The service involves disposing of the customer's scheduling units in electricity trading. Scheduling units will be formulated by the TSO after signing a relevant agreement.

In the Measurement Operator service the customer assumes the responsibility for obtaining electricity measurement data from the customer's measuring and billing systems and for sending it to the TSO or a DSO (with whom the customer settles his accounts) in the required format.

Prospects for development

Currently, to ensure that the domestic electricity market is a correctly operating liberalized competitive market, and at the same time it is open-ended and clear, decisions must be taken to stop regulating the prices for households (i.e. discharge suppliers of last resort from the obligation to present tariffs to the President of ERO for approval). In addition, measures should be undertaken to improve the customers' awareness of the operation of a competitive energy market and the resultant benefits.

Należy również podjąć działania mające na celu poprawę świadomości odbiorców odnośnie funkcjonowania konkurencyjnego rynku energii oraz wynikających z tego korzyści.

Duża rozpiętość cen i częste ich wahania na krajowym rynku SPOT powodują, że rynek ten staje się coraz trudniejszy, hamując przy okazji rozwój konkurencji na rynku detalicznym. Zmienność będzie się potęgowała wraz z rozwojem źródeł odnawialnych energii (OZE). Rosnące ryzyko niezbilansowania i wynikające z tego koszty, będą przenoszone na każdego z uczestników rynku, zarówno na poziomie KSE, jak i portfeli spółek energetycznych oraz klientów. Wzrośnie rola zarządzania popytem i podażą energii w celu optymalizacji kosztów. Redukcja zapotrzebowania przez poprawę efektywności energetycznej i kształtowanie obciążeń tak, aby w szczycie zostały one zmniejszone przez przesunięcie na okres pozaszczytowy, jest głównym mechanizmem strony popytowej (DSR, ang. *Demand Side Response*). Tutaj pojawia się miejsce na usługę agregatora popytu, którego działania mogą przynieść korzyści zarówno dla OSP, jak i samym odbiorcom. Obecny brak krajowych regulacji prawnych opóźnia rozwój polskiego rynku DSR.

Od 2013 roku trwają prace nad koncepcją i wprowadzeniem rynku mocy. Jest to reakcja na sygnały o możliwych zagrożeniach bilansowania mocy w systemie w perspektywie średnio i długoterminowej. Wynikają one z problemu utrzymania rentowności wytwórców z aktywów posiadanych i odtwarzanych oraz nowych inwestycji. Do czasu wyboru i wprowadzenia modelu rynku mocy, uczestnikom rynku energii muszą wystarczyć rozwiązania z zakresu operacyjnej rezerwy mocy oraz interwencyjnej usługi DSR.

PSE promują programy redukcji obciążenia w postaci rozproszonej generacji tzw. negawatów, czyli mechanizmów wyłączeń grup odbiorców na żądanie OSP. Działania te uznaje się za formę realizacji wirtualnych elektrowni, dostarczających ujemnej energii (negawaty). Polega to na zarządzaniu odbiorcami, którzy za pewnym wynagrodzeniem, w razie potrzeby, ograniczają własne zużycie energii elektrycznej.

Według Najwyższej Izby Kontroli, wytwórcy krajowi deklarują budowę w latach 2014-2028 nowych, konwencjonalnych źródeł wytwórczych za 54 mld PLN oraz modernizację istniejących za 12 mld PLN. Do roku 2025 prognozowane jest uruchomienie elektrowni jądrowej, lecz zdaniem NIK istnieje wysokie ryzyko kolejnego opóźnienia lub wręcz braku możliwości realizacji. Do 2020 roku, zgodnie z założeniami europejskiej polityki energetycznej (Dyrektywa 2009/28/WE oraz Krajowego Planu Działań) przynajmniej 15% energii ma pochodzić z OZE.

Spodziewany rozwój energetyki odnawialnej, zwłaszcza elektrowni wiatrowych (obecnie ponad 65% mocy wszystkich polskich OZE), będzie się wiązało z problemem bilansowania, zwłaszcza w tzw. dolinach nocnych. Po zachodzie słońca może pojawiać się silniejszy wiatr, tymczasem dominujące w KSE, bloki na paliwa stałe nie mogą zejść z generacją poniżej określonego, minimalnego obciążenia technicznego.

An extensive range and frequent fluctuations of prices make the domestic SPOT market more and more difficult, at the same time inhibiting the development of competition in the retail market. Variability will increase along with the development of renewable energy sources (RES). The growing risk of imbalance and the resultant costs will be transferred to every participant of the market both at the level of NES, the energy companies' portfolios and customers. The role of managing energy demand and supply will increase to optimize costs. The reduction of the requirement, through improved energy efficiency and shaping, to ensure that they are decreased in the peak period by being shifted off peak, is the main mechanism on the demand side (DSR, Demand Side Response). This is a place for a demand aggregator service whose activities can be beneficial both to the TSO and to customers. At present, the lack of domestic legal regulations delays the development of the DSR market in Poland.

Work on the concept and introduction of the power market has continued since 2013 in a response to signals concerning possible medium- and long-term threats to power balancing in the system. They are due to the problem of maintaining the producers' return on assets owned and reconstructed by them and new investments. Prior to selecting and implementing a power market model, energy market participants must find solutions for the operating power reserve and emergency DSR service sufficient.

PSE promotes load reduction programmes in the form of scattered generation, so-called negawatts, that is, mechanisms excluding groups of customers at the TSO's request. These activities are regarded as a form of virtual power plants supplying negative power (negawatts). This is management of customers who, against specified consideration, reduce their own consumption of electricity if necessary.

According to the Supreme Audit Office, domestic producers declare that in 2014-2028 they will build new conventional generation sources for PLN 54 billion and modernize the existing ones for PLN 12 billion. It is forecasted that a nuclear plant will be put into operation by 2025, but the Supreme Audit Office claims there is a high risk of delay or even project failure. The European energy policy (Directive 2009/28/EC and the National Action Plan) assumes that by 2020 at least 15% of energy should derive from RES.

The expected development of RES, and in particular wind turbines (currently accounting for more than 65% of power of all RES in Poland), will be connected with the problem of balancing, especially at night when the demand is low. After sunset the wind may blow stronger, while the solid fuel units predominant in NES cannot reduce generation below the specific minimum technical load.

Odstawianie czasowe takich elektrowni nie wchodzi w grę, ponieważ czas ponownego uruchomienia polskich jednostek może przekraczać 8 godzin. Rozwiązaniem problemu jest program DSR, w ramach tworzenia inteligentnych sieci, pozwalających na wdrożenie zmiennych (dynamicznych) taryf na rynku detalicznym, odzwierciedlających zmiany cen hurtowego rynku dnia bieżącego. Wymagać to będzie wdrożenia nowych systemów rozliczeniowo-pomiarowych i dodatkowej infrastruktury u odbiorców (np. programatory urządzeń połączone z inteligentnym licznikiem energii).

Wdrożenie technologii inteligentnych sieci powinno sprawić, że polski system elektroenergetyczny stanie się bardziej elastyczny, co jest konieczne ze względu na reformy inicjowane przez Komisję Europejską, kierunkowane na:

- wytwarzanie energii elektrycznej na potrzeby własne i innych odbiorców (przekształcenie odbiorców w prosumentów)
- zarządzanie własnym zużyciem energii, otwiera możliwość świadczenia wartościowych usług na rzecz operatorów systemu elektroenergetycznego
- poszerzenie świadomości użytkowników energii dokonujących wyborów konsumenckich w oparciu o dostęp do precyzyjnych informacji o zużyciu i pochodzeniu energii
- ograniczenie wpływu energetyki na środowisko, promocja źródeł odnawialnych.

Komisja Europejska, w Unijnym Pakiecie Energetycznym z 25 lutego 2015 roku, zwraca uwagę, że nie można opierać przyszłości Unii Europejskiej na przestarzałych technologiach energetycznych, o niskiej efektywności energetycznej, opartych na paliwach kopalnych, ich imporcie oraz na przestarzałym modelu biznesowym w energetyce, charakteryzującym się silnym korporacjonizmem i małą konkurencyjnością. Brak odpowiednich reform i wdrożeń spowoduje, że polskie przedsiębiorstwa energetyczne będą narażone na ryzyko utraty rynku ze względu na niedostateczną elastyczność systemu podczas, gdy konkurenci z krajów sąsiednich nie będą napotykać na bariery we wdrażaniu konkurencyjnych cenowo mocy wytwórczych z OZE.

Obecnie w Polsce ok. 300 tys. odbiorców indywidualnych wytwarza już energię we własnym zakresie przy pomocy mikroinstalacji OZE (jako prosumenci). Przeważnie są to urządzenia do produkcji ciepła, aczkolwiek popularność zyskują też mikroźródła do produkcji energii elektrycznej. W przeciwieństwie do innych krajów OECD, w Polsce jest jeszcze zbyt mała grupa prosumentów, by mogła przeciwważyć źródłom wielkoskalowym na paliwa kopalne. Potencjał techniczny mikroinstalacji, wytwarzających energię elektryczną w Polsce, oszacowany przez Instytut Energetyki Odnawialnej, wynosi 6 mln lokalizacji o całkowitej mocy 50 GW (małe elektrownie wiatrowe i mikrosystemy fotowoltaiczne na budynkach), dodatkowe 3 GW z mikrogeneracji na terenach wiejskich (kogeneracja na biogaz i biopaliwa), zatem mikroinstalacje mogłyby przewyższyć obecną moc zainstalowaną w KSE (ok. 33 GW). Potrzebny jest zatem narodowy plan ewolucji elektroenergetyki zawodowej z wykorzystaniem nowoczesnych rozwiązań, opartych na technologiach inteligentnych sieci energetycznych.

Temporary shut-down of such power plants is out of the question as it may take more than eight hours to restart the units operating in Poland. The DSR programme offers a solution to the problem, under smart grids allowing the implementation of variable (dynamic) tariffs in the retail market, reflecting changes in prices in the wholesale intraday market. This will necessitate the implementation of new billing and metering systems and providing additional infrastructure at customers' (e.g. equipment programmers combined with a smart energy meter).

The implementation of smart grid technology should make the Polish electricity system more flexible, which is necessary with regard to reforms that are initiated by the European Commission, oriented at:

- generation of electricity for individual needs and for the needs of other consumers (involving transformation of consumers into prosumers)
- managing individual energy intake, opening up a possibility to provide valuable services to electric power system operators
- extending the awareness of energy users who make consumer choices based on access to precise information on energy consumption and origin
- reducing the impact of the energy industry on the environment, promoting renewable energy sources.

The European Commission, in the European Energy Package of 25 February 2015, notes that the future of the European Union cannot be underlain by obsolete power engineering technologies with low energy effectiveness, based on fossil fuels, their import and an obsolete business model in the power engineering industry characterized by strong corporatism and low competitiveness. The lack of adequate reforms and implementations will expose Polish energy companies to the risk of market loss due to insufficient flexibility of the system while competitors from neighboring countries will not encounter barriers in implementing generating capacity from RES at competitive prices.

Currently, in Poland about 300 000 individual consumers produce energy at their own account using RES micro-plants (acting as prosumers). Normally, these are heat generating units but micro-sources for generating electricity have also become increasingly popular. In contrast to other OECD countries, the group of prosumers in Poland is still too small to counterweight large-scale sources that are based on fossil fuels. The technical potential of micro-plants currently generating electricity in Poland, estimated by the Institute for Renewable Energy, is 6 million locations with a total capacity of 50 GW (small wind turbines and photovoltaic micro-systems on buildings), and an additional 3 GW from micro-generation in rural land (biogas and biofuel cogeneration). Thus, micro-plants could exceed the present installed power of the National Electricity System (ca. 33 GW). Hence, there is a need for a national plan of evolution of commercial electric power engineering using innovative solutions based on smart power grid technologies.



Instalacja współpalania biomasy w Elektrowni Stalowa Wola / Biomass co-combustion installation at the Stalowa Wola Power Plant (arch. Photofactory®)

Rozdział

8



OCHRONA ŚRODOWISKA W ENERGETYCE

Environmental protection
in the power industry

Dla dobra natury

For the good of nature

Racjonalne wykorzystanie energii jest jednym z ważniejszych celów gospodarki krajowej, a także elementem zrównoważonego rozwoju, który przynosi konkretne efekty ekologiczne, społeczne i oczywiście gospodarcze. Aby spełniać założenia zrównoważonego rozwoju w sektorze energetycznym, Polska zobowiązała się do ochrony powietrza oraz dotrzymania standardów światowych w zakresie ochrony środowiska.

Rational utilisation of energy is one of the major objectives of national economy and an element of sustainable development with specific ecological, social and economic effects. In order to meet the assumptions of sustainable development in the energy sector, Poland made a commitment to protect air and keep up with global environmental protection standards.

*Już od lat polska energetyka stara się łączyć nowe technologie z instalacjami ochrony środowiska
For years Polish power industry has attempted to combine new technologies with environmental protection systems (arch. Photofactory®)*

Ochrona powietrza

Dane emisyjne z lat 1989-2013 wskazują na ograniczenie emisji pyłów w Polsce o ponad 80%, dwutlenku siarki o około 70% oraz tlenków azotu o blisko 40%. Początkowo zmniejszenie zanieczyszczeń powietrza wynikało z likwidacji przestarzałych, energochłonnych procesów technologicznych, a później z poprawy efektywności wykorzystywania paliw, a także zastępowania niektórych paliw konwencjonalnych, paliwami niskoemisyjnymi, mniej uciążliwymi dla środowiska.

Zobowiązanie do ochrony powietrza w sektorze energetycznym jest realizowane głównie poprzez ograniczenie emisji tlenków azotu, pyłów, tlenków siarki i dwutlenku węgla. W związku z tym nowe bloki energetyczne są wyposażane w kompleksowe systemy oczyszczania spalin, uwzględniające wzajemne powiązania systemu odazotowania, odpylania i odsiarczania i spełniają wymagania Najlepszych Dostępnych Technik – BAT (ang. *Best Available Techniques*).

Odsiarczanie spalin

Ogólną zasadą odsiarczania jest takie przekształcenie SO_2 , aby można było go łatwo usunąć z gazu i układu oczyszczania, dlatego najczęściej stosuje się procesy sorpcyjne, połączone z utlenianiem SO_2 . W zależności od tego, jaki produkt powstanie – handlowy czy odpad siarkowy – dokonuje się podziału technologii odsiarczania. W metodach regeneracyjnych uzyskuje się stężoną siarkę elementarną lub kwas siarkowy, ale w energetyce preferowane są metody nieregeneracyjne, czyli odpadowe.

Zasadniczy udział w emisji SO_2 ma spalanie różnych gatunków węgla, dlatego też większość metod odsiarczania związana jest z procesami przetwarzania węgla: przygotowaniem węgla do spalania, odsiarczaniem podczas spalania i ze spalin odlotowych.

Najefektywniejszą metodą odsiarczania byłoby odsiarczanie samego węgla, ale niestety – ze względów ekonomicznych – jest bardzo rzadko stosowana. Najefektywniejsze odsiarczanie podczas spalania następuje w paleniskach fluidyzacyjnych, gdzie temperatura spalania ograniczona jest do 850°C, a SO_2 jest wiązany substancjami alkalicznymi, wprowadzanymi do paleniska. Najszerzej stosowaną metodą odsiarczania jest jednak odsiarczanie spalin odlotowych, a w szczególności odsiarczanie na bazie metod wapiennych (ok. 90%). Wynika to z faktu, że sorbenty wapienne są tanie i łatwo dostępne. Metody wapienne dzieli się na suche, półsuche i mokre. Metody suche (sorpcja na sorbentach stałych, iniekcja sorbentu SO_2 do strumienia gazu, odsiarczanie w procesie suszenia rozpyłowego) wymagają użycia kosztownego sorbentu, natomiast zużycie energii i wody jest relatywnie mniejsze (lub woda wcale nie jest stosowana).

Air protection

Data on emissions from 1989-2013 point to a reduction in emissions of dust in Poland by more than 80%, sulphur dioxide by about 70% and nitrogen oxides by nearly 40%. Initially, the reduction in air pollution was a consequence of the liquidation of obsolete, energy-consuming engineering processes and later of fuel utilisation effectiveness and replacing some conventional fuels with low-emission fuels that have smaller environmental impact.

The commitment to protect air in the energy sector is implemented mainly by reducing the emission of nitrogen oxides, dust, sulphur oxides and carbon dioxide. Therefore, new power units are equipped with comprehensive flue gas treatment systems, taking into account the links between the systems for removing nitrogen, dust and sulphur, and comply with BAT (*Best Available Techniques*).

Flue gas desulphurization

A general principle of desulphurization is to convert SO_2 so that it could be easily removed from gas and from the treatment system, therefore most often sorption processes combined with SO_2 oxidation are applied. Desulphurization technology is selected depending on the resultant product – commodity or sulphur waste. In regenerative methods concentrated elementary sulphur or sulphuric acid is used but power industry prefers non-regenerative, that is, waste methods.

Combustion of different kinds of coal has an essential share in the emission of SO_2 so most desulphurization methods are connected with coal treatment processes: preparation of coal for combustion, desulphurization during combustion and from exhaust gas.

The most effective desulphurization method would be desulphurization of coal itself but unfortunately – for economic reasons – it is used very

rarely. The most effective desulphurization during combustion takes place in fluidized beds where the combustion temperature is limited to 850°C, and SO_2 is bound by alkaline substances introduced into the bed. However, the most widely used method of desulphurization is desulphurization of exhaust gas, and in particular lime-based methods (ca. 90%). This is due to the fact that lime-based sorbents are inexpensive and readily available. Lime-based methods are split into dry, semi-dry and wet methods. Dry methods (sorption on solid sorbents, injection of SO_2 sorbent into a gas stream, desulphurization in the process of spray drying) require the use of an expensive sorbent, whereas the consumption of energy and water is relatively lower (or water is not used at all).



Komin Instalacji Odsiarczania Spalin II w Elektrowni Kozienice / A chimney stack of the Flue Gas Desulphurization Plant II at the Kozienice Power Plant (ENEA Wytwarzanie)

Metody półsuche (np. metoda SDA lub RP+FT – z zastosowaniem reaktora pneumatycznego, zintegrowanego z filtrem tkaninowym) są metodami wysokosprawnymi (np. w RP+FT skuteczność usuwania SO_2 – 90%÷95% (max 98%), SO_3 – powyżej 95% (max 99%), HCl – powyżej 95% (max 99%), HF – powyżej 90%). Metody te mogą sprostać wciąż „wyśrubowywanym” limitom emisji do atmosfery. To samo dotyczy również metod mokrych (np. metody wapienno-gipsowej – MOWAP). Zaletą ich, po zastosowaniu odczynnika neutralizującego na bazie wapna, jest uzyskanie gipsu, który później stanowi produkt do dalszej sprzedaży. Spośród metod niewapiennych, największe znaczenie ma metoda przemywania spalin wodą morską. Pozostałe sposoby (proces Wellman-Lord z odzyskiem siarki, metoda magnezytowa, amoniakalna, dwucykliczna alkaliczna, radiacyjna czy z absorpcją SO_2 na koksie aktywnym) są rzadziej stosowane. Przyczyną takich preferencji są względy ekonomiczne (wysoka cena sorbentu i duże koszty inwestycyjne, związane z koniecznością zabudowy bardzo skomplikowanych węzłów technologicznych).

Usuwanie tlenków azotu

Źródłem NO_x jest utlenianie N_2 z powietrza w wysokiej temperaturze spalania i konwersja azotu, chemicznie związanego w paliwie – do NO_x . Zmniejszenie emisji NO_x można uzyskać bezpośrednio w źródle ich powstawania (metody pierwotne) lub przez oczyszczanie gazów odlotowych metodami redukcji, utleniania w fazie gazowej lub ciekłej z jednoczesną sorpcją w sorbentach lub na sorbentach stałych (metody wtórne).

Odnosnie do metod pierwotnych można zastosować modyfikację procesu spalania poprzez np.: modernizację układu paleniskowego na drodze niestechiometrycznego spalania, recyrkulację spalin, doprowadzenie wody lub pary, doprowadzenie do komory spalania dodatkowego paliwa węglowodorowego, modyfikację konstrukcji kotłów (uwzględniając m.in. rodzaj paleniska, obciążenie cieplne komory, rodzaj i rozmieszczenie palników, kąt ich nachylenia, zmiany obciążenia palników etc.), stosowanie palników o specjalnej konstrukcji (palniki niskoemisyjne, palniki ze stopniowaniem paliwa, palniki z recyrkulacją gazów etc.), wprowadzenie kotłów z cyrkulacyjnym paleniskiem fluidalnym bądź współspalanie biomasy (w biomacie jest 2-krotnie niższa zawartość azotu niż w węglu). Metody pierwotne są najchętniej stosowane ze względu na korzystny stosunek stopnia odazotowania spalin do kosztów.

Gdy metody pierwotne nie są w stanie zapewnić wymaganego poziomu emisji NO_x , stosuje się metody wtórne odazotowania: selektywną redukcję katalityczną, selektywną redukcję niekatalityczną, metody absorpcyjne, połączone z odsiarczaniem [metoda SHL (ang. *Saaber-Holder-Lurgi*), metoda WSA-SNOX (ang. *Wet Sulphuric Acid*), metoda Bergau Forschung-Uhde], metodę radiacyjną.

W odazotowaniu spalin stosowane są również metody łączone, np. pierwotne – dwustrefowe spalanie paliwa – oraz wtórne – dodanie reagenta (mocznika). Metody łączone zapewniają optymalizację pracy kotła i niższe koszty eksploatacyjne.

Semi-dry methods (for example SDA or RP+FT – using a pneumatic reactor integrated with a fabric filter) are high-performance methods (e.g. in RP+FT the efficiency of removing SO_2 ranges from 90% to 95% (max. 98%), SO_3 is above 95% (max. 99%) HCl – above 95% (max. 99%), and HF – above 90%). These methods can meet the still ‘exorbitant’ limits of emissions to the atmosphere. The same also applies to wet methods (for example lime and gypsum method). An advantage of such methods, following the application of a lime-based neutralizing reagent, is that it produces gypsum which can be sold later. Among non-lime methods, the most important is flushing of flue gas with seawater. Other methods (such as Wellman-Lord process, including sulphur recovery, magnesite method, ammonia method, two-cycle alkaline method, radiation or SO_2 absorption based on active coke) are used more rarely. Such preferences are due to economic reasons (high prices of the sorbent and high cost of investment related to the necessity of building very complex process units).

Removal of nitrogen oxides

The source of NO_x is oxidation of N_2 from air at a high combustion temperature and conversion of nitrogen chemically bound in fuel – to NO_x . The emissions of NO_x can be reduced directly at their source (primary methods) or by treatment of exhaust gas by means of reduction, oxidation in the gas or liquid phase with simultaneous sorption in sorbents or on solid sorbents (secondary methods).

As regards primary methods the combustion process can be modified through, e.g. modernisation of the furnace system such as nonstoichiometric combustion, recirculation of flue gas, supply of water or steam, feeding additional hydrocarbon fuel to the combustion chamber, modification of boiler design (taking into account, for example, the type of furnace, thermal load of the chamber, type and position of burners, angle of inclination, change in burner load, etc.), use of special design burners (low-emission burners, fuel staging burners, gas recirculation burners, etc.), introduction of boilers with a circulating fluidized bed or co-firing of biomass (the content of nitrogen in biomass is two times lower than in coal). Primary methods are most eagerly used due to the good flue gas denitrification to costs ratio.

When primary methods are not capable of ensuring the required level of NO_x emissions, secondary denitrification methods are used, including: selective catalytic reduction, selective non-catalytic reduction, absorption methods combined with desulphurization [SHL (Saaber-Holder-Lurgi), WSA-SNOX (WSA – Wet Sulphuric Acid), Bergau Forschung-Uhde], and the radiation method.

Combined methods, e.g. primary – two-zone fuel combustion – and secondary – adding a reagent (urea), are also used in the denitrification of flue gas. Combined methods ensure optimum operation of the boiler and lower operating costs.

Odpylanie spalin

Odpylanie spalin polega na usuwaniu z nich cząstek aerozolowych. Głównymi typami odpylaczy są komory osadce i inercyjne, cyklony, filtry tkaninowe i warstwowe, elektrofiltry i skrubery.

W energetyce zawodowej powszechnie stosowanym urządzeniem pomocniczym kotła jest elektrofiltr. Cząstki pyłu, niesione przez spaliny, są elektrycznie obojętne i aby proces oczyszczania mógł zachodzić, muszą zostać naelektryzowane. Ładunek elektryczny jest nadawany ziarnom pyłu przez wykorzystanie ulotu, tj. opuszczania elektrody przez ładunki elektryczne wskutek wyładowania koronowego – rodzaju wyładowania elektrycznego w niejednorodnym silnym polu elektrycznym – z zastosowaniem napięć rzędu 40–80 kV. Ziarna pyłu uzyskują ładunek elektryczny od, zjonizowanych przez ulot, cząsteczek gazu. Obdarzone ładunkiem elektrycznym migrują do elektrody o ładunku przeciwnym, na której się osadzają. Na elektrodzie cząstki rozładują się elektrycznie, a następnie są cyklicznie z niej usuwane. Siła elektrostatyczna zależy od ładunku ziarna pyłu, zaś ładunek – możliwy do zgromadzenia na ziarnie – zależy, m.in. od rozmiaru ziarna. Elektrofiltry bardzo skutecznie (zwykle w ponad 99% dla cząsteczek 1 μm) wychwytyują ziarna pyłu, jednakże ciągle zaostżane normy emisji pyłów wymagają podejmowania działań, poprawiających skuteczność elektrofiltrów. Modernizacje elektrofiltrów prowadzone są jako zmiany konstrukcyjne poprzez: zwiększenie gabarytów, zwiększenie podziałości, nowe rozwiązania układów zasilających, a nawet budowę nowego, wysokosprawnego elektrofiltru. Inny sposób to zmniejszanie oporności popiołu (popiół z polskich elektrowni węgla jest wysokorezystywny – co najmniej jeden lub dwa rzędy wielkości większy od uznawanego za optymalny, z punktu widzenia skuteczności odpylania).

W ciepłowniach, elektrociepłowniach do odpylania gazów stosowane są również odpylacze cyklonowe – wykorzystujące siły bezwładności. Usuwają one cząstki pyłu o wymiarach przekraczających 60 μm . Skuteczność odpylania cyklonu jest tym większa, im wyższa prędkość wlotowa, a także im mniejszy promień komory.

Usuwanie CO_2

Działania, mogące ograniczyć emisję CO_2 z elektrowni i elektrociepłowni, są różne: uszlachetnianie węgla przed spalaniem, podniesienie sprawności konwersji energii w elektrowniach (szczególnie budowa bloków na parametry nadkrytyczne, a docelowo supernadkrytyczne), dywersyfikacja paliw (zastępowanie węgla olejem opałowym lub lepiej gazem ziemnym), wprowadzanie technologii zgazowania węgla [zgazowanie węgla w kopalniach, cykl kombinowany ze zintegrowanym zgazowaniem – IGCC (ang. *Integrated Gasification Combined Cycle*)], sekwestracja dwutlenku węgla w każdym procesie spalania.

Ochrona ziemi

Na terenie elektrowni zanieczyszczenie gleb może wystąpić wskutek awarii przemysłowej. W związku z tym elektrownie posiadają odpowiednie procedury oraz instrukcje postępowania na wypadek awarii. Znajdują się w nich opisy techniczne zapobiegania awarii oraz sposoby postępowania w przypadku ich wystąpienia.

Flue gas dedusting

Flue gas is de-dusted by removing aerosol particles. The main dust collector types are: settling and inertial chambers, cyclone separators, fabric and layer filters, electrostatic precipitators and scrubbers.

Electrostatic precipitators are commonly used as auxiliary equipment for boilers in commercial power engineering applications. Dust particles carried by flue gas are electrically neutral and must be electrified to enable the treatment process. Dust grains are electrically charged in the process of corona discharge, that is, an electrical discharge taking place in a strong non-uniform electric field – using voltages ranging from 40 to 80 kV. Dust grains receive an electric charge from gas particles ionized by the corona discharge. Electrically charged, they migrate to an electrode with a charge opposite to that on which they settle. On the electrode the particles are electrically discharged and then they are removed cyclically. The electrostatic force is determined by the charge of the dust grain, whereas the charge – which can be accumulated on the grain – depending, among other factors, on grain size. Electrostatic precipitators (ESP) are very effective (normally more than 99% for 1 μm particles) at catching dust grains. However, the increasingly stringent dust emission standards require measures improving the performance of ESP. ESP modernisations are design alterations involving: increased dimensions, expanded pitch, new supply system solutions, and even construction of a new, high-duty electrostatic precipitator. Another method is reducing the resistance of ash (ash from Polish power plants is highly resistant – its level of resistant is at least one or two times higher than the level deemed as optimum from the point of view of dedusting effectiveness).

Heating plants and combined heat and power plants also use cyclone separators based on inertia forces in order to remove dust from gas. They remove dust particles with dimensions exceeding 60 μm . Cyclone separators are more effective at higher inlet speed and smaller chamber radius.

Removal of CO_2

There are different activities that can reduce CO_2 emissions from power stations and combined heat and power plants: refinement of coal prior to burning, improving energy conversion efficiency in power stations (in particular building power units with supercritical and, ultimately, ultra-supercritical parameters), diversification of fuels (replacing coal with fuel oil or preferably natural gas), implementing coal gasification technology [gasification of coal in mines, IGCC (Integrated Gasification Combined Cycle), and carbon dioxide sequestration in every combustion process.

Soil protection

Soil pollution may occur within the power plant’s premises as a consequence of an industrial accident. Therefore, power plants have implemented adequate procedures and instructions in case of an accident. They contain technical descriptions preventing accidents and procedures in case an accident occurs.

Ochrona wód

Produkcja energii elektrycznej, pomimo dużego zużycia wody, może być – i przeważnie jest – prowadzona w sposób jak najmniej uciążliwy dla środowiska wodnego. Dla poborów wody oraz zrzutów ścieków z elektrowni, prowadzony jest stały monitoring oraz stosuje się komputerowe systemy kontroli eksploatacji, m.in. wskaźniki zużycia wody i zrzutu ścieków. Elektrownie, w większości, posiadają własne oczyszczalnie ścieków i stacje uzdatniania wody, funkcjonujące także w przypadku zakupu wody od przedsiębiorstw wodociągowych. Elektrownia może być również wyposażona w kompleks urządzeń ochronnych, w skład którego mogą wchodzić np.: chemiczna oczyszczalnia ścieków z procesu odsiarczania spalin wraz z modułem strącania metali ciężkich, chemiczna oczyszczalnia ścieków przeznaczona do neutralizacji ścieków agresywnych takich jak: z procesów trawienia kotłów czy regeneracji złóż jonowymiennych, oczyszczalnia biologiczno-mechaniczna ścieków sanitarnych, oczyszczalnia mechaniczno-chemiczna ścieków przemysłowo-deszczowych, kompostownia osadów.

W celu ograniczenia ilości zużycia wody, do celów technologicznych stosowane są obiegi zamknięte, a wodę z poszczególnych etapów uzdatniania zawraca się do dalszego wykorzystania. Takie ścieki mogą być wykorzystywane w procesach produkcyjnych, choćby do produkcji wód technologicznych (tzw. skojarzenie obiegów wodnych) lub odprowadzane do tzw. zamkniętego obiegu hydrotransportu, gdzie ścieki przemysłowe umożliwiają odprowadzanie mieszanki popiołowo-żuźlowej do miejsc jej składowania. Część oczyszczonych ścieków przemysłowych wykorzystywana jest wtórnie w wielu procesach technologicznych, w których istnieje możliwość użycia wody o niższych parametrach jakościowych (np. zmywanie, zasilanie zewnętrznej instalacji ppoż.).

Water protection

Despite consuming large quantities of water, electricity can be and normally is generated in a manner that is the least onerous for the aquatic environment. Water intake and discharge of effluents from power plants is continuously monitored by computer systems for controlling the plant's operation including water intake and effluent discharge indicators. Power plants mostly have their own wastewater treatment plants and water treatment stations that also operate when water is purchased from water supply companies. In addition, a power plant can be equipped with a complex of protective facilities comprising, for example: a chemical plant for the treatment of flue gas desulphurization wastewater including a heavy metals precipitation module, a chemical plant for the neutralization of aggressive effluents from boiler etching or ion-exchange bed regeneration processes, a biological and mechanical plant for the treatment of sanitary wastewater, a mechanical and a chemical plant for the treatment of industrial effluents and rainwater, and a sludge composting plant.

In order to reduce the consumption of water, a closed cycle is used for engineering purposes, and water from respective stages of treatment is recycled for further use. Such wastewater can be used in production processes, for instance, for producing process water (so-called combined water cycles) or disposed of into a closed-cycle hydrotransport system where industrial effluents enable disposal of the ash and slag mixture to storage sites. Part of the treated industrial effluents is re-used in many technological processes for which water with lower quality parameters can be used (e.g. washing, supply of external fire protection systems).



Chłodnie kominowe Elektrowni Siersza – 2008 r. / The cooling towers of the Siersza Power Plant – 2008 (Tauron Wytwarzanie)

Gospodarka odpadami paleniskowymi

Jednym z największych problemów środowiskowych jest powstawanie odpadów. W elektrowniach i innych zakładach energetycznego spalania paliw powstają odpady paleniskowe (popioły lotne i żużle), będące jednym z czołowych odpadów przemysłowych pod względem ilości wytwarzania. Popioły lotne to pyły (frakcja drobnociągnista) o właściwościach pucolanowych, składające się głównie z kulistych zeszkliwionych ziaren, zawierających przede wszystkim SiO_2 i Al_2O_3 . Popioły lotne powstają jako uboczny produkt spalania paliwa w kotłach. Następnie są unoszone, wraz ze spalinami, i zatrzymywane w elektrofiltrach. Żużle stanowią frakcję grubociągnistą i są odprowadzane spod kotła do zasobników lub pompowni bagrowych.

Na podstawie Rozporządzenia Ministra Środowiska, z 9 grudnia 2014 roku (poz. 1923), w sprawie katalogu odpadów, odpady paleniskowe klasyfikowane są w grupie 10 01, jako odpady z elektrowni i innych zakładów energetycznego spalania paliw. Do odpadów z tej grupy zalicza się: żużle, popioły paleniskowe i pyły z kotłów, popioły lotne z węgla, popioły lotne z torfu i drewna niepodanego obróbce chemicznej, popioły lotne i pyły z kotłów z paliw płynnych, stałe odpady z wapniowych metod odsiarczania gazów odlotowych, produkty z wapniowych metod odsiarczania gazów odlotowych, odprowadzane w postaci szlamu, kwas siarkowy, popioły lotne z emulgowanych węglowodorów, stosowanych jako paliwo, popioły paleniskowe, żużle i pyły z kotłów ze współspalania, popioły lotne ze współspalania, odpady z oczyszczania gazów odlotowych, osady z zakładowych oczyszczalni ścieków, uwodnione szlasy z czyszczenia kotłów, piaski ze złóż fluidalnych, odpady z przechowywania i przygotowania paliw dla opalanych węglem elektrowni, odpady z uzdatniania wody chłodzącej, mieszanki popiołowo-żuźłowe z mokrego odprowadzania odpadów paleniskowych, mikrosfery z popiołów lotnych, mieszaniny popiołów lotnych i odpadów stałych z wapniowych metod odsiarczania gazów odlotowych (metody suche i półsuche odsiarczania spalin oraz spalanie w złożu fluidalnym).

Zakłady produkujące odpady mają obowiązek stosowania takich sposobów i form produkcji, które pozwolą utrzymać ilość powstających odpadów na możliwie najniższym poziomie, ale ilość odpadów paleniskowych uzależniona jest od wielkości produkcji energii elektrycznej, jakości spalanego węgla i zawartości w nim popiołów. O dobrej jakości popiołów, pod kątem możliwości ich wykorzystania, decydują: mała zawartość węgla, duża zawartość szkła, mała zawartość alkaliów, duże rozdrobnienie. Na jakość popiołów, oprócz składu fazy płonnej w węglu, mają również wpływ czynniki technologiczne. Popioły mają tym więcej szkła i drobniejsze uziarnienie (lepsze właściwości pucolanowe), im większy stopień rozdrobnienia miał węgiel spalany w kotłach.

Pod koniec ubiegłego stulecia nastąpiło zmniejszenie produkowanej energii elektrycznej oraz poprawa jakości węgla, a zmiany te poskutkowały zmniejszeniem ilości odpadów paleniskowych. Trend ten nadal się utrzymuje – według danych ECOBA (ang. *European Coal Combustion Products Association*) – w Unii Europejskiej (UE 15) w roku 2010 wyprodukowano około 48 mln ton odpadów paleniskowych (dla porównania: w 1993 roku było to 57 mln ton, a w 1999 – 55 mln ton), z czego największą część reprezentują popioły lotne (ok. 66%).

Combustion waste management

Generation of wastes is a major environmental problem. Power plants and other plants burning fuels to generate energy produce combustion wastes (volatile ash and slag) – classified among industrial wastes generated in the largest amounts. Volatile ash is pozzolanic ash (fine-grained fraction) mainly composed of spherical vitrified grains containing mostly SiO_2 and Al_2O_3 . Volatile ash is a by-product of combusting fuel in boilers. Afterwards, it is carried away by flue gas and retained in electrostatic precipitators. Slag is a coarse-grained fraction and is carried away from underneath the boiler to storage containers or slurry pumps.

Pursuant to the Regulation of the Minister of Environment of 9 December 2014 (item 1923) concerning the catalogue of wastes, combustion wastes are classified in group 10 01 as wastes from power stations and other combustion plants. This group of wastes includes: slag, furnace ash and boiler dust, volatile ash from coal, volatile ash from peat and timber not treated by chemical methods, volatile ash and dust from liquid fuel-fired boilers, solid wastes from lime-based desulphurization of exhaust gas, products of lime-based desulphurization of exhaust gas disposed of as slurry, sulphuric acid, volatile ash from emulsified hydrocarbons used as fuel, furnace ash, slag and dust from boilers from co-combustion, volatile ash from co-combustion, wastes from treatment of exhaust gas, sludge from works wastewater treatment plants, hydrated slurry from boiler cleaning, sand from fluidized beds, wastes from storage and preparation of fuels for coal-fired power plants, wastes from treatment of cooling water, ash and slag mixtures from wet disposal of combustion wastes, microspheres from volatile ash, mixtures of volatile ash and solid wastes from lime-based desulphurization of exhaust gas (dry and semi-dry desulphurization of flue gas and fluidized bed combustion).

Plants that generate wastes are required to ensure that their production methods and forms facilitate keeping the quantity of generated wastes at the lowest level but the quantity of combustion wastes depends on the amount of generated electricity, quality of combusted coal and content of ash in coal. Good quality of ash, in terms of its possible applications, is determined by: low content of coal, high content of glass, low content of alkali, and fine grains. Apart from the composition of the coal gangue, the quality of ash is also affected by process factors. Ash contains more glass and has finer grains (better pozzolanic properties) when coal burnt in boilers is fine-grained.

At the end of the past century the amount of generated electricity decreased and the quality of coal improved. These changes resulted in a reduced amount of combustion wastes. This trend has been retained – according to information provided by ECOBA (European Coal Combustion Products Association) – in the European Union (EU 15) in 2010 about 48 million tonnes of combustion wastes were generated (to compare: in 1993 it was 57 million tonnes and in 1999 – 55 million tonnes), the largest part of which is volatile ash (ca. 66%).

W Polsce w 2014 roku wytworzono ogółem 21 942,3 tys. ton (w 2013 – 24 304,3 tys. ton) odpadów z zakładów wytwarzania i zaopatrywania w energię elektryczną, gaz, parę wodną i gorącą wodę, natomiast 3835,8 tys. ton stanowiły popioły lotne z węgla, a 11 950,9 tys. ton mieszanki popiołowo-żużlowe z mokrego odprowadzania odpadów paleniskowych. Z ogólnej ilości wytworzonych popiołów lotnych procesom odzysku poddano 128,8 tys. ton popiołów, unieszkodliwiono 134,8 tys. ton, z czego tylko 0,05% składowano. Mieszanki popiołowo-żużlowe z mokrego odprowadzania odpadów paleniskowych poddano odzyskowi w ilości 28,3 tys. ton, a unieszkodliwiono 10 395,2 tys. ton (100% zeszkładowano). Odbiorcom zewnętrznym przekazano 51,6 tys. ton popiołów lotnych i 201,9 tys. ton mieszanki popiołowo-żużlowej. Popioły magazynowane czasowo stanowiły 91,78% ogółu wytworzonych popiołów lotnych (288,3 tys. ton), natomiast mieszanki popiołowo-żużlowe jedynie 11% (1325,5 tys. ton). Na składowiskach nagromadzono ogółem, na koniec 2014 roku, 26 861,4 tys. ton popiołów lotnych, natomiast mieszanki popiołowo-żużlowej, z mokrego odprowadzania odpadów paleniskowych, zeszkładowano w ilości 285 883,6 tys. ton. Zmniejszająca się ilość składowanych odpadów paleniskowych świadczy o skutecznym wykorzystywaniu dostępnych technologii zagospodarowania odpadów przemysłowych.

Odpady paleniskowe są zagospodarowywane w szerokim zakresie w branży budowlanej. W Unii Europejskiej (według danych ECOBA) wykorzystuje się około 43% popiołu lotnego, około 46% popiołu dennego, a wskaźnik dla żużli wynosi 100%. W większości przypadków odpady te są stosowane jako zamienniki naturalnie występujących zasobów, co wiąże się z pozytywnym efektem ekologicznym. Wykorzystanie tych odpadów przyczynia się również do zmniejszenia zapotrzebowania na energię i obniżenia emisji do atmosfery (np. CO₂), co wynika z procesu wytwarzania produktów, które byłyby zastoso- wane zamiast tych odpadów.

In Poland in 2014 the amount of wastes from electricity, gas, steam and hot water generation and supply plants totalled 21 942.3 thousand tonnes (in 2013 – 24 304.3 thousand tonnes), whereas volatile ash from coal constituted 3 835.8 thousand tonnes, and mixed ash and slag from wet disposal of combustion wastes totalled 11 950.9 thousand tonnes. From the total amount of generated volatile ash 128.8 thousand tonnes of ash were recovered, and 134.8 thousand tonnes were disposed, of which only 0.05% was deposited in landfills. 28.3 thousand tonnes of mixed ash and slag from wet disposal of combustion wastes was recovered and 10 395.2 thousand tonnes were subject disposed of (100% deposited in landfills). Third parties received 51.6 thousand tonnes of volatile ash and 201.9 thousand tonnes of mixed ash and slag. Temporarily stored ash accounted for 91.78% of all volatile ash generated (288.3 thousand tonnes), whereas mixed ash and slag only for 11% (1325.5 thousand tonnes). In total, at the end of 2014 as many as 26 861.4 thousand tonnes of volatile ash were deposited in landfills, whereas 285 883.6 thousand tonnes of mixed ash and slag from wet disposal of combustion wastes were stored. The decreasing amount of combustion wastes in landfills is evidence of the effective use of available technologies for the disposal of industrial wastes.

Combustion wastes are disposed of to a wide extent in the construction industry. In the European Union (according to ECOBA) about 43% of volatile ash, about 46% of bottom ash and 100% of slag is utilized. In most cases these wastes are used as substitutes of naturally occurring resources, which is connected with a positive environmental effect. The utilization of these wastes also contributes to a decreased requirement of energy and reduced atmospheric emissions (e.g. CO₂), which is a result of the process of manufacturing products that would have been used instead of such wastes.



Ponad 60% odpadów paleniskowych elektrowni jest zagospodarowywane przez cementownie i zakłady produkujące materiały budowlane, na zdjęciu magazyn gipsu i zbiorniki retencyjne popiołu / More than 60% of furnace waste from power plants is disposed of by cement plants and manufacturers of construction materials; photo: gypsum storage and ash storage tanks (ENEA Wytwarzanie)

Odpady paleniskowe znajdują zastosowanie jako dodatek, przeznaczony do produkcji: betonu, zaprawy, zaczynu, betonu konstrukcyjnego na placu budowy, betonu prefabrykowanego, betonu komórkowego, ceramiki budowlanej, cementu i spoiw pucolanowych, asfaltobetonów, polimerobetonów.

W gospodarczym wykorzystaniu istotną rolę odgrywają popioły lotne, które nie są już tylko tanim zamiennikiem części cementu, ale ważnym składnikiem, mającym korzystny wpływ na własności betonu. Sferyczne ziarna popiołów lotnych, przynajmniej w 70%, składają się z krzemionki oraz tlenków glinu i żelaza. Aktywność pucolanowa popiołu lotnego zależy od składu chemicznego i mialkości cementu portlandzkiego, z którym ma być użyty. Popioły lotne przez wypełnienie porów międzyziarnowych cementu, uszczelniają struktury zaczynu, a dzięki aktywności pucolanowej, poprawiają parametry wiązania i wytrzymałości betonu. Maksymalna dawka popiołów w betonie nie powinna przekroczyć 20% masy cementu, ale określa się ją dla każdego popiołu indywidualnie. Jego dodatek opóźnia czas wiązania betonu i spowalnia jego twardnienie. Mieszanka z popiołami lotnymi wykazuje wiele pozytywnych właściwości: jest bardziej spoiwa, odporniejsza na wyciek wody, łatwiej pompowana i podatniejsza na wykończenie powierzchni, ale przyrost wytrzymałości w betonach z dodatkiem popiołów jest wolniejszy niż w pozostałych.

Charakterystycznym dla Polski, sposobem zagospodarowania popiołów jest ich stosowanie w górnictwie podziemnym, w technologii zawieszinowej. Mogą one również być użyte jako wypełniacze mineralne oraz nawozy. Skład chemiczny odpadów paleniskowych z kotłów fluidalnych jest zdecydowanie inny, niż z kotłów pyłowych z suchym odsiarczaniem. Produkty paleniskowe z kotłów fluidalnych charakteryzują się dobrymi właściwościami wiążącymi, a popioły denne z kotłów fluidalnych mają większą zawartość krzemionki i tlenków żelaza i nieznacznie mniejszą zawartość CaO w stosunku do popiołów lotnych. Dlatego też popioły lotne z kotłów fluidalnych wykorzystywane są w drogownictwie, gdzie do budowy dróg najbardziej wskazane jest zastosowanie popiołów krzemianowych i do produkcji spoiw krzemianowo-glinowych z kotłów fluidalnych. Ich zastosowanie znacznie obniża koszt spoiwa, choć osiągnięte parametry stabilizacji nie są gorsze, niż w przypadku wykorzystania wapna czy cementu.

W budownictwie drogowym odpady z przemysłu energetycznego mogą być wykorzystane jako materiał alternatywny, przede wszystkim do wykonywania podbudowy czy korpusu drogi. Materiały te mogą mieć postać sypką lub – po przetworzeniu – np. formę brykietów. Popioły lotne z kotłów fluidalnych używane są również: przy budowie stawów osadowych, do stabilizacji i rekultywacji gruntów, w górnictwie i budownictwie, gdzie wykorzystuje się ich właściwości wiążące. Ze względu na ich zasadowy charakter, popioły lotne z kotłów fluidalnych mogą być stosowane w rolnictwie (do odkwaszania gleb), ochronie środowiska i gospodarce komunalnej (do neutralizacji ścieków).

Jednym z masowych kierunków zastosowania odpadów energetycznych jest makroniwelacja i rekultywacja terenu. W Polsce powszechnie stosuje się popioły i żużle z węgla brunatnego do wypełniania wyrobisk węgla brunatnego, kruszyw, gliny i siarki.

Combustion wastes are used as an additive in the production of: concrete, mortar, slurry, structural concrete on the construction site, prefabricated concrete, cellular concrete, building ceramic ware, cement and pozzolanic binders, asphalt concrete, and polymer concrete.

In economic terms a significant role is ascribed to volatile ash, not only as a cheap substitute for a part of cement, but also as an important component having a positive influence on the properties of concrete. Spherical grains of volatile ash are at least 70% composed of silica, aluminium oxides and iron oxides. Pozzolanic activity of volatile ash is determined by the chemical composition and fineness of the Portland cement with which it will be used. Volatile ash, filling intergrain pores in cement, seals the structures of slurry and, thanks to its pozzolanic activity, improves concrete binding and strength parameters. The maximum dose of ash in the concrete should not exceed 20% of the cement weight, but it is determined individually for every type of ash. When added, ash delays the concrete binding time and slows down its setting. The mix with volatile ash has many positive properties: it is more compact, more resistant to water leaks, it can be pumped more easily and its surface can be finished better, but the strength of concrete with an admixture of ash increases more slowly than the strength of other types of concrete.

A characteristic method of ash disposal in Poland is using it in underground mining by means of suspension technology. It can also be used as mineral fillers and fertilizers. The chemical composition of combustion wastes from fluidized bed boilers is definitely different from that derived from pulverized-fuel boilers with dry desulphurization. Furnace products from fluidized bed boilers are characterized by good binding properties and bottom ash from fluidized bed boilers contains more silica and iron oxides and slightly less CaO than volatile ash does. Therefore, volatile ash from fluidized bed boilers is used in road construction where the use of silica ash is most recommended and in the production of silicate and aluminium binders from fluidized bed boilers. Their use considerably reduces the cost of the binder although the stabilization parameters are no worse than when lime or cement is used.

In road construction power industry wastes can be used as an alternative material, mainly for the road substructure or body. These materials can be loose or – after processing – they can have the form of pellets. Volatile ash from fluidized bed boilers is also used for the construction of settling ponds, for stabilization and reclamation of land, in mining and the construction industry where their binding properties are used. Due to its alkalinity, volatile ash from fluidized bed boilers can be used in agriculture (soil deacidification), environmental protection and municipal management (neutralization of wastewater).

One of the mass directions of utilizing energy wastes is macro-levelling and reclamation of land. In Poland, ash and slag from brown coal is commonly used to fill the brown coal, aggregate, clay and sulphur pits.

Mieszanie popiołowo-żużlową ze składowisk wykorzystuje się do budowy obwałowań składowisk odpadów paleniskowych i innych, a także do budowy nasypów komunikacyjnych. W związku ze wzrastającą ilością wytwarzanych odpadów z odsiarczania spalin należy zwrócić uwagę na ich odzysk. Największe możliwości zagospodarowania istnieją dla gipsu poreakcyjnego, jako materiału zastępującego gips naturalny.

Unia Europejska dąży do oddzielenia rozwoju i wzrostu gospodarczego od nieodwracalnego zużycia surowców naturalnych, co stwarza możliwości wykorzystywania, w coraz szerszym zakresie, ubocznych produktów spalania.

Sekwestracja dwutlenku węgla

Polska – podpisując ratyfikację „konwencji klimatycznej” oraz Protokołu z Kioto – włączyła się w międzynarodowe działania, mające na celu zapobieganie zmianom klimatu. Jednym z głównych zobowiązań jest redukcja emisji gazów cieplarnianych o 6% w latach 2008-2012, w stosunku do roku bazowego oraz o 20% w latach 2013-2020. Polska zredukowała dotychczas emisję gazów cieplarnianych o około 30% (przy wymaganych 6%), a mimo to w roku 2013 była na 5. miejscu, pod względem emisji gazów cieplarnianych (w tym dwutlenku węgla), w Unii Europejskiej (dane Eurostat).

Według danych, zebranych w ramach krajowej inwentaryzacji (KOBIZE) z 2013 roku, całkowita emisja gazów cieplarnianych w Polsce wynosiła 394 891,52 kt ekwiwalentu CO₂ (bez uwzględnienia sektora Użytkowanie gruntów, zmiany użytkowania gruntów i leśnictwo), przy czym sektor Energia wyemitował 323 470,71 kt ekwiwalentu CO₂. Głównym źródłem emisji CO₂ był sektor Spalanie Paliw i udział tej kategorii stanowił 92,4% w całkowitej emisji CO₂ w roku 2013, przy czym 52,4% udziału miał tu Przemysł energetyczny. Biorąc pod uwagę zmiany emisji gazów cieplarnianych w okresie 1988-2013, w podziale na główne kategorie źródeł, zanotowano jednak spadek emisji we wszystkich kategoriach, a drugim z kolei sektorem, o największej redukcji emisji (o 33%), była Energia. Pomimo tych pozytywnych zmian, spalanie paliw kopalnych nadal wywołuje emisję takich ilości CO₂ do atmosfery, które nie mogą być wchłonięte przez rośliny ani rozpuszczone w oceanach, a w związku z tym powstaje efekt cieplarniany, powodujący ocieplenie powierzchni Ziemi. W związku z tym Unia Europejska wyznaczyła cel – redukcję emisji CO₂ o 20% do roku 2020 (w porównaniu z rokiem 1990) i aby ten warunek spełnić należy znaleźć rozwiązania, które na to pozwolą. Stosunkowo łatwe do zrealizowania i możliwie szybkie do wdrożenia jest wykorzystanie technologii CCS (ang. *Carbon Capture and Storage*), czyli wychwytywanie, transport oraz składowanie dwutlenku węgla, określane terminem sekwestracja. Sekwestracja CO₂ pozwala wykorzystywać paliwa kopalne, a jednocześnie zmniejszać emisję CO₂ do atmosfery. Podziemne składowanie CO₂ jest rozpowszechnionym w naturze zjawiskiem, a naturalne zbiorniki z nim istnieją od milionów lat (np. seria ośmiu naturalnych zbiorników CO₂ w południowo-wschodniej Francji, odkrytych w trakcie wydobywania ropy naftowej na tych obszarach, w latach 60. XX wieku). Świadczy to o słuszności doboru formacji geologicznych do składowania CO₂, gdyż charakteryzują się dużą pojemnością, są bezpieczne i gwarantują stabilność na długi czas.

The mixture of ash and slag from landfills is used in the construction of embankments of combustion and other waste landfills and for the construction of transport embankments. In connection with an increasing amount of flue gas desulphurization wastes their recovery must be taken into account. The best options for disposal are available for post-reaction gypsum as a material replacing natural gypsum.

The European Union aims to separate economic development and growth from the irrevocable consumption of natural resources, which provides options for wider utilization of by-products of combustion.

Carbon dioxide sequestration

Poland – ratifying the Convention on Climate Change and the Kyoto Protocol – became included in the international scheme for preventing climate change. One of the main obligations is the reduction of greenhouse gas emissions by 6% in 2008-2012, in relation to the base year and by 20% in 2013-2020. So far, Poland has reduced the emissions of greenhouse gases by about 30% (at the required 6%), and despite this fact in 2013 it was ranked 5th in terms of greenhouse gas emissions (including carbon dioxide) in the European Union (according to Eurostat).

According to data gathered during the national stocktaking (KOBIZE) in 2013, the total emission of greenhouse gases in Poland was 394 891.52 kt of CO₂ equivalent (without considering the sector Use of land, changes in the use of land and forestry), while the sector Energy emitted 323 470.71 kt of CO₂ equivalent. The main source of CO₂ emissions was the sector. Fuel combustion and this category accounted for 92.4% of the total CO₂ emissions in 2013, whereas 52.4% was the share of Energy industry. Taking into account changes in greenhouse gas emissions in 1988-2013, split into the main categories of sources, a decrease in emissions was noted in all categories, and the second sector with the largest reduction in emissions (by 33%), was Energy. Despite these positive changes, combustion of fossil fuels still causes atmospheric emissions of CO₂ in amounts that cannot be absorbed by plants or dissolved in oceans, which results in the greenhouse effect causing global warming on the Earth. Therefore, the European Union has set an objective – a 20% reduction in emissions of CO₂ by 2020 (in comparison to 1990) and the right solutions must be found to fulfil this condition. It is relatively easy and quick to implement the CCS (Carbon Capture and Storage) technology, that is, capturing, transporting and storing carbon dioxide, referred to as sequestration. CO₂ sequestration makes it possible to utilize fossil fuels and at the same time reduce atmospheric emissions of CO₂. Underground storage of CO₂ is a phenomenon that is common in nature, and such natural tanks have existed for millions of years (e.g. a series of eight natural CO₂ tanks in south eastern France discovered during oil extraction works in that area in the 1960s). It demonstrates that the right geological formations were selected for storage of CO₂ as they are characterised by large capacity, safety and guaranteed long-term stability.

Obecnie przewiduje się stosowanie sekwestracji do unieszkodliwiania znacznych ilości CO₂ (miliony ton), ale w przypadku większości gazów spalinowych i przemysłowych, koncentracja CO₂ jest niska i wynosi od kilku do kilkunastu procent, a czysty strumień emitują tylko niektóre procesy przemysłowe. Po wychwyceniu dwutlenku węgla w instalacjach przemysłowych, jest on sprężony do postaci gęstego płynu.

Istnieje kilka technologii pozwalających otrzymać skoncentrowany strumień CO₂ i są to: wychwytywanie przed spalaniem, wychwytywanie po spalaniu i tlenowe spalanie węgla. Wychwycony dwutlenek węgla, przed zatłoczeniem pod ziemię, należy oddzielić od innych gazów spalinowych i przemysłowych i stosuje się do tego celu: absorpcję chemiczną (najczęściej stosowana) i fizyczną, adsorpcję fizyczną, frakcjonowanie kriogeniczne i separację membranową. Następnie CO₂ jest transportowany, przy użyciu statków i rurociągów, zatłaczany do formacji zbiornikowych.

W przypadku sekwestracji dwutlenku węgla w strukturach geologicznych (a takie przewiduje się ewentualnie w polskich warunkach), zatłaczanie CO₂ poprzedzone musi być dokładnym badaniem terenu – wymagane jest występowanie skał osadowych o dużej miąższości, znacznym rozprzestrzenieniu i dobrych właściwościach kolektorskich. Skały te muszą stanowić tzw. pułapkę, w której zatłoczony dwutlenek węgla gromadzi się w przestrzeni pomiędzy ziarnami, a także w pęknięciach, wypierając i zastępując w ten sposób, tamtejsze substancje, takie jak gazy, woda czy ropa. Od góry „pułapka” musi być przykryta przez nieprzepuszczalne skały (np. iły, ilowiec, margiel, skały solne), które nie pozwolą na niekontrolowane przedostawanie się CO₂ poza „pułapkę”.

Bardzo istotnym czynnikiem, który odgrywa kluczową rolę podczas wyboru lokalizacji sekwestracji CO₂, jest również pojemność struktury geologicznej oraz brak wód pitnych (CO₂ nie może być zatłaczany do wód, które mogą być używane bądź wykorzystane przez człowieka). W celu zwiększenia ilości składowanego CO₂ gromadzi się go w postaci sprężonej, płynnej, a więc wybiera się położenie zbiornika poniżej 800 metrów pod ziemią, gdzie panuje odpowiednio wysokie ciśnienie i temperatura.

Mając na uwadze te czynniki, do sekwestracji CO₂ można wykorzystywać:

- szczerpane złoża gazu ziemnego i ropy naftowej (do wykorzystania natychmiast, ale w warunkach polskich złoża te, niestety, mają niewystarczającą pojemność)
- głębokie poziomy solankowe (posiadają duży potencjał składowania CO₂; są najbardziej obiecujące w warunkach polskich, ale wymagają jeszcze rozpoznania)
- głębokie nieeksploatowane złoża węgla (następuje tutaj trwałe związanie CO₂ w matrycy węglowej; w przypadku zatłaczania do pokładów węgla zawierających metan, dwutlenek węgla może go wypierać i wspomagać tym samym ekonomiczne pozyskiwanie metanu, zwane w skrócie ECBM (ang. *Enhanced Coal Bed Methane*); problem tkwi w metodyce zatłaczania dużych ilości CO₂ do słabo przepuszczalnych złóż węgla).

At present, it is expected that sequestration will be used for disposing large amounts of CO₂ (millions of tonnes), but for most combustion and industrial gases the concentration of CO₂ is low and ranges from a few to several per cent, and a clean stream is emitted by some industrial processes only. When carbon dioxide is captured in industrial installations, it is compressed to form a thick liquid.

There are a number of technologies making it possible to receive a concentrated stream of CO₂: pre-combustion capture, postcombustion capture and oxy-fuel combustion of coal. Before it is injected under the ground the captured carbon dioxide must be separated from other combustion and industrial gases. Separation methods used include chemical absorption (the most common) and physical absorption, physical adsorption, cryogenic fractionation and membrane separation. Next, CO₂ is transported, using vessels and pipelines, and pumped into tank formations.

In case of carbon dioxide sequestration in geological structures (which can be possibly provided for in Polish conditions), injection of CO₂ must be preceded by a thorough survey of the land – the presence of thick, considerably scattered sedimentary rocks with good collection properties is required. The rocks must form a so-called ‘trap’ inside which the injected carbon dioxide will be accumulated in the intergrain space, and in the cracks, thus pushing out and replacing the existing substances such as gas, water and oil. The ‘trap’ must be covered by a layer of impermeable rocks (e.g. loam, mud rock, marl, salt rocks) that will prevent uncontrolled release of CO₂ from the ‘trap’.

A very significant factor that plays a key role in selecting the location for CO₂ sequestration is the capacity of the geological structure and the lack of drinking water (CO₂ cannot be injected into water which can be used or utilized by humans). In order to increase the amount of stored CO₂ it is accumulated in the form of a compressed liquid, therefore the tank should be located deeper than 800 metres underground, where pressure and temperature are adequately high.

Having these factors in mind, CO₂ sequestration can make use of:

- worn-out reserves of natural gas and oil (for immediate use but unfortunately in Poland such reserves have insufficient capacity)
- deep brine levels (high CO storage potential; most promising in Poland but still need some exploration)
- deep non-exploited reserves of coal (permanent binding of CO₂ in the coal matrix; when injected into coal reserves containing methane, carbon dioxide can push it out and thus support economic production of methane, for short ECBM (Enhanced Coal Bed Methane); the problem is the methods of injecting large amounts of CO₂ into poorly permeable coal reserves).

Względy bezpieczeństwa (przede wszystkim), w tym również środowiskowe, społeczne i ekonomiczne sprawiają, że sekwestracja CO₂ musi być stale monitorowana, zgodnie z obowiązującymi regulacjami prawnymi. Dążeniem Komisji Europejskiej jest wybudowanie obiektów demonstracyjnych, umożliwiających wychwytywanie i składowanie dwutlenku węgla. Technologia ta jest obecnie na wczesnym etapie rozwoju, a pomysł wychwytywania i składowania dwutlenku węgla nie był jeszcze realizowany na dużą skalę (ze względu na brak zachęt ekonomicznych oraz wątpliwości polityczne i prawne).

Programy proekologiczne przedsiębiorstw energetycznych

Przed rokiem 1988 największy wpływ na zły stan jakości powietrza w Polsce miał sektor energetyki i przemysłu. Obecnie przyczynę złej jakości powietrza upatruje się w sektorze bytowo-komunalnym. Zmianą jest fakt, że od roku 1988 odnotowuje się trend spadkowy emisji głównych zanieczyszczeń powietrza z przemysłu, co wiąże się z transformacją gospodarki narodowej, a w zakresie ochrony środowiska: z rozpoczęciem wdrażania w zakładach przemysłowych najlepszych dostępnych technik (BAT) oraz pozwoleń zintegrowanych. Od momentu wejścia w życie ustawy Prawo ochrony środowiska, elektrownie zobligowane zostały do uzyskania pozwoleń zintegrowanych na wszystkie rodzaje emisji. Nieprzestrzeganie zapisów, uzyskanych w pozwoleniach zintegrowanych, grozi wysokimi sankcjami karnymi, a w dalszej kolejności – koniecznością zaprzestania produkcji. Poza przestrzeganiem zapisów z pozwoleń zintegrowanych, większość elektrowni przyjęła już System Zarządzania Środowiskowego wg normy PN-EN ISO 14001, który gwarantuje usprawnienie działań w zakresie ochrony środowiska, zredukowanie zagrożeń środowiskowych, usprawnienie działań dostosowujących do wymagań prawnych oraz wspieranie i doskonalenie działań środowiskowych (łącznie ze środowiskową jakością wyrobów i usług).

Elektrownie, którym bliska jest strategia prośrodowiskowa, starają się również o uzyskanie certyfikatu zgodności z rozporządzeniem EMAS (ang. *Eco Management and Audit Scheme* – o dobrowolnym udziale w systemie ek zarządzenia i audytu). Spośród polskich elektrowni, kilka już posiada wdrożony certyfikat EMAS: Opole, Łaziska, Jaworzno III, Siersza, Łagisza. EMAS jest unijnym instrumentem, czymś w rodzaju znaku firmowego, określającym dążenie organizacji do doskonałości w zakresie ochrony środowiska. Jest on zsynchronizowany z normą ISO 14001, która wchodzi w jego skład. EMAS wymaga więcej niż systemy ISO, choćby w zakresie wykazywania ciągłej działalności proekologicznej oraz pełnej zgodności z prawodawstwem unijnym i krajowym, dotyczącym ochrony środowiska.

For reasons of safety (primarily), including environmental, social and economic safety, CO₂ sequestration must be continuously monitored in compliance with applicable legal regulations. The European Commission aims to construct demonstration facilities for carbon dioxide capturing and storage. Currently, this technology is at an early stage of development and the idea of capturing and storing carbon dioxide has not yet been implemented on a large scale (due to the lack of economic incentives as well as political and regulatory doubts).

Sustainability programmes of energy companies

Before 1988, the power engineering sector and industry had the largest influence on the deterioration of air quality in Poland. At present, reasons for the poor quality of air are sought for in the household and municipal sector. It is significant that since 1988 a downward trend has been observed in emissions of main industrial pollutants, which is connected with the transformation of the national economy, and with regard to environmental protection, with the start of implementation of best available techniques (BAT) and integrated permits in industrial plants. Since the Environmental



System ek zarządzenia i audytu to użyteczny instrument unijny / The eco-management and audit system is a useful EU instrument (arch. Photofactory®)

Protection law was put into effect, power plants have been obliged to obtain integrated permits for all types of emissions. Failure to comply with the provisions of integrated permits results in severe criminal sanctions and further – leads to the discontinuation of production. Apart from complying with the provisions of integrated permits, most power plants have already adopted the Environmental Management System according to PN-EN ISO 14001, which guarantees improved environmental protection activity, reduced environmental threats,

improve activities adapting to regulatory requirements and support and improvement of environmental measures (including environmental quality of goods and services).

Power plants pursuing sustainability policy also make attempts to obtain a conformity certificate according to EMAS (Eco Management and Audit Scheme) concerning voluntary participation in the eco-management and audit scheme. Some Polish power plants already have implemented EMAS certificate. These are: Opole, Łaziska, Jaworzno III, Siersza, and Łagisza. EMAS is a Community instrument, a kind of trademark indicating that the organisation aims at excellence in environmental protection. EMAS is synchronized with ISO 14001 which forms a part thereof. EMAS requires more than ISO systems, at least to the extent of reporting of continuous sustainable development and full compliance with the European and national legislation on environmental protection.



Działania proekologiczne w sektorze energetycznym to również sadzenie nowych drzew / Environmental measures in the energy sector also include planting new trees (arch. Photofactory®)

Bardzo istotnym elementem założeń EMAS jest wymóg włączania załogi, zarówno najwyższego kierownictwa, jak i pracowników, w działania na rzecz ochrony środowiska. Podejmowane przez nich działania prośrodowiskowe widoczne są w zgłaszanych rozwiązaniach racjonalizatorskich, dotyczących: zmniejszania obciążeń środowiska, prawidłowego nadzoru nad podwykonawcami, odpowiedniej dokumentacji systemowej (procedury i instrukcje), prawidłowo prowadzonego przeglądu zarządzania, oraz poprawnej identyfikacji celów środowiskowych.

Aby wypełnić wymogi EMAS, elektrownie muszą informować opinię publiczną i zainteresowane strony o wpływie elektrowni, jej produktów i usług na środowisko oraz o działaniach środowiskowych, które ma zamiar podejmować. Wymogiem uzyskania rejestracji w EMAS jest przeprowadzenie wieloaspektowego przeglądu środowiskowego wyrobów i usług, także metod ich oceny, wymagań prawnych oraz istniejących praktyk i procedur zarządzania środowiskowego. Musi być również sporządzona i opublikowana deklaracja środowiskowa, opisująca system zarządzania oraz efekty działalności środowiskowej. Rozporządzenie EMAS wymienia sześć głównych wskaźników efektywności środowiskowej, które powinny zostać ujęte w deklaracji środowiskowej. Dotyczą one: efektywności energetycznej, racjonalnego wykorzystania materiałów, wody, odpadów, a także różnorodności biologicznej oraz emisji.

Proekologiczne elektrownie podejmują działania inwestycyjno-moder-nizacyjne, dotyczące np.: zaprzestania składowania popiołów i żużli w hałdach; budowy instalacji suchego odbioru popiołów z elektrofiltrów; budowy instalacji odsiarczania spalin metodą półsuchą; budowy nowych bloków energetycznych z kotłami fluidalnymi i wysokosprawnymi turbinami; wytwarzania zielonej energii ze współspalania biomasy; budowy ekranów bądź obudów dźwiękochłonnych urządzeń energetycznych; nasadzania zieleni, w celu poprawy wizerunku oraz zmniejszania hałasu emitowanego do środowiska; obniżania zawartości zawiesiny w ściekach, odprowadzanych do odbiornika. Oprócz inwestycji proekologicznych, następują również zmiany w sposobie zarządzania przedsiębiorstwem. Należy podkreślić odnośnie do certyfikatu EMAS, że wymusza on otwartość środowiskową i przejrzystość działań elektrowni.

A very significant element of the assumptions of EMAS is the requirement to include the team, both top management and employees, in activities for the protection of the natural environment. Activities undertaken for the protection of the natural environment are seen in the submitted rationalization solutions concerning: reduction of environmental load, correct supervision over subcontractors, adequate system documentation (procedures and manuals), correct management review and correct identification of environmental goals.

In order to comply with the requirements of EMAS, power plants must inform the public and interested parties on the environmental impact of the power plant, its products and services and on environmental measures they are going to undertake. The requirement for registration with EMAS is a multi-aspect environmental review of goods and services, including methods of their evaluation, regulatory requirements and existing environmental management practices and procedures. Also, an environmental declaration describing the management system and effects of environmental activities must be prepared and published. The EMAS regulation identifies six main indicators of environmental effectiveness to be included in the environmental declaration. They refer to: energy efficiency, rational use of materials, water, wastes, as well as biodiversity and emissions.

Sustainable power plants undertake investment and modernisation activities with reference to, for example: discontinuing the storage of ash and slag in heaps; building systems for dry collection of ash from electrostatic precipitators; building systems for semi-dry desulphurization of flue gas; building new power units with fluidized bed boilers and high-duty turbines; generating green energy from co-combustion of biomass; building soundproof screens or housings for power generation equipment; planting greenery to enhance the appearance and reduce noise emitted into the environment; reducing the content of suspension in effluents discharged into a receiving tank. Apart from environmental investments, the methods of business management also change. It must be emphasized that the EMAS certificate requires openness to environmental issues and transparency of the power plant's activities.



LIDERZY BRANŻY

Industry leaders

Liderzy branży

Industry leaders

ABB Sp. z o.o.	222–223
ALPAR Artur i Piotr Kowalscy Spółka Jawna.....	221
Budownictwo Elektroenergetyczne „SELPOL” S.A.	224
Constrem Sp. z o.o.	225
ELEKTROBUDOWA Spółka Akcyjna.....	227
„Elektrociepłownia Marcel” Sp. z o.o.	228–229
Elektromontaż Poznań S.A.	226
ELMO S.A.	231
Elsta Sp. z o.o.....	230
Energika M. Szamałek Z. Szamałek Sp. Jawna.....	232
Energotest-Diagnostyka Sp. z o.o.	234–235
Energotest sp. z o.o.....	233
Enervision Sp. J.	238–239
EthosEnergy Poland S.A.....	236
Fabryka Przewodów Energetycznych S.A.	237
„MAZEL” S.A.....	240

PILE ELBUD S.A.	241
Power Engineering S.A.....	242
Przedsiębiorstwo Budownictwa Elektroenergetycznego ELBUD w Katowicach Sp. z o.o.	243
Przedsiębiorstwo Energetyki Ciepłej w Płońsku Sp. z o.o.	245
TELE-FONIKA Kable S.A.	244
Wodociągowo-Ciepłownicza Sp. z o.o. „COWIK” w Bartoszycach	246
Zakład Wykonawstwa Sieci Elektrycznych MEGA-POL S.A.....	247

Przedsiębiorstwa zrzeszone w Izbie Gospodarczej Energetyki i Ochrony Środowiska Companies associated in the Polish Chamber of Power Industry and Environment Protection

Alfa Laval Polska Sp. z o.o.	249
Amec Foster Wheeler Energy FAKOP Sp. z o.o.	250
ASTAT sp. z o.o.	251
BUDIMEX SA	252–253
Centralne Biuro Konstrukcji Kotłów S.A.....	255
Doosan Babcock Energy Polska S.A.	256–257
ECOENERGIA Sp. z o.o.....	258
Elektrociepłownia „Zielona Góra” S.A.	259
Elektromontaż Gdańsk SA	259
Emerson Process Management Sp. z o.o.	261
Energa Kogeneracja Sp. z o.o.....	262–263
Energomontaż Zachód Wrocław Sp. z o.o.....	264
Fabryka Kotłów „SEFAKO” S.A.	254
Instytut Energetyki Instytut Badawczy.....	266–267
INWAT Sp. z o.o.....	268–269
IZOMAR-POLREF Sp. z o.o.	260
KAEFER SA	265
Mostostal Kraków SA.....	270
Mostostal Warszawa SA.....	272–273
Plast Instal SKB Sp. z o.o. Sp. k.	259
PORR S.A.....	271
RAFAKO S.A.	274–277
Ramboll Polska Sp. z o.o.	278
REMAK S.A.	279
SBB ENERGY S.A.	282–283
SFW Energia Sp. z o.o.	280
Świdnicka Fabryka Urządzeń Przemysłowych ŚFUP Sp. z o.o.	284–285
Veolia Energia Łódź S.A.	281
XERVON Polska Sp. z o.o.	287
Zakład Wykonawstwa Sieci Elektrycznych Rzeszów Sp. z o.o.	281
ZIAD Bielsko-Biała SA	286

ALPAR Artur i Piotr Kowalscy Spółka Jawna



ALPAR Artur i Piotr Kowalscy Spółka Jawna

26-900 Kozienice, Łuczynów 98

tel. +48 48 614 61 14, fax +48 48 382 02 22

Biuro Handlowe / Sales Office: 63-400 Ostrów Wielkopolski, ul. Nowa 8a

tel. +48 530 906 662, +48 530 244 868

e-mail: biuro@alpar.pl, www.alpar.pl



ALPAR Artur i Piotr Kowalscy Spółka Jawna jest firmą prężnie działającą na rynku energetycznym w Polsce i Europie od blisko 25 lat. Konsekwencją wieloletniej działalności firmy jest bezcenne zaufanie klientów.

W rekomendacjach wystawionych przez partnerów biznesowych, ALPAR jest identyfikowany jako solidny producent wysokiej jakości wyrobów, zapewniający fachową obsługę techniczną.

Partnerskie podejście do biznesu i stosowane w fabryce nowoczesne technologie, wsparte doświadczonym i dynamicznym zespołem ludzi, pozwoliły firmie stworzyć kompleksową ofertę dla rynku energetycznego w zakresie osprzętu i konstrukcji dla linii napowietrznych niskiego oraz średniego napięcia.

Podstawową ofertę produktową firmy stanowią:

- osprzęt do zabudowy linii izolowanych niskich napięć
- osprzęt do zabudowy linii nieizolowanych niskich napięć
- łączniki napowietrzne SN wraz z napędami
- słupowe stacje transformatorowe, stanowiska funkcyjne oraz konstrukcje energetyczne
- osprzęt instalacji odgromowej.

Wkład spółki ALPAR w rozwój rynku energetycznego został doceniony między innymi przez Komisję Konkursową Targów Energetycznych ENERGETAB 2015, która

przyznała firmie wyróżnienie za „Osprzęt do budowy linii nN dla przewodów AsXS_n”. Uznanie na rynku oraz rekomendacje autorytetów naukowych nie byłyby możliwe, gdyby nie stała współpraca z instytucjami naukowymi oraz posiadanie wszelkich niezbędnych certyfikatów, których trzon stanowią: Certyfikat Systemu Jakości ISO 9001:2008 oraz Certyfikat Zakładowej Kontroli Produkcji na zgodność z normą EN 1090-2:2009+A1:2011.

Dotychczasowe osiągnięcia spółki ALPAR Artur i Piotr Kowalscy są dla jej kadry kierowniczej i pozostałych pracowników inspiracją do dalszego rozwoju na wszystkich płaszczynach jej funkcjonowania.

ALPAR Artur i Piotr Kowalscy Spółka Jawna is a resilient company operating in the energy market in Poland and Europe for nearly 25 years. The consequence of long-term operation of the company is the invaluable trust of its customers.

The recommendations issued by our business partners depict ALPAR as a reliable manufacturer of high-quality products, providing professional technical services.

A partner's approach to business and high technologies implemented in the factory, supported by an experienced and dynamic team of people, enabled

the company to develop a comprehensive offer for the energy market including equipment and structures for overhead low and medium voltage power lines.

The core products of the company are:

- insulated low-voltage conductor fittings
- non-insulated low-voltage conductor fittings
- MV overhead connectors including drives
- pole-mounted transformer stations,
- function stations and structures for the power engineering industry
- lightning protection system fittings.

ALPAR's contribution to the development of the energy market was appreciated by the Competition Committee of the Power Industry Fair ENERGETAB 2015 from which the company received an

award for "LV lines construction fittings for AsXS_n conductors". Gaining market recognition and recommendations from scientific authorities would not have been possible but for regular cooperation with scientific institutes and holding all necessary certification including, in the first place, the Quality System Certificate ISO 9001:2008 and the Factory Production Control Certificate according to EN 1090-2:2009+A1:2011.

The previous achievements of ALPAR Artur i Piotr Kowalscy provide inspiration to its managers and employees to continue development in all operating fields.



Twój partner w energetyce
Your power partner

ABB Sp. z o.o.

ABB

ABB Sp. z o.o.

04-713 Warszawa, ul. Żegańska 1

tel. +48 22 223 70 00

ABB Contact Center: +48 22 223 77 77

e-mail: kontakt@pl.abb.com

www.abb.pl



ABB to wiodący światowy dostawca technologii dla energetyki i automatyki, który do tej pory zainstalował ponad 70 mln urządzeń i 70 tys. systemów sterowania we wszystkich sektorach rynku. W Polsce firma jest obecna od ponad 25 lat, stając się nie tylko istotnym zapleczem produkcyjnym dla Grupy ABB, ale również eksporterem nowoczesnych technologii i dostawcą specjalistycznych usług biznesowych.

Od początku swojej działalności w Polsce, firma zaangażowała się aktywnie w modernizację krajowej energetyki oraz przemysłu. Pomogło w tym rozbudowane zaplecze badawcze, produkcyjne i serwisowe. Kosztem ponad 170 mln zł ABB stworzyła w Aleksandrowie Łódzkim centrum produkcyjno-projektowe, gdzie wytwarza wysokiej klasy produkty dla przemysłu, transportu i infrastruktury, m.in. energooszczędne silniki elektryczne niskiego napięcia, napędy SN, a także urządzenia zasilające na potrzeby taboru i sieci trakcyjnej. W Łodzi firma skupia się na rozbudowie istniejących zakładów transformatorowych, a także budowie nowych jednostek, co pozwala zwiększać moce produkcyjne i zakres działalności do wyjątkowej w Europie skali. W Przasnyszu firma wytwarza aparaturę średniego i wysokiego napięcia, a we Wrocławiu rozdzielnice niskich napięć. Produkty z fabryk ABB w Polsce



ABB is a leading global supplier of technologies for power and automation. It has already installed more than 70 million units and 70 thousand control systems in all customer sectors. In Poland the company has been present for over 25 years, becoming a significant production base for the ABB Group, an exporter of cutting edge technologies and provider of specialized business services.

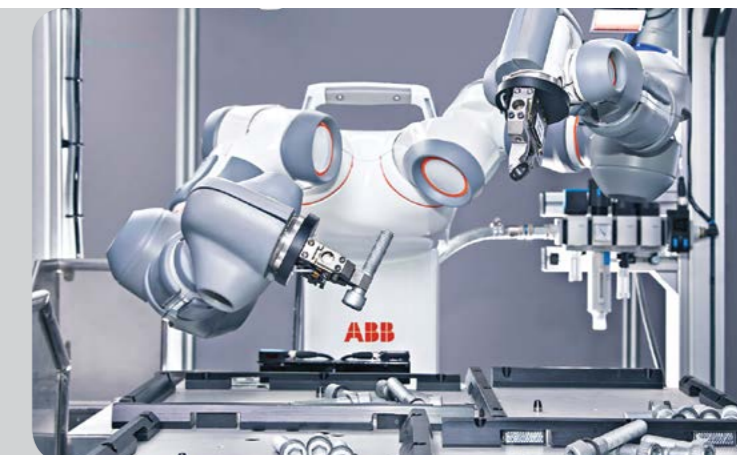
From the beginning of its operations in Poland the company was actively involved in modernizing the national power sector and also the industry. This task was facilitated by well-developed research, production and service facilities. At a cost exceeding PLN 170 million, ABB set up a production and design center in Aleksandrów Łódzki where it manufactures top class products for the needs of industry, transport and infrastructure, such as energy-efficient LV electric motors, MV drives, as well as power supply units for rolling stock and traction system. In Łódź the company is expanding the existing transformer factories and building new facilities to increase its production capacity and operating scope on a scale that is unique in Europe. In Przasnysz the company manufactures medium and high voltage apparatus, and in Wrocław – low voltage switchgear. ABB's products made in



eksportowane są do kilkudziesięciu krajów świata, gdzie często stają się istotnym elementem prestiżowych inwestycji, kluczowych dla lokalnych społeczności.

Firma produkuje urządzenia i świadczy specjalistyczne usługi, tworzy też nowe technologie. Sprzyja temu ciągłe inwestowanie w badania i rozwój. W Korporacyjnym Centrum Badawczym ABB w Krakowie, jednym z siedmiu tego rodzaju centrów ABB na świecie, programy badawcze koncentrują się na nowoczesnych technologiach w energetyce i automatyce. Dzięki temu Grupa ABB utrzymuje pozycję światowego lidera w tych obszarach, a klienci mogą błyskawicznie korzystać z innowacyjnych rozwiązań. Równolegle, zespoły badawczo-rozwojowe w poszczególnych fabrykach pracują nad udoskonalaniem produktów i dopasowywaniem oferty do specyficznych wymagań klienta. Realizują jedną z najważniejszych idei firmy: poprawę efektywności i energooszczędności.

Znaczenie Polski na globalnej mapie ABB rośnie. Dostrzegając potencjał lokalnego rynku, Grupa ABB otworzyła w Warszawie Regionalne Centrum Aplikacji Zrobotyzowanych (aplikacje pakowania, paletyzacji oraz pick & place). Z kolei w Krakowie zlokalizowano Globalne Centrum Usług Wspólnych (GBS). Jednostka, która w momencie osiągnięcia pełnej zdolności operacyjnej będzie zatrudniać około 2000 specjalistów, świadczy na potrzeby spółek ABB w Europie usługi z zakresu IT, finansów, HR oraz zarządzania łańcuchem dostaw. To kolejny etap rozwoju ABB w Polsce, która zatrudnia już około 4500 pracowników. Firma ma ambitne plany zarówno w obszarze bazy produkcyjnej, jak i tworzenia nowych technologii, kontynuując długoletnie tradycje najlepszej wiedzy inżynierskiej i biorąc tym samym aktywny udział w czwartej rewolucji przemysłowej.



Poland are exported to a few dozen world countries, often becoming a significant part of prestigious and crucial investments for local communities.

The company does not only manufacture equipment and provide specialized services but it also develops new technologies. This is possible thanks to continuous investments in research and development. At the ABB Corporate Research Center in Kraków, which is one of the seven centers established by ABB throughout the world, research programs focus on modern technologies in power and automation. It enables the ABB Group to maintain the position of a world leader in those areas, allowing customers to make instant use of their innovative solutions. In parallel, the research and development teams in respective factories are working to improve their products and adapt their offering to specific customer requirements. They pursue one of the major ideas of the company: improving performance and energy-efficiency.

The significance of Poland on the global map of ABB is growing. Being aware of the potential of the local market, ABB Group opened a Regional Robot Applications Center (palletizing, packaging and pick & place applications) in Warsaw. In turn, the Global Business Services (GBS) organization is seated in Kraków. This unit, which is expected to employ about 2000 specialists after achieving full operational maturity, provides IT, finance, HR and supply chain management services for the needs of ABB companies in Europe. This is another stage in the development of ABB in Poland, now employing about 4500 people. The company has ambitious plans regarding both production and development of new technologies, continuing long-term traditions of engineering expertise, thus actively participating in the fourth industrial revolution.

Globalny gigant z polskim zapleczem
Global giant with a Polish base



„SELPOL” S.A.

BUDOWNICTWO
ELEKTROENERGETYCZNE

„SELPOL” S.A.

91-231 Łódź, ul. Ratajska 14/18
tel. +48 42 237 36 55, +48 42 208 33 00
fax +48 42 652 69 23
e-mail: selpol@selpol.pl, www.selpol.pl

Linia czterotorowa 2x400kV/2x220kV Plewiska-Kromolice / Four-circuit 2x400kV/2x220kV Plewiska-Kromolice line



Constrem Sp. z o.o.



CONSTREM

BUDOWNICTWO PRZEMYSŁOWE I ENERGETYKA

43-190 Mikołów, ul. Podleska 33
tel. +48 32 220 32 36
e-mail: info@constrem.pl, biuro@constrem.pl
www.constrem.pl

Budownictwo Elektroenergetyczne „SELPOL” S.A. działa w systemie: zaprojektuj i wybuduj.

Zakres oferowanych usług to realizacje:

- napowietrznych linii najwyższych napięć 400 kV i 220 kV
- napowietrznych linii wysokich napięć 110 kV
- instalacji przewodów roboczych wszelkich typów, w tym wysokotemperaturowych (ACCC), na liniach napowietrznych najwyższych i wysokich napięć
- kablowych linii wysokich napięć 110 kV
- traktów światłowodowych OPGW, ADSS, MASS, ADL
- stacji elektroenergetycznych najwyższych napięć 400 kV i 220 kV
- stacji elektroenergetycznych wysokich napięć 110kV/SN.

Firma realizuje kontrakty dla największych polskich przedsiębiorstw z branży energetycznej, tj. PSE S.A., ENEA Operator Sp. z o.o., PGE Dystrybucja S.A., TAURON Dystrybucja S.A., ENERGA Operator S.A., a także na rzecz zagranicznych operatorów sieci przesyłowych Fingrid Oyj (Finlandia) i RTE (Francja).

Misją firmy jest dostarczanie najwyższej jakości usług i ich adaptacja do potrzeb i wymagań klienta. Dążąc do tego celu „SELPOL” S.A. wdrożył Zintegrowany System Zarządzania Jakością (ISO 9001:2009), Zarządzanie Środowiskiem (ISO 14001:2005) oraz Zarządzanie Bezpieczeństwem i Higieną Pracy (PN-N 18001:2004/OHSAS 18001:2007).



Linia 450 kV DC Nikuviken – Anttila (Finlandia) / 450 kV DC Nikuviken – Anttila (Finland) line



Linia 225 kV Argentiere – Serre – Poncon (Francja) / 225 kV Argentiere – Serre – Poncon (France) line



Linia 420 kV Sultartangalina 3 (Islandia) / 420 kV Sultartangalina 3 (Iceland) line



Linia dwutorowa 400 kV/110 kV Yllikkälä-Visulahti (Finlandia) / Double – circuit 400 kV/110 kV Yllikkälä-Visulahti (Finland) line

The company Budownictwo Elektroenergetyczne „SELPOL” S.A. operates in the design & build formula.

Its services include construction of:

- overhead extra high voltage lines 400 kV and 220 kV
- overhead high voltage lines 110 kV
- installations conductors of all types including high- temperature (ACCC) conductors, on overhead extra high and high voltage lines
- cable high voltage lines 110 kV
- OPGW, ADSS, MASS, ADL fibre optic systems
- extra high voltage substations 400kV and 220 kV
- high voltage substations 110 kV/MV.

The company carries out contracts for the largest Polish energy companies, i.e. PSE S.A., ENEA Operator Sp. z o.o., PGE Dystrybucja S.A., TAURON Dystrybucja S.A., ENERGA Operator S.A., and for foreign grid operators Fingrid Oyj (Finland) and RTE (France).

The mission of the company is supplying the highest quality services and adapting them to the needs and requirements of customers. To achieve this goal „SELPOL” S.A. has implemented the Integrated Quality Management System (ISO 9001:2009), Environmental Management System (ISO 14001:2005) and Occupational Safety and Health Management System (PN-N 18001:2004/OHSAS 18001:2007).

CONSTREM Sp. z o.o. jest firmą specjalistyczną, realizującą inwestycje w branży budowlanej dla różnych gałęzi przemysłu. Jej silna pozycja na rynku branżowych usług to zasługa kilkudziesięciu pracowników, którzy zapewniają swoim partnerom fachowe doradztwo i merytoryczne wsparcie na każdym etapie procesu inwestycyjnego. Niemal połowę portfela zamówień stanowią projekty budowy żelbetonowych obiektów wysokościowych, wykonywanych w technologii ślizgowej.

Firma buduje silosy, zbiorniki magazynowe, pylony komunikacyjne, bunkry na odpady, kominy, obiekty kubaturowe. Dzięki innowacyjnym rozwiązaniom i dużemu potencjałowi kadrowemu, udało się zrealizować kilka bardzo skomplikowanych projektów „ślizgowych”, m.in. bunkier na odpady w spalarni śmieci w Poznaniu czy zakład przetwórczy w Lidzbarku Warmińskim.

W branży technologicznej spółka specjalizuje się w montażach, remontach i modernizacjach urządzeń energetycznych, pracując dla największych firm przemysłowych w kraju i za granicą.

Rozpoznawalność marki CONSTREM oraz stabilny rozwój firmy pozwalają na odważniejszą niż dotąd ekspansję na rynek krajowy i zagraniczny, co zwiększa szansę na jeszcze szybszy rozwój firmy.

Ze względu na wielkość potencjału wytwórczego, stabilną pozycję na rynku oraz duże doświadczenie w przemyśle, CONSTREM Sp. z o.o. jest gwarantem rzetelnego, terminowego i solidnego wykonawstwa obiektów inżynierskich.



CONSTREM Sp. z o.o. is a specialist contractor carrying out construction investments for different branches of industry. Its strong position in the market of industry-specific services can be attributed to several dozen employees who provide their partners with professional advice and substantive support at every stage of the investment process. Nearly half of the portfolio of orders is projects involving construction of reinforced concrete high structures using slipforming technique.

The company builds silos, storage tanks, and transport pylons, waste bunkers, and chimney stacks, residential and commercial structures. Thanks to innovative solutions and large human resources potential, the company succeeded in implementing a few very complex climbing formwork projects, including a waste bunker at the waste incineration plant in Poznań or the processing plant in Lidzbark Warmiński.

In the process industry the company specializes in installation, repairs and modernizations of power equipment for major industrial businesses in Poland and abroad.

The recognisability of CONSTREM brand and stable development of the company allow braver expansion to the domestic and foreign markets providing a chance for faster development of the company.

With regard to its production potential, stable market standing and extensive experience in industry, CONSTREM Sp. z o.o. guarantees reliable, timely and solid construction of engineering structures.

Elektromontaż Poznań S.A.



Elektromontaż Poznań S.A.

60-166 Poznań, ul. Wieruszowska 12/16
tel. +48 608 921 129, fax +48 61 865 58 08
e-mail: elmont@elektromontaz.com
www.elektromontaz.com
www.rozdzielnice.com



Elektromontaż Poznań jest renomowaną polską firmą o ponad 50-letnich tradycjach, posiadającą duże doświadczenie w branży elektroinstalacyjnej. Spółka specjalizuje się w realizacji największych, najtrudniejszych technicznie i organizacyjnie projektów inwestycyjnych.

Działalność firmy zorganizowana jest wokół **dwóch głównych strategicznych jednostek biznesu:**

- **usługi instalacyjne** – oferuje kompleksowe wykonawstwo w zakresie instalacji elektrycznych silno- i słaboprądowych, automatyki, a także instalacji mechanicznych i sanitarnych
- **produkcja urządzeń elektroenergetycznych** – obejmuje skonstruowane i produkowane we własnym zakładzie nowoczesne systemy rozdzielni energii elektrycznej średniego i niskiego napięcia.

Obie jednostki, **w ramach kompleksowej oferty**, świadczą ponadto usługi doradztwa, projektowania, instalowania, uruchamiania oraz serwisu. Podkreślić jednocześnie należy, że Elektromontaż Poznań posiada w swoich strukturach **Biuro Projektów**, zapewniające doradztwo – w ramach projektów inwestycyjnych – oraz wykonywanie projektów koncepcyjnych, przetargowych, budowlanych, wykonawczych i powykonawczych. Duży potencjał spółki pozwala realizować inwestycje według formuły: projektuj i buduj, począwszy od koncepcji, projektu, uzgodnień formalno-prawnych poprzez prace budowlane, aż do oddania obiektu z pozwoleniem na użytkowanie.

Elektromontaż Poznań **działa w oparciu o procedury Systemu Zarządzania Jakością**, spełniając wymagania pięciu norm i standardów: PN-EN ISO 9001, AQAP 2110, PN-EN ISO 14001, PN-N 18001 oraz PN-ISO/IEC 27001, dzięki czemu oferuje swoim klientom bezpieczeństwo i najwyższy standard usług.

Spółka kieruje swą ofertę usług i produktów do segmentów energetyki oraz budownictwa: przemysłowego, biurowo-hotelowego, handlowo-magazynowego, użyteczności publicznej, ochrony środowiska i infrastruktury komunikacyjnej.



Elektromontaż Poznań is a renowned Polish company with more than 50 years of tradition and extensive experience in the electrical installation industry. It specializes in the largest investment projects that are most difficult in technical and organisational terms.

The operations of the company are organised into **two main strategic business units:**

- **Installation services** – comprehensive performance of electrical and low current installations, automatic control systems as well as mechanical and sanitary systems
- **Production of electrical power equipment** – modern systems for distribution of medium and low voltage electricity designed and manufactured in the company's own factory.

In addition, **the comprehensive offer of both units includes** advice, design, installation, start-up and maintenance services. At the same time, it must be emphasized that Elektromontaż Poznań runs the **Design Office** providing advice on investment projects and preparing conceptual, tender, building, detailed and as-built documentation.

The large potential of the company facilitates performance of Design & Build projects, starting from the concept, design, regulatory compliance through construction works until commissioning of the facility with an occupancy permit.

Elektromontaż Poznań **operates based on the Quality Management System** procedures meeting the requirements of five norms and standards: PN-EN ISO 9001, AQAP 2110, PN-EN ISO 14001, PN-N 18001 and PN-ISO/IEC 27001, thanks to which it can offer safety and the highest service level to its customers.

The company's offer of services and products targets the power industry and other sectors, such as: industrial, office and hotel, commercial and warehouse, and public utility buildings construction, environmental protection and transport infrastructure.



ELEKTROBUDOWA SA jest największą w kraju firmą, działającą w branży elektroinstalacyjnej, zajmującą się produkcją urządzeń elektroenergetycznych, kompleksowymi usługami elektroinstalacyjnymi oraz budową kompletnych obiektów na potrzeby energetyki i przemysłu.

Doświadczenia ELEKTROBUDOWY SA sięgają ponad sześćdziesiąt lat. Firma brała udział w budowie niemal wszystkich elektrowni i elektrociepłowni w Polsce oraz wielu na świecie. Jest obecna na nowo budowanych, modernizowanych i remontowanych obiektach energetycznych oraz przemysłowych, zarówno w kraju, jak i za granicą. Znaczący udział w sprzedaży pochodzi z rynków zagranicznych. Spółka działa aktywnie w Rosji, na Ukrainie i w Arabii Saudyjskiej, a także w wielu innych krajach, realizując dostawy z własnych zakładów produkcyjnych. Brała udział i uczestniczyła w realizacjach m.in. w Estonii, Luksemburgu, Niemczech, Holandii i Finlandii.

Liczne referencje ELEKTROBUDOWY świadczą o uznaniu jej jako sprawdzonego partnera zarówno w realizacjach „pod klucz”, jak i w roli podwykonawcy.

Firma zatrudnia około dwa tysiące pracowników, w tym kilkuset wysoko wykwalifikowanych i doświadczonych inżynierów. ELEKTROBUDOWA SA jest spółką notowaną na Giełdzie Papierów Wartościowych w Warszawie od 1996 roku. Jest członkiem inicjatywy UN Global Compact oraz wchodzi w skład indeksu spółek odpowiedzialnych społecznie RESPECT Index.



Elektrobudowa SA

ELEKTROBUDOWA SA
Sprawdzone rozwiązania

40-246 Katowice, ul. Porcelanowa 12
tel. + 48 32 259 01 00
fax + 48 32 205 27 60
e-mail: elbudowa@elbudowa.com.pl
www.elbudowa.com.pl

ELEKTROBUDOWA SA is the largest Polish electrical power installation company that manufactures electrical power equipment, provides comprehensive electrical installation services and constructs complete facilities for the needs of the power and industry sectors.

ELEKTROBUDOWA SA has more than 60 years of experience. The company took part in the construction of nearly all power plants and co-generation plants in Poland and many such facilities in the world. It is present in the newly built, modernized and refurbished power engineering and industrial facilities, both in Poland and abroad.

Foreign markets have a significant share in sales. The company operates actively in Russia, Ukraine and in Saudi Arabia, as well as in many other countries completing deliveries from its own manufacturing plants. It has participated in projects carried out, e.g. in Estonia, Luxembourg, Germany, the Netherlands and Finland.

ELEKTROBUDOWA'S numerous references proof that it is a recognized partner both in turnkey projects and as a subcontractor. The company has about two thousand employees, including a few hundred high-skilled experienced engineers. ELEKTROBUDOWA SA has been listed at the Warsaw Stock Exchange since 1996. It is a member of the UN Global Compact initiative and forms part of the index of socially responsible companies (RESPECT Index).

Elektrociepłownia Marcel Sp. z o.o.



Elektrociepłownia Marcel Sp. z o.o.

44-310 Radlin, ul. Hutnicza 1
tel. +48 32 729 28 72, tel./fax +48 32 729 28 03
e-mail: ecmarcel@ecmarcel.pl
www.ecmarcel.pl

**Początek**

Historia Elektrociepłowni Marcel sięga roku 1908, gdy decyzją Rybnickiego Gwarectwa Węglowego została wybudowana i uruchomiona, na terenie ówczesnej kopalni węgla kamiennego „Emma”, elektrownia, która zapewnić miała dostawy energii elektrycznej rozbudowującym się kopalniom oraz mieszkańcom Radlina i okolicznych miejscowości. W początkowym okresie swej działalności elektrownia składała się z 20 kotłów rusztowych, wodnorurkowych, opalanych węglem kamiennym, w których wytworzona para wodna wykorzystywana była do napędu turbin generatorów. Pełną moc kotłownia elektrowni uzyskiwała dopiero w roku 1921, gdy parametry wytwarzanej w niej pary wynosiły odpowiednio: ciśnienie robocze pary 12 atm, temperatura pary 300°C, a łączna wydajność wszystkich kotłów około 90 ton pary na godzinę. Krótko przed wybuchem II wojny światowej zakupiono nowy turbozespół, produkcji AEG o mocy 15 MW_e, jednakże jego montaż i uruchomienie miało miejsce dopiero w 1941 roku. Podczas okupacji niemieckiej kierownictwo elektrowni zdecydowało się na działania modernizacyjne, mające na celu podniesienie sprawności. W czasie wojny wybudowano nowy komin o wysokości 80 m oraz rozpoczęto budowę kotłowni, w której powstały konstrukcje dla kolejnych czterech kotłów. W budynku centralnej młynowni zamontowano dwie suszarki węgla oraz cztery młyny kulowe. W okresie powojennym w dalszym ciągu rozwijano inwestycje, zapoczątkowane w okresie II wojny światowej, w tym oddano do ruchu (1953 roku) zainstalowane uprzednio dwie suszarki węgla oraz dwa młyny kulowe (kolejne dwa uruchomiono pod koniec lat 50. XX wieku). Z kolei budowa nowej kotłowni wraz z kotłami pyłowymi typu VKW wymusiła inwestycje w zakresie układu odpylania spalin oraz stacji przygotowania wody zasilającej. W roku 1956 nastąpił montaż oraz uruchomienie nowej jednostki prądowłórczej, produkcji ČKD PRAHA, o mocy 22 MW_e, co spowodowało że elektrownia osiągnęła największą w swojej historii moc zainstalowaną, wynoszącą wtedy 44,7 MW_e. Wyprowadzenie mocy – w związku z tak dużą mocą zainstalowaną – zrealizowano dzięki modernizacji rozdzielni 20 kV oraz rozbudowie linii 60 kV „Marcel” – Racibórz. W 1958 roku powstał rurociąg gazowy o średnicy 500 mm, umożliwiający pobór nadmiarowego gazu koksowniczego z sąsiadującej z elektrownią koksowni Radlin.

Rozwój

W związku z rozwojem lokalnego przemysłu wydobywczego oraz budownictwa wielomieszkańcowego na terenie Radlina, w latach 60. XX wieku zdecydowano

Origins

The origins of CHP Marcel date back to 1908 when by virtue of the decision of Rybnik Coal Union a power plant was built and put into operation within the premises of the then Hard Coal Mine “Emma”. The plant was to provide supplies of electricity to the developing mines and to the inhabitants of Radlin and local villages. Initially, the power plant consisted of 20 stoker water-tube boilers fired with hard coal where steam was used to drive generator turbines. The power plant’s boilers reached their full capacity only in 1921 when the parameters of generated steam were respectively: working pressure of steam 12 atm, steam temperature 300°C, and the total capacity of all boilers amounting to 90 tonnes of steam per hour. Shortly before the outbreak of World War II a new AEG turbine set of 15 MW_e was purchased but it was installed and put into operation as late as 1941. During the Nazi occupation the management of the power plant decided to modernise the facility in order to improve its performance. During the war a new 80 m tall chimney stack was built and the construction of a boiler plant was commenced. Subsequent boiler structures were erected.

In the building of the central coal-milling plant two coal dryers and four ball-bearing pulverisers were mounted. After the war the investments initiated during World War II were further developed; two previously installed coal dryers were put into operation (1953) accompanied by two ball-bearing pulverisers (two more were commissioned at the end of 1950s). In turn, the construction of a new boiler plant with pulverised-fuel boilers of VKW type necessitated investment in flue gas dedusting systems and feed water treatment station. In 1956 a new 22 MW_e current generator produced by ČKD PRAHA was installed and put into operation, thanks to which the plant reached the highest in its history installed capacity that was 44.7 MW_e at that time. Power take-off – in connection with the large installed power – was possible thanks to modernisation of the 20 kV substation, and extension of the 60 kV line “Marcel” – Racibórz. In 1958 a 500 mm gas pipeline was built to facilitate intake of excess coal gas from the Radlin coke plant neighbouring on the power plant.

Development

In connection with the development of local mining industry and multi-family housing in Radlin in 1960s a decision was made to build

o budowie dwóch magistrali ciepłych do największych osiedli w mieście, tj. „Wieczorka” – o średnicy 250 mm oraz „Biertułtowy” – o średnicy 300 mm. W 1974 roku na mocy instrukcji Zjednoczenia Energetyki, został zmieniony status przedsiębiorstwa z elektrowni na elektrociepłownię. W latach 80. XX wieku rozbudowano stację sprężarek, by sprostać zapotrzebowaniu na sprężone powietrze części macierzystej ówczesnej KWK Marcel, instalując urządzenie firmy ČKD typu TK 33 o wydajności 32 tys. m³/h. Także konieczność modernizacji połączenia z krajowym systemem elektroenergetycznym wymusiła budowę stacji 110 kV T3 wraz z transformatorem 110/6/6 kV o mocy 32 MVA. Rozpoczęta w 1992 roku restrukturyzacja górnictwa umożliwiła tworzenie spółek prawa handlowego na bazie majątku, będącego częścią kopalni, który nie brał udziału w bezpośredniej produkcji węgla. W taki właśnie sposób, staraniem związków zawodowych oraz załogi, w roku 1998 powstała Elektrociepłownia Marcel Sp. z o.o., posiadająca koncesję na wytwarzanie, dystrybucję i przesył energii elektrycznej oraz ciepłej.

Stan obecny

Elektrociepłownia Marcel Sp. z o.o. dostarcza ciepło do celów grzewczych – w postaci gorącej wody na potrzeby mieszkańców miasta oraz gorącej wody i pary dla PGG Sp. z o.o. Oddział KWK ROW Ruch Marcel w Radlinie, natomiast na potrzeby technologiczne JSW KOKS S.A. ZK Radlin dostarcza parę technologiczną. Produkcja energii ciepłej odbywa się w skojarzeniu z produkcją energii elektrycznej, która wprowadzana jest do krajowego systemu energetycznego poprzez dwie stacje 110 kV. Gospodarka paliwowa to obecnie 90% udział gazu koksowniczego oraz 10% węgla kamiennego, co znacząco obniżyła emisję CO₂ z instalacji, w stosunku do lat ubiegłych. Dostosowanie kotłów do odbioru maksymalnej podaży odpadowego gazu koksowniczego z instalacji produkcji koksu w JSW KOKS S.A. ZK Radlin przyczyniło się do ograniczenia emisji szkodliwych dla zdrowia produktów spalania węgla. Opalanie kotłów odpadowym gazem koksowniczym oraz skojarzona gospodarka energetyczna, a także modernizacje instalacji pod kątem zwiększenia sprawności, wpisują się w trend perspektywicznych działań spółki na rzecz ochrony lokalnego środowiska naturalnego. Aktualnie elektrociepłownia produkuje ponad 100 tys. MWh energii elektrycznej rocznie, około 16 mln m³ sprężonego powietrza oraz około 600 tys. GJ ciepła w postaci gorącej wody i pary technologicznej.

two mains supplying heat to the largest housing estates in town, i.e. “Wieczorka” – dia. 250 mm and “Biertułtowy” – dia. 300 mm. In 1974, pursuant to instructions of the Power Engineering Union, the status of the company was changed from a power plant into a combined heat and power plant (CHP).

In 1980s the compressor station was expanded to meet the requirement of compressed air in the main part of the then coal mine KWK Marcel. It was achieved by the installation of a TK 33 unit made by ČKD with the capacity of 32 000 m³/h. In addition, due to the necessity to modernise the connection to the national electricity system, a 110 kV T3 station including a 110/6/6 kV transformer with the capacity of 32 MVA was built. The restructuring of the mining sector, commenced in 1992, made it possible to set up commercial law companies based on the mines’ assets not directly involved in coal production. Thus, thanks to efforts of the trade unions and the crew, the combined heat and power plant Elektrociepłownia Marcel Sp. z o.o. was established in 1998. It held a licence to generate, distribute and transmit electricity and heat.

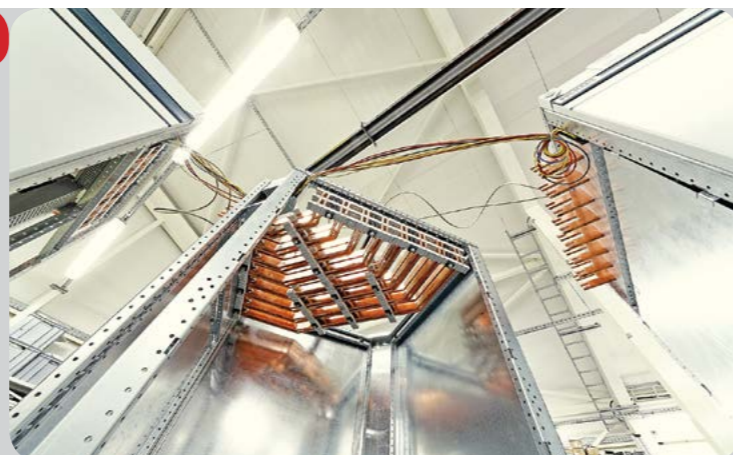
Today

Elektrociepłownia Marcel Sp. z o.o. supplies heat for heating purposes – as hot water for the needs of households and as hot water and steam for PGG Sp. z o.o. Branch of KWK ROW Ruch Marcel in Radlin. It also supplies process steam for the process needs of JSW KOKS S.A. ZK Radlin. Heat is cogenerated with electricity which is supplied to the National Electricity System through two 110 kV stations. Fuel management currently accounts for 90% of the share of coal gas and 10% of hard coal, which considerably reduced the emissions of CO₂ from the plant compared to previous years. Adapting the boilers to receive the maximum supply of waste coal gas from the coke plant of JSW KOKS S.A. ZK Radlin contributed to a reduction in the emissions of coal combustion products that are harmful to human health. Firing the boilers with waste coal gas and cogeneration of energy, as well as modernisations of the plants for the purposes of increasing their efficiency, are perfectly inscribed in the company’s operating trend for the years to come, which is good news from the point of view of protecting the local natural environment. Currently, the combined heat and power plant produces more than 100 000 MWh of electricity a year, ca. 16 mln m³ of compressed air and ca. 600 000 GJ of heat in the form of hot water and process steam.

Elsta Sp. z o.o.



Elsta Sp. z o.o.
32-020 Wieliczka, ul. Janińska 32
tel. +48 12 350 13 50
fax +48 12 350 13 60
e-mail: office@elsta.pl
www.elsta.pl



Elsta Sp. z o.o. to firma o kapitale prywatnym, działająca na rynku od 1988 roku. Podstawę oferty stanowią kompleksowe usługi w zakresie instalacji elektrycznych i automatyki dla przemysłu, w tym głównie sektorów: energetycznego, ochrony środowiska, hutnictwa oraz przemysłu wydobywczego.

Elsta realizuje inwestycje od fazy projektowania, poprzez kompletację dostaw, produkcję urządzeń aż po realizację prac elektromontażowych i rozruch. Po zakończeniu instalacji zapewnia serwis oraz wspomaga bieżące utrzymanie ruchu. Elastyczność oferty, połączona z fachową wiedzą, umożliwia dostosowanie projektu i sposobu jego wykonania do indywidualnych potrzeb zamawiającego.

Dzięki interdyscyplinarnej wiedzy, wieloletniej praktyce i twórczemu zaangażowaniu pracowników, Elsta wprowadza na międzynarodowe rynki nowe technologie. Innowacyjność, profesjonalizm i terminowość to cechy, dzięki którym spółka wybierana jest – jako solidny partner – do realizacji prac z branży elektrycznej i automatyki w obiektach na całym świecie. Firma działa w oparciu o wysokie standardy jakości i bezpieczeństwa oferując rozwiązania przyjazne środowisku. W sposób kreatywny podchodzi do każdego zleconego projektu. Wykorzystując swoje doświadczenie, współtworzy unikatowy system informatyczny, który umożliwia zdalne zarządzanie całym cyklem życia instalacji – od projektowania, przez etap realizacji, do utrzymania ruchu i bieżącej eksploatacji.



Nowoczesne rozwiązania firmy znalazły zastosowanie w elektrowniach i elektrociepłowniach, obiektach kogeneracyjnych i ochrony środowiska, a także hutach, cementowniach, sektorach wydobywczych oraz w wielu innych inwestycjach przemysłowych w Polsce i na całym świecie.

Zbrane referencje są najlepszym potwierdzeniem jakości i różnorodności zrealizowanych przez nas prac.

Elsta Sp. z o.o. is a privately-held company operating since 1988. Its core business includes comprehensive services in the area of electrical and automation control systems for industry, in particular in power engineering sector, environmental protection, metallurgy and mining.

Elsta completes projects from the design stage, through systems' integration and manufacturing of electrical equipment, to electrical and instrumentation works on site with the aftermath start-up. Upon installation, it provides service support and other operation and maintenance services. Flexible offer combined with professional knowledge allows for advanced project customization.

Thanks to interdisciplinary knowledge, long-term practice and creative involvement of its employees, Elsta has introduced new technologies on international markets. Innovation, professionalism and timely performance are the key factors behind why the company is continuously selected as a reliable partner for electrical and automation control works throughout the world. Elsta operates to the highest Quality as well as Health and Safety standards offering environment friendly solutions. It takes a creative approach towards

every project. Based on its experience, Elsta is co-developing a software solution for the plant's entire lifecycle – from design, through contract execution, to operation and maintenance services.

Modern solutions designed by the company are applied in power-, combined heat and power plants, waste-to-energy and other environmental protection plants, as well as in steelworks, cement mills, mining and other industrial investment projects both in Poland and throughout the world.

References from our customers are the best confirmation of the quality and variety of works we have completed.



ELMO S.A.



08-110 Siedlce, Żelków Kolonia, ul. Akacjowa 1
tel. +48 25 643 60 75
fax +48 25 643 60 95
e-mail: elmo@elmo.com.pl
www.elmo.com.pl

ELMO, obecne na rynku budownictwa elektroenergetycznego od ponad 26 lat, ma bogate doświadczenie w projektowaniu i wykonawstwie sieci elektroenergetycznych. Oferuje budowę i przebudowę linii elektroenergetycznych napowietrznych i kablowych o napięciach znamionowych do 400 kV, budowę stacji transformatorowych wszystkich typów, GPZ, budowę oświetlenia ulic i placów oraz budowę lub modernizację układów zasilania elektroenergetycznego dowolnych obiektów budowlanych. Spółka ma również uprawnienia i spory dorobek w obszarze sektora kolejowego – z powodzeniem realizuje roboty elektroenergetyczne (LPN), towarzyszące budowie linii kolejowych.

W skład brygad robót sieciowych wchodzi wyspecjalizowani monterzy, w tym pracownicy przeszkoleni do wykonywania prac pod napięciem. Kadra ELMO zdobywa cenne doświadczenie realizując inwestycje energetyczne na terenie całej Polski. Inżynierowie firmy chętnie uczestniczą w branżowych seminariach i szkoleniach, aby na bieżąco śledzić rozwój najnowszych technologii i wybierać optymalne rozwiązania dla swych klientów. Nowoczesne, stale modernizowane zaplecze techniczne oraz potencjał kadrowy pozwalają spółce działać na terenie całego kraju, gwarantując wysoki poziom jakościowy usług i ich szybką realizację.

Kompleksowość oferty polega m.in. na oferowaniu robót wykonawczych w połączeniu z projektowymi. Pracownię projektową ELMO – wyposażoną w najnowocześniejszy sprzęt do kreślenia, skanowania i wydruków wielkoformatowych – tworzą doświadczeni inżynierowie, posiadający stosowne uprawnienia do projektowania sieci, instalacji i urządzeń elektrycznych, elektroenergetycznych. W ramach pracowni działa też biuro prawne, dzielnie pokonujące przeszkody formalno-prawne, dotyczące zarówno rozpoczęcia, jak i etapu finalizowania realizowanych inwestycji.

ELMO, present in the electrical power engineering market for more than 26 years, is a very experienced designer and contractor of electrical power engineering systems. It offers construction and reconstruction of overhead and cable power lines with rated voltage up to 400 kV, construction of transformer stations of all types, transformer substations, construction of street and square lighting and construction or modernisation of power supply for all types of building structures. The company also holds necessary licences and has extensive output in the railway engineering sector – it has successfully carried out electrical power engineering works (non-traction power systems) accompanying the construction of railway lines.

The grid work teams consist of specialist fitters, including workers trained in live line works. The staff of ELMO acquires valuable experience by implementing energy investments throughout Poland. The company's engineers eagerly attend industry-specific seminars and training sessions to be able to keep up with the development of the latest technologies and select the optimum solutions for its customers. Thanks to its modern, continuously modernised technical facilities and human resources, the company can operate nationwide, guaranteeing high quality and fast performance of its services.

The comprehensive offer includes performance and design of the works. The design office of ELMO – equipped with state-of-the-art drawing, scanning and large-format printing devices – is formed by experienced engineers holding relevant licences to design electrical and power grids, systems and equipment. It also has a compliance department which finds solutions to overcome regulatory obstacles both at the start and close of the investment projects.



40 lat doświadczenia na rynku energetyki ciepłej i zawodowej pozwala nam dostarczać efektywne, dedykowane rozwiązania, które zwiększają konkurencyjność Klientów.

40 years of experience in thermal and power industry market enables us to deliver effective, dedicated solutions that enhance the competitiveness of our Customers.



Dedykowane rozwiązania
Dedicated solutions



Nowe technologie
New technologies



Szybka realizacja
Rapid implementation

Budowa, remonty i modernizacje:

- ciepłowni i elektrociepłowni z różnymi typami kotłów
- układów kogeneracyjnych i trigeneracyjnych
- stacji przygotowania wody i układów pompowych
- instalacji elektrycznych i AKPIA obiektów
- instalacji oczyszczania spalin
- obiektów przemysłowych

Produkcja:

- kotłów parowych i wodnych
- elementów ciśnieniowych, rurociągów i konstrukcji stalowych

Zapewniamy dostosowanie kotłów i obiektów przemysłowych do wymagań środowiskowych!

Construction, overhauls and modernization:

- heating and power plants with different types of boilers
- cogeneration and trigeneration systems
- water preparation and pumping stations
- electrical installations and I&C facilities
- flue gas collection installations
- industrial objects

Production:

- steam and water boilers
- pressure components, piping and steel structures

We assure the adaptation of boilers and industrial plants to environmental requirements!

Poznaj nasze możliwości

Energika M. Szamałek Z. Szamałek sp.j.
Zasutowo, ul. Kwiatowa 11, 62-330 Nekla
tel.: (61) 435 40 40, e-mail: biuro@energika.pl

www.energika.pl

Meet our capabilities

Energika M. Szamałek Z. Szamałek sp.j.
Zasutowo, ul. Kwiatowa 11, 62-330 Nekla
tel.: (61) 435 40 40, e-mail: biuro@energika.pl

www.energika.pl

**Forbes
Diamant
Award
2017**

ZAWSZE CZYSTA ENERGIA
ALWAYS CLEAN ENERGY



Energotest sp. z o.o.



Energotest sp. z o.o.
44-100 Gliwice, ul. Chorzowska 44 B
tel. +48 32 270 45 18, fax +48 32 270 45 17
e-mail: sekretariat@energotest.com.pl
www.energotest.com.pl



Energotest specjalizuje się w kompleksowej realizacji (projekt, dostawa, badania i uruchomienia) układów automatyki elektroenergetycznej i technologicznej oraz systemów sterowania i nadzoru dla elektrowni, elektrociepłowni, stacji przesyłowych i rozdzielczych oraz przemysłu. W firmie funkcjonuje wielobranżowe biuro projektowe. Energotest, wspólnie z Energopomiarem, przeprowadza dla PSE próby i badania odbiorcze nowych bloków, przed ich przyłączeniem do krajowego systemu elektroenergetycznego.

W firmie prowadzone są prace konstrukcyjne, których efektem jest wiele innowacyjnych rozwiązań, w tym: układy wzbudzenia i regulacji napięcia generatorów; układy rozruchu i wzbudzenia silników; system rejestracji i analizy zakłóceń RZ-40, w którym zaaplikowano innowacyjne algorytmy pomiarów synchronicznych (PM – *phasor measurement*). Algorytmy te spełniają wymagania standardu NASPI C37.118.1 z 2011 r. RZ-40 PMU to jedno z kilku urządzeń tej klasy na świecie. Na tej bazie opracowano system Smart Load do automatycznego odciążania i pracy wyspowej zakładów przemysłowych, w przypadku zaistnienia *blackoutu*. Kolejne rozwiązania to system nadzoru i lokalizacji doziemień sieci DC; modułowy sterownik swobodnie programowalny ET-DCS wykorzystywany jest w systemie ECONTROLplus do sterowania i nadzoru obiektów elektroenergetycznych i przemysłowych. Oferowane przez Energotest automaty przełączania zasilania typu AZRS, APZ i APZ mini są uznanym rozwiązaniem w wielu branżach. Znaczącym osiągnięciem firmy są innowacyjne światłowodowe zabezpieczenia łukochronne typu ZŁ. Chronią one zdrowie i życie ludzi oraz zabezpieczają urządzenia przed niszczącym żywiołem zwarć łukowych.

Energotest specializes in complex realizations (design, delivery, testing and commissioning) of electrical power engineering automation and process engineering automation as well as control and supervision systems for power plants, heat and power plants, transmission and distribution substations and for the industry sector. The professional multi branches design department are in the company. Energotest, together with Energopomiar, to the order of PSE (Polish Power Grid Company) carries out trials and acceptance tests of new power units before they are connected to the national grid.

The company carries out research and development works resulting in many innovative solutions, including: systems for excitation and voltage control of generators; systems for starting and excitation of motors; disturbance recorder RZ-40 in which innovative phasor measurement algorithms were applied. These algorithms meet the requirements of IEEE/NASPI C37.118.1 standard of 2011. RZ-40 PMU is one of a few units of this class in the world. The Smart Load system for safe create the industrial plants /part of municipality islands in the case the black-out. Next is the system for DC net monitoring and earth fault detection; modular freely programmable controller ET-DCS used in the system ECONTROLplus for control and supervision of electrical and industrial facilities. Automatic power supply change over units AZRS, APZ and APZ mini type, offered by Energotest, are a recognized solution in many branches of industrie. A significant achievement of the company comprises are innovative fibre-optic arc protection units (ZŁ type). They protect human health and life and secure electrical equipment against arc faults demolish.

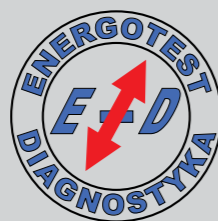


Energotest – inspirowani energią! / Energotest – inspired by energy!

25 lat działalności inżynierskiej dla elektroenergetyki i przemysłu / 25 years of engineering experience in electrical power engineering and industry sector

Energotest-Diagnostyka sp. z o.o.

45-920 Opole
ul. Elektrowniana 25
(na terenie Elektrowni Opole)
tel. +48 77 423 63 91
fax +48 77 423 63 92
e-mail: diagnostyka@energotest-diagnostyka.pl
www.energotest-diagnostyka.pl



Energotest-Diagnostyka sp. z o.o. jest nowoczesną firmą inżynierską. Wykonuje badania diagnostyczne oraz pomiary maszyn i urządzeń elektroenergetycznych na potrzeby energetyki zawodowej i przemysłu. W oparciu o interdyscyplinarną wiedzę z zakresu elektryki, wibroakustyki, termografii i mechaniki, firma systemowo diagnozuje urządzenia i obiekty energetyczne i elektroenergetyczne.

Specjalistyczny dział wykwalifikowanych pracowników spółki nastawiony jest na: niezawodność, wysoką jakość i efektywność pomiarów; obniżenie wskaźników awaryjności, jego analizę i ocenę; a także satysfakcję klienta z wykonanej pracy. Atutem starannie dobranej kadry jest znajomość konstrukcji maszyn oraz monitorowania parametrów procesowych i diagnostycznych.

W styczniu 2009 roku wdrożono w firmie **System Zarządzania Jakością zgodny z wymogami normy PN-EN ISO 9001:2001**. Firma została nagrodzona laurem Białego Tygrysa – Energia 2007, a także posiada Certyfikat Wiarygodności Biznesowej Bisnode Polska oraz Certyfikat w dziedzinie termografii.



In January 2009 the company implemented the **Quality Management System according to PN-EN ISO 9001:2001**. The company received the White Tiger Award – Energy 2007, and the Certificate of Business Credibility from Bisnode Poland and the Certificate in the area of thermography.

Apart from start-up, project, investment works and operation of subsequent power units at the Opole Power Plant, the company has completed contracts for the following

customers: Alstom Power sp. z o.o., Cementownia Odra S.A., Dolnośląska Fabryka Maszyn Elektrycznych Sp. z o.o., Energetyka Cieszyńska Sp. z o.o., PGE Elektrociepłownia Gorzów S.A., Elektrociepłownia „Kraków” S.A., Elektrociepłownia „Zielona Góra” S.A., Zakład Maszyn Elektrycznych EMIT S.A., Energotest sp. z o.o., Fem 1 Sp. z o.o., PGE GiEK S.A. Oddział Elektrownia Bełchatów, PGE GiEK S.A. Oddział Elektrownia Turów, PGE GiEK S.A. Zespół Elektrociepłowni Bydgoszcz, REMAK-ROZRUCH S.A., Südzucker Polska S.A. Zakład produkcyjny „Cukrownia Strzelin”, Toyota Motor Manufacturing Poland Sp. z o.o., Zakład Wykonawstwa Sieci Elektrycznych Rzeszów Sp. z o.o.

Energotest-Diagnostyka sp. z o.o. is a modern engineering company. It performs diagnostic testing and measurements of electrical power engineering machinery and equipment for the needs of commercial power engineering and industry. Based on interdisciplinary knowledge of electrical engineering, vibroacoustics, thermography and mechanical engineering, the company has implemented a system for diagnosing power and electrical power engineering equipment and facilities.

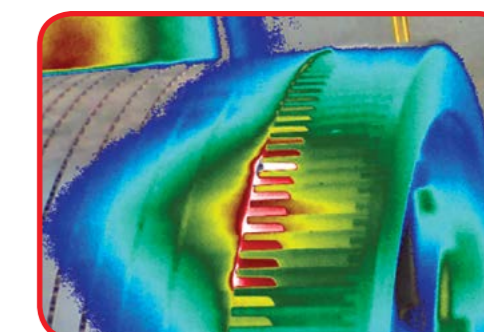
The priorities of the specialist division of skilled workers include: reliability, high quality and effectiveness of measurements; reducing, analyzing and evaluating fault rates; as well as satisfaction of customers with the work performed. An advantage of the careful selection of staff is that they have excellent knowledge of the construction of machinery and monitoring of process and diagnostic parameters.

Nasze usługi:

- diagnostyka i analiza wibroakustyczna
- badania i pomiary termowizyjne
- badania i pomiary maszyn oraz urządzeń elektroenergetycznych
- próby obciążeniowe i wyznaczanie sprawności napędu elektrycznego
- pomiar i badania ochrony przeciwporażeniowej
- pomiary i analiza FRA transformatorów
- diagnostyka i badanie układów izolacyjnych
- diagnostyka i analiza parametrów sieci
- próby obciążeniowe sprzęgieł.

Przedsiębiorstwo powstało na bazie **Stacji Prób i Pomiarów Elektrycznych Elektrowni Opole S.A.** przez znaczne poszerzenie swoich możliwości technicznych, a co za tym idzie – asortymentu usług. Dzięki wyposażeniu Stacji Prób w przetwornice elektromaszynową możliwe stało się wykonanie prób obciążeniowych z wyznaczeniem sprawności silników elektrycznych o mocy do 1MW.

Szeroka oferta pomiarowo-diagnostyczna pozwala firmie na wykonywanie **badania i pomiarów** takich grup urządzeń jak: generatory synchroniczne, silniki elektryczne, transformatory, aparatura rozdzielcza. Wykonujemy również **próby odbiorcze kabli elektroenergetycznych napięciem wolnozmiennym VLF**. Jest to znormalizowana i współczesna metoda diagnostyczna, pozwalająca określić stan techniczny kabli w sieciach średnich i wysokich napięć.

**Our services:**

- vibroacoustic diagnostics and analysis
- infrared testing and measurements
- testing and measurements of electrical power engineering machinery and equipment
- load testing and determining electrical efficiency
- electric shock protection measurement and testing
- transformers measurements and FRA analysis
- diagnostics and testing of insulation systems
- diagnostics and analysis of power grid parameters
- clutch load testing.

The company was established on the basis of the **Electrical Testing and Measurement Station at the power plant Elektrownia Opole S.A.** by considerable extension of its technical capacity, and in turn – the range of services. Thanks to an electromechanical converter, the Testing Station could perform load tests including determination of efficiency of electric motors up to 1MW.

Thanks to its wide offer of measurement and diagnostic services the company is able to **perform tests and measurements** of groups of equipment such as: synchronous generators, electric motors, transformers, and switching equipment. We also **carry out acceptance testing of very-low frequency (VLF) power cables**. This is a standard contemporary diagnostic method to evaluate the technical condition of cables in medium and high voltage grids.

EthosEnergy Poland S.A.



EthosEnergy Poland S.A.

42-701 Lubliniec, ul. Powstańców Śląskich 85
tel. +48 34 357 21 00, fax +48 34 356 35 17
e-mail: ethosenergy@ethosenergygroup.pl
www.ethosenergygroup.pl



Firma EthosEnergy Poland S.A. działa w sektorze produkcji i usług dla energetyki już od prawie 50 lat. Wywodząc się z polskiego, państwowego przedsiębiorstwa aktualnie należy do jednej z największych globalnych grup biznesowych świadczących usługi dla światowej energetyki. Firma specjalizuje się w projektowaniu, produkcji, modernizacji, serwisach i diagnostyce generatorów i transformatorów dużych mocy, a także produkcji wielkogabarytowych konstrukcji stalowych.

Szeroki wachlarz produktów i dostarczanych usług to wynik wieloletniego doświadczenia oraz wysokich kwalifikacji załogi, wdrażania najnowocześniejszych technik komputerowego wspomaganie procesów zarządzania i projektowania oraz współpracy z polskimi ośrodkami naukowo-badawczymi. Także specjalistyczny park maszynowy oraz wykorzystanie autorskich rozwiązań pozwala na wdrażanie nowoczesnych technologii oraz najlepszych rozwiązań konstrukcyjnych.

Połączenie tych wszystkich zasobów i unikalnych kompetencji pracowników umożliwia już na etapie projektowania zapewnić wymagane bezpieczeństwo, funkcjonalność oraz innowacyjność nowych maszyn, urządzeń i konstrukcji, jednocześnie obniżając koszty ich eksploatacji. Stosowane rozwiązania pozwalają na podniesienie mocy modernizowanych urządzeń oraz na znaczne wydłużenie ich żywotności, a kompleksowość realizowanych usług oraz elastyczność w dostosowywaniu się do indywidualnych wymagań są doceniane przez klientów na całym świecie.

EthosEnergy Poland S.A. od wielu lat zapewnia wysoką jakość wyrobów, a wśród odbiorców jest znane ze swojej rzetelności. Dzięki zdobytemu zaufaniu oraz wysokiemu prestiżowi, stało się cenionym partnerem na światowym rynku energetycznym. Firmę charakteryzuje bezkompromisowe podejście do wdrożonych wysokich standardów na każdym etapie prowadzonych prac, a także odwaga w zdobywaniu kolejnych zleceń od klientów rozrzuconych po całym świecie i podejmowaniu wyzwań związanych z nietypowymi, trudnymi realizacjami.

EthosEnergy Poland S.A. has operated in the production and power engineering services sector for nearly 50 years. Founded as a Polish state-owned enterprise, currently it is one of the largest global business groups providing services for the power engineering sector throughout the world. The company specializes in design, production, modernisation, service maintenance and diagnostic testing of high performance generators and transformers as well as production of large steel structures.

A wide range of products and services is a result of long-term experience and high skills of the personnel, implementation of state-of-the-art computer-aided support of management and design processes and cooperation with Polish scientific research centres. Also, a specialist park of machinery and self-designed solutions make it possible to implement modern technologies and apply the best structural solutions.



The combination of all resources and unique competences already at the design stage makes it possible to ensure the required safety, functionality and innovativeness of new machinery, equipment and structures, at the same time reducing the operating costs.

The solutions used make it possible to increase the power of the modernised units and extend their life, and the complexity of services and good adaptability to individual requirements are appreciated by customers throughout the world.

For years EthosEnergy Poland S.A. has delivered high quality products and the customers have recognised it as a reliable company. Having gained trust and high prestige, it became a valuable business partner in the global energy market. The company is characterised by hard-line approach to high standard at every stage of works and it courageously obtains new orders from customers throughout the world and undertakes challenges related to untypical, difficult projects.



Fabryka Przewodów Energetycznych S.A.



Fabryka Przewodów Energetycznych S.A.

42-500 Będzin, ul. Sielecka 1
tel. + 48 32 267 30 41, fax +48 32 267 77 49
e-mail: fpeinfo@fpe.com.pl
www.fpe.com.pl

Fabryka Przewodów Energetycznych S.A. z siedzibą w Będzinie jest jednym z najstarszych zakładów przemysłu kablowego w Polsce, którego początki sięgają 1928 roku. Wraz z upływem czasu następowała specjalizacja produkcji oraz stopniowe poszerzanie asortymentu. Obecnie FPE S.A. należy do liczących się producentów przewodów gołych nie tylko w Polsce. Spółka sukcesywnie rozszerza asortyment, stale udoskonalając procesy produkcyjne i administracyjne. Doświadczony zespół wykwalifikowanych pracowników jest gwarancją najwyższej jakości oferowanych produktów oraz kompleksowej obsługi klienta. FPE SA eksportuje swe wyroby do wielu krajów, m.in. do: Wielkiej Brytanii, Irlandii, Niemiec, Hiszpanii, Izraela, Czech, Słowenii, Słowacji, Estonii, Litwy, Łotwy, Bułgarii, Rumunii, Chorwacji i Serbii.

W ofercie Fabryki Przewodów Energetycznych S.A. znajdują się:

- elektroenergetyczne przewody gołe, stalowo-aluminiowe, wysokotemperaturowe (HTLS)
- elektroenergetyczne przewody gołe, stalowo-aluminiowe (AFL)
- elektroenergetyczne przewody gołe, stalowo-aluminiowe, segmentowane (AFLs), w tym nowy przewód 408-AL1F/34-UHST (niskostratny zamiennik AFL-8 350 mm²)
- elektroenergetyczne przewody gołe, aluminiowe (Al)
- elektroenergetyczne przewody gołe z aluminium stopowego (AlMgSi)
- elektroenergetyczne przewody gołe, miedziane (LCu)
- przewody elektroenergetyczne samonośne, izolowane, na napięcia znamionowe 0,6/1 kV (AsXS_n, AsXS)
- jednożyłowe przewody, powlekane warstwą izolacyjną, przeznaczone do linii napowietrznych na napięcia 12/20 kV (PAS, AALXS, AALXS_n, PAS-W, AAsXS, AAsXS_n)
- przewody nawojowe, miedziane, okrągłe (DNo) i profilowe (DNp)
- przewody nawojowe, miedziane, okrągłe i profilowane, owijane papierem lub taśmami izolacyjnymi (DNp_o, DNp_p)
- profile miedziane do wyrobu wycinków komutatorów maszyn elektrycznych (Ko)
- szyny (płaskowniki, pręty okrągłe i sześciokątne) i profile miedziane
- druty jezdne, profilowe i okrągłe (Djp, Djo)
- przewody aluminiowe, gołe, profilowe i okrągłe (ADNp, ADN_o)
- aluminiowe druty odgromowe
- aluminiowe i miedziane żyły sektorowe
- aluminiowe żyły okrągłe.

Produkty FPE S.A. wykonywane są wg norm IEC, DIN, BS, GOST, ASTM, PN, EN oraz innych, zgodnie z zapotrzebowaniem i życzeniem klienta.

Spółka posiada liczne certyfikaty, w tym ISO 9001 i ISO 14001.

The power cable factory Fabryka Przewodów Energetycznych S.A. in Będzin is one of the oldest cable industry works in Poland with its origins dating back to 1928. With time the specialization of production progressed and the range of products was gradually extended. At present, FPE S.A. is a manufacturer of bare wires that is recognized not only in Poland.

The company successively extends the range of its products and services, continuously improving production and administration processes. An experienced team of skilled workers guarantees superior quality of products and comprehensive customer service. FPE SA exports its products to many countries, including: United Kingdom, Ireland, Germany, Spain, Israel, Czech Republic, Slovenia, Slovakia, Estonia, Lithuania, Latvia, Bulgaria, Romania, Croatia and Serbia.

Fabryka Przewodów Energetycznych S.A. offers:

- high-temperature low sag steel aluminium-reinforced bare wires (HTLS)
- steel aluminium-reinforced bare wires (AFL)
- steel aluminium-reinforced segmented bare wires (AFLs), including the new 408-AL1F/34-UHST (low-loss equivalent of AFL-8 350 mm²)
- aluminium bare wires (Al)
- aluminium alloy bare wires (AlMgSi)
- copper bare wires (LCu)
- self-supporting insulated power cables, rated voltage 0.6/1 kV (AsXS_n, AsXS)
- single-wire cables coated with an insulation layer for 12/20 kV overhead lines (PAS, AALXS, AALXS_n, PAS-W, AAsXS, AAsXS_n)
- copper winding wires, bare, round (DNo) and flat (DNp)
- copper winding wires, round and shaped, wrapped in paper or insulating tape (DNp_o, DNp_p)
- copper profiles for making commutator bars for electrical machinery (Ko)
- rails (flat bars, round and hexagonal bars) and copper profiles
- shaped and round trolley wires (Djp, Djo)
- aluminium wires, bare, shaped and round (ADNp, ADN_o)
- aluminium arrester wires
- aluminium and copper sector cable cores
- aluminium round cores.

The products of FPE S.A. are made according to IEC, DIN, BS, GOST, ASTM, PN, EN and other standards as required and requested by the customer.

The company holds numerous certificates including ISO 9001 and ISO 14001.

Enervision Sp. J.



Enervision Sp. J.

43-300 Bielsko-Biała, ul. Sempołowskiej 16/6
tel. +48 33 812 00 05, fax +48 33 812 00 06
e-mail: office@enervision.pl
www.enervision.pl



Firma **Enervision** została założona w 2012 roku przez zespół ludzi od lat związanych z branżą energetyczną. Od początku działalności dokładamy wszelkich starań, aby spełniać naszą misję tzn. *być godnym zaufania, solidnym i pewnym partnerem w sektorze energetyki, dostarczającym produkty o najwyższym współczynniku jakości do ceny, proponującym innowacyjne rozwiązania, które ułatwią naszym klientom realizować ich własne cele i osiągać dużą wartość dodaną.* W dobie rosnącej konkurencji i coraz większej presji cenowej nie jest to łatwe zadanie, ale dzięki motywacji do działania i wsparciu partnerów – z którymi połączyła nas podobna wizja prowadzenia biznesu i przekonanie, że klient jest najważniejszy – z satysfakcją realizujemy w Polsce kolejne projekty. Do tej pory dostarczyliśmy ponad 1000 km przewodów OPGW, ponad 170 tys. szt. izolatorów szklanych oraz osprzęt dla kilkudziesięciu linii i stacji elektroenergetycznych. Wspólnie z projektantami i wykonawcami realizowaliśmy zadania dla linii i stacji 110 kV na obszarze różnych spółek dystrybucyjnych (Enea SA, ENERGA SA, PGE Polska Grupa Energetyczna S.A., TAURON Polska Energia S.A.), a także projekty dla wyższych napięć, tj. 220 i 400 kV, w które inwestują Polskie Sieci Elektroenergetyczne S.A.

Z dumą prezentujemy firmy, których jesteśmy wyłącznym przedstawicielem w Polsce:

Lorünser GmbH – firma działająca w ramach Knill Energy, która od ponad 60 lat specjalizuje się w projektowaniu, rozwoju i produkcji osprzętu dla stacji elektroenergetycznych. Wieloletnie doświadczenie oraz bogaty asortyment (ponad 25 tys. wyrobów i 6 tys. różnych modeli) pozwala zaoferować kompleksowe rozwiązania dla klientów na całym świecie. Produkty Lorünsera stosowane są na wszystkich kontynentach – często w ekstremalnych warunkach klimatycznych, i wszędzie cenione są nie tylko za wysoką jakość, ale także łatwość i szybkość montażu, co znacznie ogranicza czas i koszty budowy, a potem eksploatacji.



Enervision was founded in 2012 by a team of people associated with the power engineering industry for years. From the beginning of our operation we have taken every effort to fulfil our mission, that is, *be a trustworthy, reliable and dependable business partner in the power engineering sector, supplying products with the highest price to quality ratio, offering innovative solutions facilitating the accomplishment of our customers' objectives and achievement of high added value.* In the era of increasing competition and pricing pressure it is not an easy task but thanks to motivation and support from our partners – with whom we share a similar business vision and conviction that the customer is of utmost importance to us – we have been completing subsequent projects in Poland with satisfaction. So far we have delivered more than 1000 km of OPGW cables, more than 170 thousand glass insulators and fittings for several dozen overhead T&D lines and substations. Together with designers and contractors we have completed tasks for 110 kV lines and substations in the area of different distribution companies (Enea SA, ENERGA SA, PGE Polska Grupa Energetyczna S.A., TAURON Polska Energia S.A.), as well as higher voltage projects, i.e. 220 and 400 kV where the investor was Polskie Sieci Elektroenergetyczne S.A.

We are proud to present the companies for which we act as an exclusive representative in Poland:

Lorünser GmbH – a company forming part of Knill Energy which for more than 60 years has specialised in designing, developing and manufacturing accessories for substations; Thanks to long-term experience and an extensive range of goods (more than 25 000 products and 6 000 different models) it can offer comprehensive solutions to customers throughout the world. Lorünser's products are in use on all continents – often in extreme climatic conditions and they are appreciated everywhere not only for their high quality but also easy and fast assembly, which considerably reduces the time and costs of their construction and operation.

Mosdorfer GmbH – firma, której korzenie sięgają XIV wieku. Obecnie jest częścią międzynarodowej grupy Knill Energy Holding GmbH, w ramach której specjalizuje się w rozwoju i produkcji osprzętu oraz systemów tłumiących dla napowietrznych linii elektroenergetycznych wysokich napięć. Szeroka oferta, obejmująca m.in.: osprzęt dla łańcuchów izolatorów, osprzęt dla przewodów OPGW, HTLS, ADSS czy systemy kontroli drgań (tłumiki i odstępniki), umożliwia realizację kompleksowych dostaw dla zadań inwestycyjnych związanych z modernizacją istniejących czy budową nowych linii. We współpracy z producentem słupów kompozytowych z Kanady (RS Poles), Mosdorfer oferuje także innowacyjne rozwiązania dla linii tymczasowych.



Mosdorfer GmbH – a company with origins dating back to the 14th century; Currently, it forms part of an international group Knill Energy Holding GmbH where it specializes in developing and manufacturing fittings and dampers for overhead high voltage power lines. The broad range of products includes: insulator string fittings, OPGW, HTLS, ADSS cable fittings or vibration control systems (dampers and spacers) and it facilitates comprehensive deliveries for investment tasks related to modernisation of the existing or construction of new lines. In cooperation with a Canadian manufacturer of composite poles (RS Poles), Mosdorfer also offers innovative solutions for temporary lines.

Sediver – światowy pionier i ekspert w dziedzinie projektowania, produkcji oraz badań izolatorów do linii energetycznych wysokich napięć oraz izolatorów do kolejowych sieci trakcyjnych. Firma może poszczycić się ponad 70-letnim doświadczeniem oraz ciągłym inwestowaniem w badania i rozwój, czego wymiernym efektem jest 500 mln izolatorów ze szkła hartowanego zainstalowanych w ponad 150 krajach na liniach do 1000 kV prądu zmiennego; 7,5 mln izolatorów ze szkła hartowanego zainstalowanych na liniach prądu stałego do 800 kV; 2 mln izolatorów Sedicoat – izolatorów ze szkła hartowanego z powłoką silikonową – rozwiązanie, które eliminuje konieczność mycia izolatorów w warunkach ekstremalnych zanieczyszczeń.



Sediver – the world's pioneer and expert in the area of design, manufacture and testing of insulators for high voltage power lines and insulators for railway traction lines. The company takes pride in its more than 70-year-long experience and continuing investment in research and development, which translates into a tangible effect being 500 million toughened glass insulators installed in more than 150 countries on up to 1000 kV AC lines; 7.5 million toughened glass insulators installed on up to 800 kV DC lines; 2 million Sedicoat insulators – toughened glass insulators with silicone coating – the solution to eliminate washing under extreme pollution.

Suzhou Furukawa Power Optic Cable (SFPOC) to spółka joint venture, która powstała w 2002 roku między Furukawa Electric Co. Ltd z Japonii (FEC) i grupą Etern (Yonding) z Chin. Już wtedy Furukawa miała 25 lat doświadczeń w obszarze badań i rozwoju oraz produkcji przewodów OPGW. Obecnie produkcja odbywa się w fabryce w Chinach, zgodnie z wymaganiami ISO 9001, przy wykorzystaniu technologii i pod ścisłym nadzorem Furukawa Electric z Japonii. Przewody OPGW, produkowane przez SFPOC, przeszły pomyślnie testy (zgodnie ze standardami IEEE oraz IEC) w laboratorium Kinectrics Inc. w Kanadzie. Na rynek Polski posiadają certyfikat Instytutu Energetyki w Warszawie.



Suzhou Furukawa Power Optic Cable (SFPOC) is a joint venture formed in 2002 by Furukawa Electric Co. Ltd of Japan (FEC) and Etern (Yonding) group of China. At that time Furukawa had 25 years of experience in the area of research and development and production of OPGW cables. Currently the production takes place in the factory in China, according to ISO 9001, using the technology and under close supervision of Furukawa Electric of Japan. OPGW cables made by SFPOC successfully passed the tests (according to IEEE and IEC standards) at the laboratory of Kinectrics Inc. in Canada. They are certified by the Institute of Power Engineering in Warsaw for use in the Polish market.

„MAZEL” S.A.



Dane rejestrowe do faktury:
„MAZEL” S.A.
ul. Piaskowa 2a
65-209 Zielona Góra
NIP: 929-009-44-21

Lokalizacja firmy
Adres do korespondencji:
„MAZEL” S.A.
ul. Inżynierska 3
67-100 Nowa Sól
tel. +48 68 457 01 00
e-mail: biuro@mazel.pl
www.mazel.pl



MAZEL istnieje na rynku usług elektroenergetycznych od 1987 roku. Początkowo był to niewielki zakład instalatorstwa elektrycznego, zatrudniający zaledwie pięciu elektromonterów. Dzięki zdobywanemu doświadczeniu, zbiorowej mądrości załogi, zdrowej ambicji każdego pracownika i konsekwencji w dążeniu do rozwoju, MAZEL stał się jednym z największych przedsiębiorstw w regionie, w branży usług elektrycznych, energetyki zawodowej i automatyki przemysłowej. Najwięcej zadań firma realizuje na terenie województwa lubuskiego, ale coraz częściej zaznacza swą obecność w pozostałych częściach Polski, a także innych krajach Europy.

MAZEL zatrudnia obecnie ponad 200 pracowników i nadal zwiększa zatrudnienie, rozwijając swój potencjał dzięki wykwalifikowanej kadry specjalistów. To dzięki nim zakład może pochwalić się współpracą z renomowanymi firmami i instytucjami w kraju i za granicą, a także licznymi wyróżnieniami i nagrodami. Od 2004 roku MAZEL posiada certyfikat ISO oraz rekomendację MON, gwarantującą wysoki poziom usług – zgodny z najwyższymi standardami jakościowymi. Misja firmy zawiera się w trzech słowach: kompleksowość, kompetencja, kreatywność, które stanowią filar działalności przedsiębiorstwa i wyznaczają kierunek jego dalszego rozwoju. Niekwestionowaną wartością i siłą spółki są ludzie, dlatego inwestowanie w ich umiejętności jest stałym elementem polityki kadrowej. MAZEL oferuje kompleksowe usługi w zakresie energetyki zawodowej, automatyki przemysłowej, instalacji elektrycznych oraz prefabrykacji rozdzielnic. Analizuje i wdraża oprogramowanie związane z oszczędnością energetyczną. Kompleksowe wykonywanie zadań w branży energetycznej dopełnia własna nowoczesna pracownia projektowa i kosztorysowa.

Prace obejmują zarówno przygotowanie i wdrożenie projektu, montaż wraz z testami i optymalizacją urządzeń, jak i sprawną obsługę serwisową. Wykorzystywanie niezawodnych sprzętów renomowanych producentów (Siemens, Modicon, GE Fanuc), nowoczesnych programów i systemów (Eplan, El-Cad, SCADA, HMI) oraz hołdowanie najwyższym standardom są gwarancją profesjonalizmu i solidności w trakcie realizacji, ale także niezawodności przez długi czas użytkowania.



MAZEL has been in the market of electrical power engineering services since 1987. Initially, it was a small electrical fitting workshop with only five electrical fitters. Thanks to the acquired experience, collective wisdom of the crew, healthy ambition of every employee and persistence in the pursuit of development, MAZEL has become one of the largest companies in the region in the industry of electrical services, commercial power engineering and industrial automatic control engineering. The company carries out most of its tasks in Lubusz region but more and more often it marks its presence in other parts of Poland and in other countries in Europe.

At present MAZEL has more than 200 employees and is increasing the level of employment and developing its potential thanks to its skilled team of experts. Thanks to these resources the company can work with renowned companies and institutions home and abroad as well as receives numerous awards and prizes. Since 2004 MAZEL has had ISO certificate and the recommendation of the Ministry of National Defence, which is a guarantee of high level of services – compliant with the highest quality standards. The mission of the company is reflected by three C-words: comprehensiveness, competence and creativity that have underlain the company's operation and marked the direction of its further development. People are an unquestionable value and power of the company so investing in their skills is a fixed element of the human resources policy. MAZEL offers comprehensive services in commercial power engineering, industrial automatic control engineering, electrical installations and prefabrication of switchgears. It analyzes and deploys software connected with energy saving. Comprehensive performance of tasks in power engineering industry is complemented by our own modern design and cost estimating office.

Works include both the preparation and implementation of the project, installation, testing and optimisation of equipment as well as efficient maintenance service. The use of reliable equipment made by renowned producers (Siemens, Modicon, GE Fanuc), modern software and systems (Eplan, El-Cad, SCADA, HMI) and compliance with the highest standards ensure professional and solid performance as well as reliable long-term operation.



PILE ELBUD S.A.



30-415 Kraków, ul. Wadowicka 12
tel. +48 12 262 91 98, fax +48 12 262 91 99
e-mail: sekretariat@pile-elbud.pl
www.pile-elbud.pl

Spółka PILE ELBUD S.A. powstała w 2000 roku z inspiracji kadry inżynieryjno-technicznej, wywodzącej się z Przedsiębiorstwa Budownictwa Elektroenergetycznego ELBUD Kraków.

Jako profesjonalna firma specjalizuje się w kompleksowej realizacji zadań inwestycyjnych dla całej branży budownictwa elektroenergetycznego – począwszy od projektowania przez kompletację dostaw, wykonawstwo i rozruch, aż po przekazanie obiektu inwestorowi.

Korzystając z rozległej wiedzy i doświadczenia kadry inżynieryjno-technicznej, stosuje i systematycznie wdraża najnowocześniejsze rozwiązania projektowo-technologiczne, co zapewnia bardzo wysoką jakość realizowanych przez spółkę zadań inwestycyjnych. Rzetelne wykonawstwo i bezkonfliktowa współpraca pozwalają zadowolić najbardziej wymagających kontrahentów.

PILE ELBUD S.A. realizuje prace związane z budową, modernizacją i remontem:

- przesyłowych i rozdzielczych linii napowietrznych oraz kablowych w pełnym zakresie napięć do 750 kV
- stacji elektroenergetycznych NN, WN i SN
- traktów światłowodowych.

Wykonuje też kompleksowe prace kontrolno-pomiarowe, m.in.: rozruch stacji, badania aparatury pierwotnej oraz obwodów wtórnych, testowanie automatyk zabezpieczeniowych.

Biuro projektowe spółki, dysponujące nowoczesnym sprzętem i oprogramowaniem oraz wyspecjalizowaną kadram, podejmuje się również prac związanych z:

- przygotowaniem studium, koncepcji lokalizacyjnych oraz analiz techniczno-ekonomicznych
- przeprowadzaniem uzgodnień lokalizacyjnych, opracowaniem pełnej dokumentacji formalno-prawnej, uzyskaniem niezbędnych opinii i zezwoleń
- wykonaniem kompletnej dokumentacji projektowej
- opracowywaniem miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego i współpracą z jednostkami samorządowymi.

W PILE ELBUD S.A. działają systemy zarządzania zgodne z normami ISO 9001, ISO 14001 i PN-N 18001.



PILE ELBUD S.A. was established in 2000. Its incorporation was inspired by the engineering and technical staff of Przedsiębiorstwo Budownictwa Elektroenergetycznego ELBUD Kraków.

As a professional company it specializes in comprehensive performance of investment tasks for the whole power engineering industry – starting from design through preparation of deliveries, performance and start-up to commissioning of the facility to the investor. Based on the extensive knowledge and experience of engineering and technical staff it utilizes and regularly implements state-of-the-art design and technological solutions, which guarantees very high quality of the company's investment tasks. Reliable performance and conflict-free cooperation make it possible to satisfy even the most demanding business partners.

PILE ELBUD S.A. carries out works connected with construction, modernisation and repairs of:

- transmission and distribution overhead and cable lines within a full range of voltage up to 750kV
- LV, HV and MV electric power engineering stations
- waveguide tracks.

It also performs comprehensive inspection and measurement works, including: start-up of the station, testing of primary apparatus and secondary circuits, testing of security automatic controls.

The design office of the company equipped with modern hardware and software and specialist staff also undertakes works connected with:

- preparation of the study, location concepts and technical and economic analyses
- making location arrangements, preparing a complete set of formal and legal documents, obtaining the required opinions and authorisations
- preparing complete design documentation
- preparing local spatial development plans and cooperating with local government units.

PILE ELBUD S.A. has implemented management systems according to ISO 9001, ISO 14001 and PN-N 18001.

Power Engineering S.A.



62-004 Czerwonak k. Poznań, ul. Gdyńska 83
tel. +48 61 892 88 00 fax +48 61 812 03 85
e-mail: info@powerengineering.pl
www.powerengineering.pl



Przenośnik popiołu (21m długość, 5m wys.) / Ash conveyor (l. 21m, h. 5m)

Istniejemy na rynku energetycznym od 1951 roku, choć do końca 2009 roku **POWER ENGINEERING S.A.** działał pod szyldem: Zakłady Produkcyjno-Remontowe Energetyki Poznań „Energetyka Czerwonak” S.A.

Przez ponad 65 lat produkujemy dla polskich i zagranicznych klientów, wiele różnorodnych maszyn, urządzeń i średniogabarytowych konstrukcji stalowych, wpisując się na stałe do katalogu firm, związanych z wytwarzaniem elementów stalowych dla sektora energetyki. Jednym z głównych produktów spółki są niskiemisyjne palniki pyłowe, gazowe, biomasowe i mieszane, realizowane według dokumentacji klienta. Od 1989 roku dostarczamy także radiatory dla transformatorów mocy. Naturalnym potwierdzeniem wysokiej jakości produktów jest nasza wieloletnia współpraca z wymagającymi kontrahentami zagranicznymi. Na rynku polskim oraz zagranicznym znajdują się takie produkty jak:

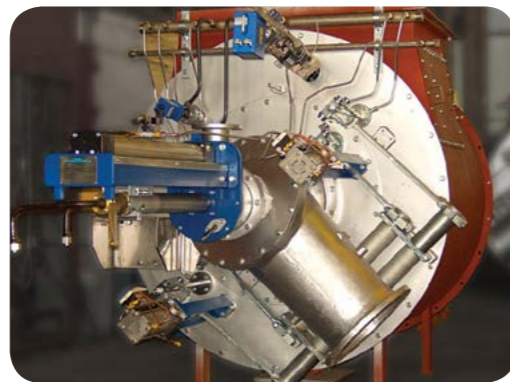
- **palniki** zasilane przez popularne paliwa – palniki gazowe, gazowo-olejowe, węglowo-olejowo-gazowe, olejowe, węglowo-olejowe oraz węglowe, a także części zamienne do nich
- **konstrukcje stalowe dla przemysłu energetycznego** – konstrukcje elektrofiltrów oraz podgrzewaczy powietrza, podajniki węgla, młyny węglowe, rury, kolana, klamry, korpusy, konstrukcje nośne urządzeń energetycznych, rozdrabniacze, napędy wibracyjne rusztów, obrotowe podgrzewacze powietrza i wiele innych.

Wyroby wytwarzane przez nas uwzględniają najnowsze osiągnięcia sztuki inżynierskiej; są zgodne z oczekiwaniami klienta i obowiązującymi normami.

Kadra pracownicza posiada wysokie kwalifikacje oraz bogate doświadczenie zawodowe, przekazywane z pokolenia na pokolenie. Pełne zaangażowanie załogi w pracę sprawia, że wykonywane usługi osiągają wysoki poziom jakościowy i nie przekraczają ustalonych terminów zakończenia robót. Zakład spełnia wymagania normy PN-EN ISO 9001:2008.



Radiatory / Radiators



Palnik węglowy / Coal burner

POWER ENGINEERING S.A. is on the Energy market since 1951 (until the end of 2009 Company was known under the name Zakłady Produkcyjno-Remontowe Energetyki Poznań „Energetyka Czerwonak” S.A.).

For over 65 years we have been selling our goods, including a wide range of machinery, equipment and steel structures, to Polish and foreign customers, as a company strictly and permanently associated with the power industry. The main products of the company, that is, low NOx burners for coal, oil, gas and mixed fuels are made according to the documentation supplied by the customer. Since 1989 we have also supplied radiators for power transformers. The high quality of our products is confirmed by long-term cooperation with demanding foreign customers.

Our products sold on the Polish and foreign markets include:

- **burners** powered by popular fuels – gas, gas-oil, coal-oil-gas, oil, coal-oil and coal burners and spare parts
- **steel structures for power industry** – electrostatic precipitator and air preheater structures, coal feeders, coal mills, pipes, pipe bends, clamps, bodies, supporting structures of power engineering equipment, shredders, vibrating grate drives, rotary air heaters and many other.

Our products are manufactured according to the requirements and expectations of customers and applicable standards, taking the latest engineering developments into account. Our personnel are highly qualified and have extensive experience passed down from generation to generation. Thanks to full involvement of our staff in their work, we can provide high quality services within the agreed deadline. Our plant meets the requirements of PN-EN ISO 9001:2008.



ELBUD Katowice działa nieprzerwanie w polskiej elektroenergetyce od 1945 roku – początkowo jako katowicki oddział firmy Siemens-Schuckert, następnie (od 1947 roku) jako zakład państwowy, by po 45 latach stać się spółką prawa handlowego. ELBUD Katowice Sp. z o.o. to ceniona na rynku krajowym firma, o siedemdziesięcioletniej historii i pokaźnym dorobku w zakresie budownictwa elektroenergetycznego, która może się poszczycić realizacją m.in.:

- tysiące kilometrów linii 110 kV
- setek kilometrów linii przesyłowych 220 kV i 400 kV
- 40 kilometrowej, jedynej w kraju, linii przesyłowej 750 kV
- setkami wykonanych stacji elektroenergetycznych z rozdzielniami o napięciu od 6 do 400 kV
- jedynej w kraju rozdzielni 750 kV w Widelce/Rzeszowa
- najnowocześniejszej w Polsce stacji energetycznej 400/220/110 kV Ołtarzew.

Spółka specjalizuje się w budowie i modernizacji sieci rozdzielczych 110 kV, a także przesyłowych 220 i 400 kV oraz stacji transformatorowo-rozdzielczych o napięciach: SN 110 kV, 220 kV i 400 kV. W celu zapewnienia klientom usług o najwyższym standardzie, spełniających ich wysokie wymagania, w firmie funkcjonuje Zintegrowany System Zarządzania Jakością, Środowiskiem, Bezpieczeństwem i Higieną Pracy według norm PN EN ISO 9001, PN EN ISO 14001 oraz PN N 18001. Atutami katowickiej spółki są:

- doświadczona i wykwalifikowana kadra inżynierska, posiadająca certyfikaty zarządzania projektami Project Management
- indywidualne kontakty z klientami i elastyczność w dostosowywaniu się do ich potrzeb i oczekiwań
- kompleksowość świadczonych usług
- potencjał montażowy
- nowoczesne i specjalistyczne urządzenia
- stosowanie techniki lotniczej przy budowie linii przesyłowych.



ELBUD Katowice has operated continuously in Polish power engineering industry since 1945 – initially, as the Katowice branch of Siemens-Schuckert, then (from 1947) as a state-owned enterprise to become a commercial law company after 45 years.

ELBUD Katowice Sp. z o.o. is a company with seventy years of tradition and considerable output in building electric power engineering facilities, recognized in the domestic market. It has completed many successful projects, including:

- thousands of kilometres of 110 kV lines
- hundreds of kilometres of 220 kV and 400 kV transmission lines
- 40-kilometre 750 kV transmission line (the only one in Poland)
- hundreds of power engineering stations including substations with voltage from 6 to 400 kV
- the only in Poland 750 kV substation in Widelka near Rzeszów
- the most modern Polish power station 400/220/110 kV in Ołtarzew.

The company specializes in building and modernizing 110 kV distribution grids and 220 and 400 kV transmission grids and MV transformer substations: 110 kV, 220 kV and 400 kV.

To ensure that customers are provided with superior standard services meeting their high requirements, the company has implemented the Integrated Quality, Environment, Occupational Safety and Health Management System according to PN EN ISO 9001, PN EN ISO 14001 and PN N 18001.

The advantages of the Katowice company are:

- experienced and skilled engineering staff holding Project Management certificates
- individual relations with customers and flexible adaptation to their needs and expectations
- comprehensive services
- installation potential
- modern specialist equipment
- application of aviation technology in construction of transmission lines.

PBE ELBUD w Katowicach Sp. z o.o.



Przedsiębiorstwo Budownictwa Elektroenergetycznego
ELBUD w Katowicach Sp. z o.o.
40-384 Katowice, ul. ks. bpa Herbertha Bednorza 19
tel. +48 32 606 56 00, fax +48 32 256 99 52
e-mail: sekretariat@elbud.katowice.pl
www.elbud.katowice.pl

TELE-FONIKA Kable S.A.



łączymy globalnie



Grupa TELE-FONIKA Kable od ponad 25 lat jest obecna na krajowym i międzynarodowym rynku przemysłu kablowego. Stabilna strategia rozwoju oparta na pełnej dywersyfikacji rynków zbytu, pozwoliła na ugruntowanie spółki w światowej czołówce firm branży kablowej o znaczącym potencjale rozwojowym. Świadczone usługi i produkty przez TF Kable znajdują liczne zastosowania w najważniejszych sektorach przemysłu – obejmują ponad 25 tys. sprawdzonych, standardowych konstrukcji zawierających również asortyment specjalistyczny realizowany na indywidualne zapotrzebowanie partnerów biznesowych. Ponadto znaczący potencjał rozwojowy stanowią nasze zakłady produkcyjne (w Polsce, w Serbii i na Ukrainie), zakład recyklingu Bukowno-Polska oraz spółki handlowe, odpowiadające za georegionalną dystrybucję wyrobów, jak również nowoczesne Laboratorium Prób Ogniwych w zakładzie Kraków-Wielicka oraz Laboratorium Wysokich i Ekstra Wysokich Napięć w Bydgoszczy.

TELE-FONIKA Kable to spółka z zasadami i doświadczeniem, która posiada kompetencje i umiejętności do produkowania wymagających rozwiązań w zakresie projektowanych konstrukcji kabli, przewodów oraz systemów kablowych wysokich napięć. Przez lata budowaliśmy pozycję wiarygodnego zaufania partnera, dzięki temu współpracujemy z największymi spółkami w kraju i zagranicą. Aby to utrzymać, w sposób ciągły wykorzystujemy nasz potencjał rozwojowy, inwestując w infrastrukturę produkcyjną, innowacyjne technologie, kwalifikacje pracowników oraz bezpieczeństwo pracy. Dlatego też, współpraca z TF Kable to perspektywa realizacji projektów znaczących biznesowo dla podmiotów zewnętrznych, które poszukują nowoczesnych rozwiązań przesyłowych w oparciu o wysokie standardy jakości, bezpieczeństwa oraz z uwzględnieniem norm środowiskowych. – podkreśla Ryszard Pilch, Wiceprezes ds. Sprzedaży TELE-FONIKA Kable S.A.

Wiodący dostawca kabli i systemów kablowych

www.tfkable.com

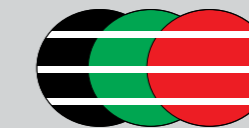
TELE-FONIKA Kable Group has been present in the domestic and international cable industry market for more than 25 years. The stable development strategy based on full diversification of selling markets made the company a leading firm in the cable industry with a considerable potential for development. The services and products of TF Kable have a number of applications in the most important sectors of industry – they comprise more than 25 000 verified standard structures, including a specialist range tailored to the needs of business partners. In addition, our manufacturing plants (in Poland, Serbia and Ukraine), the recycling plant Bukowno-Poland and commercial companies in charge of distributing our products in geographical regions as well as the modern Fire Testing Laboratory in the plant Kraków-Wielicka and the High and Ultra High Voltage Laboratory in Bydgoszcz have a considerable potential for development.

TELE-FONIKA Kable is a company with rules and experience as well as competences and skills in the area of producing demanding solutions for the design of cables, conduits and high voltage cable systems. We have been building the position of a reliable partner for years. This is why we have cooperated with the largest companies in Poland and abroad. In order to maintain this we have been using our potential for development, investing in the production infrastructure, innovative technologies, qualifications of workers and occupational safety. Therefore, cooperation with TF Kable provides a chance for projects of business significance to third parties looking for modern transmission solutions based on high standards of quality and safety and taking environmental standards into account – says Ryszard Pilch, Sales Vice-President at TELE-FONIKA Kable S.A.

Leading supplier of cables and cable systems



PEC w Płońsku Sp. z o.o.



Przedsiębiorstwo Energetyki Ciepłej w Płońsku Sp. z o.o.
09-100 Płońsk, ul. Przemysłowa 2
tel. +48 23 662 33 88, fax +48 23 662 26 22
e-mail: pecplonsk@mail.lcs.net.pl
www.pecwplonsku.li.pl



Przedsiębiorstwo Energetyki Ciepłej w Płońsku Sp. z o.o. rozpoczęło swoją działalność, w obecnej formie prawnej 1 stycznia 1998 roku, choć początki zorganizowanego w mieście ciepłownictwa sięgają końca lat 70. ubiegłego wieku.

W latach 2006-2007 nastąpiła gruntowna przebudowa systemu ciepłowniczego miasta w oparciu o spalanie biomasy i wytwarzanie na jej bazie energii ciepłej i elektrycznej, tzw. kogeneracji. Wybudowano układ skojarzony, kocioł-turbina opalany biomasą o mocy 12 MW_t i 2,08 MW_e wraz z infrastrukturą oraz wymieniono 7500 mb sieci ciepłowniczej kanałowej na sieć w technologii rur preizolowanych. Obecnie ok. 80% energii ciepłej i 100% energii elektrycznej, produkowanych jest z biomasy. Płońsk, posiadając efektywną sieć ciepłowniczą, należy do krajowych liderów.

W 2015 roku spółka przystąpiła do kolejnej fazy modernizacji systemu ciepłowniczego. Wybudowano ponad 1000 mb sieci ciepłowniczej, do nowo powstałych osiedli mieszkaniowych oraz dokonano wymiany ostatniego odcinka sieci tradycyjnej na preizolowaną. W źródle, na bazie starego kotła WR-10, wybudowano kocioł WR-7, w pełni sterowalny w przedziale mocy od 20-100% wraz z instalacją oczyszczania spalin, która spełnia normy emisji jakie będą obowiązywały po 2022 roku. Do tych standardów dostosowano również instalacje odpylania spalin kotła WRm-15. W lipcu 2017 roku uruchomiona zostanie mikroturbina o mocy 200 kW_e, która – we współpracy z kotłem biomasowym – będzie w okresie letnim produkować w skojarzeniu energię elektryczną na potrzeby własne EC. Obecnie moc zainstalowana źródła to 34 MW_t. Spółka zatrudnia 60 pracowników, eksploatuje 23 km sieci ciepłowniczej przesyłowej i rozdzielczej (98% stanowi sieć preizolowana) oraz 103 własne węzły ciepłone. Produkuje rocznie ok. 250 GJ energii ciepłej oraz ponad 7 tys. MWh energii elektrycznej. Spala ok. 25 tys. Mg biomasy i ok. 3 tys. Mg miału węglowego.



Przedsiębiorstwo Energetyki Ciepłej w Płońsku Sp. z o.o. started its operation in the current legal form from 1 January 1998, although the origins of organised district heating in Płońsk date back to the late 1970s.

In 2006-2007, the district heating system in the city was thoroughly reconstructed based on the combustion of biomass and generation of heat and electricity (so-called co-generation). A combined system comprising a boiler and a turbine, fired with biomass, with the power of 12 MW_t and 2.08 MW_e, including the infrastructure, was built and 7500 running metres of the district heating conduits were replaced using the pre-insulated pipes technology. Currently, ca. 80% of heat and 100% of electricity is produced from biomass. Thus, we are among the few companies in Poland with an effective district heating network.

In 2015, the company commenced the next stage of modernisation of the district heating system. More than 1000 running metres of the district heating system were built for newly constructed housing estates and the last section of the traditional system was replaced with pre-insulated pipes. In the source, based on the old WR-10 boiler, the WR-7 boiler was built. It was fully controllable within the power range from 20-100% and included a flue gas treatment system conforming to emission standards to come into force after 2022. These standards were also applied to flue gas dedusting systems in WRm-15 boiler. In July 2017, a 200 kW_e micro-turbine will be put into operation. In cooperation with a biomass-fired boiler, in summer, it will co-generate electricity for the own needs of the heat and power plant. Currently, the installed capacity of the source is 34 MW_t. The company has 60 employees, operates 23 km of the heat transmission and distribution network (98% of which is pre-insulated) and 103 own heating substations. On an annual basis, we generate about 250 GJ of heat and more than 7000 MWh of electricity. We burn approx. 25 000 Mg of biomass and approx. 3000 Mg of coal dust.

„COWIK” Bartoszyce



Wodociągowo-Ciepłownicza Sp. z o.o.
„COWIK” w Bartoszycach
11-200 Bartoszyce, ul. Limanowskiego 1
tel. +48 89 762 20 32, fax +48 89 762 80 13
e-mail: cowik@pro.onet.pl
www.bip.cowik-bartoszyce.pl



25 lat minęło od kiedy 1 stycznia 1992 roku, na podstawie uchwały Rady Miasta, rozpoczęła działalność Wodociągowo-Ciepłownicza Sp. z o.o. „COWIK” w Bartoszycach. W jej skład weszły: Zakład Energetyki Ciepłej oraz Zakład Wodociągów i Kanalizacji. Udziałowcami spółki są Gmina Miejska Bartoszyce oraz osoby fizyczne (pracownicy i byli pracownicy połączonych firm). Aportem przekazane zostały sieci ciepłe, wodociągowe i kanalizacyjne. Zakład Energetyki Ciepłej posiada ciepłownię oraz sieć ciepłą z węzłami. Ciepłownia o mocy 41 MW, oddana do użytku w 1980 roku, podlega stałej, intensywnej modernizacji. Kotły poddawane są stalemu udoskonalaniu, co doprowadziło do osiągnięcia ich wysokiej sprawności. Wentylatory kotłów zostały wyposażone w przetwornice częstotliwości. Wymieniono także bardzo energochłonny układ uzdatniania wody na nowoczesny i energooszczędny. Z kolei przebudowa układu oczyszczania spalin pozwoliła na spełnienie obecnie obowiązujących, rygorystycznych wymagań co do jakości spalin. Nowoczesne układy pompowe – z automatyczną regulacją pracy, utrzymujące stałe ciśnienie dyspozycyjne – są wydajne i łatwe w obsłudze. Efektem prowadzonych działań jest bardzo duży spadek zużycia paliwa i energii elektrycznej, pomimo podłączania corocznie wielu kolejnych budynków, a co za tym idzie znacznej rozbudowy sieci ciepłowniczej. Zadbano również o nowoczesną dyspozytornię oraz system, umożliwiający wizualizację przebiegu pracy ciepłowni i sterowanie poszczególnymi procesami. Stalowy komin wymieniono na żelbetowy oraz zmodernizowano układ załadunku węgla. Nowego pokrycia dachu i odświeżenia elewacji doczekał się także budynek ciepłowni.



W pierwszych latach działalności spółka zlikwidowała małe kotłownie lokalne i włączyła ich budynki w obszar działania miejskiej ciepłowni, przyczyniając się tym samym do rozbudowy sieci ciepłowniczej. Kolejnym zadaniem była realizacja programu opomiarowania wszystkich odbiorców ciepła. Trwający nieustannie proces modernizacji dotyczy także sieci ciepłej – w miejsce instalacji kanałowych układane są nowoczesne rury preizolowane. Dzięki temu zdecydowanej redukcji uległy straty energii ciepłej na przesyłach. Ponad 60% sieci jest już wykonana w nowej technologii. Dużą wagę firma przywiązuje do zakupu profesjonalnych narzędzi i odpowiedniego wyposażenia ekip prowadzących bieżące remonty i usuwających awarie. Przecieki wzdłuż całej sieci ciepłej usuwane są szybko, ponieważ została ona wyposażona w nowoczesną armaturę odcinającą. Stałej modernizacji podlegają również węzły ciepłe. Wszystkie węzły bezpośrednie zostały zastąpione wymiennikowymi, pozwalającymi na bezpieczną pracę instalacji centralnego ogrzewania w budynkach. Sukcesywnie wyposażane są one w automatyczne urządzenia sterujące ich pracą i pilnujące zadanych parametrów. Temperatura ciepłej wody jest utrzymywana na określonym poziomie, z kolei poziom ciepła w instalacji centralnego ogrzewania jest automatycznie dostosowywany do bieżącej temperatury zewnętrznej. Z poprawą jakości usług, świadczonych przez „COWIK” w Bartoszycach, wiąże się też likwidacja grupowych węzłów ciepłych i wyposażanie poszczególnych budynków w indywidualne węzły, zaspokajające zarówno potrzeby grzewcze, jak i ciepłej wody w kranie. Wdrażany obecnie system teletransmisji i telemechaniki w węzłach ciepłych oraz wcześniejsze dokonania spółki potwierdzają mądrość, systemowość i rozmach w działaniu firmy.



MEGA-POL S.A.



Zakład Wykonawstwa Sieci Elektrycznych MEGA-POL S.A.
Power Network Construction Company MEGA-POL S.A.
85-761 Bydgoszcz, ul. Jasiniecka 6
tel. +48 52 343 16 21, +48 52 346 72 35
fax +48 52 343 39 41
e-mail: zwse@mega-pol.pl
www.mega-pol.pl

Już od ponad 55 lat wykonujemy roboty budowlano-montażowe w zakresie budownictwa elektroenergetycznego i telekomunikacyjnego. Zatrudniamy ok. 150 pracowników, którzy dbają o podnoszenie swych kwalifikacji podczas licznych szkoleń, organizowanych w kraju i poza granicami. Prowadzimy stałą współpracę z takimi firmami, jak: ABB, Siemens, Schneider Electric. Jesteśmy cenionym wykonawcą robót energetycznych i telekomunikacyjnych dla zakładów przemysłowych i przedsiębiorstw handlowych w północnej Polsce.

Specjalizujemy się w budowie i remontach:

- linii wysokiego napięcia – 110, 220, 400 kV – napowietrznych i kablowych
- linii średnich napięć – 15 kV napowietrznych / przewody gołe i system PAS / oraz linii kablowych
- linii niskiego napięcia – 0,4 kV napowietrznych / przewody gołe i izolowane AsXsn / i kablowych.

Zajmujemy się także budową i rozbudową stacji transformatorowych 110/15 kV (GPZ-tów), 15/0,4 kV oraz systemów oświetlenia drogowego i oświetlenia terenu. Posiadamy własną grupę rozruchową, wykonującą badania pomontażowe urządzeń i systemów energetycznych oraz automatyki przemysłowej. Oferujemy szeroki zakres usług w zakresie budownictwa telekomunikacyjnego. Budujemy trakty światłowodowe, w oparciu o napowietrzne linie energetyczne 220 kV i 110 kV w systemach OPGW i ADSS oraz linii 15 kV – ADL, a także ziemne sieci telekomunikacyjne.

Dzięki funkcjonującej w naszym przedsiębiorstwie pracowni projektowej, realizującej projekty techniczne linii energetycznych i stacji transformatorowych, możemy zaproponować kompleksowe rozwiązanie problemu zasilania energią elektryczną – począwszy od projektu technicznego aż po wykonawstwo. Gwarantujemy też załatwienie wszelkich formalności, związanych z przyłączeniem do sieci wybudowanych przez nas urządzeń. Mamy nadzieję, że szeroki zakres oferowanych usług i solidne ich wykonawstwo pozwolą nam na realizację wielu przedsięwzięć z Państwa udziałem.

Mega-Pol Power Network Construction Company, a limited liability company has been in business for over 55 years carrying out construction and installation works in the range of power and telecommunication building industry. Our company employs ca. 150 workers, who continue to improve their skills in the range of power building industry during many courses in the country and abroad. We have been regularly cooperating with such companies as ABB, Siemens, Schneider Electric. We are a respected contractor of power and telecommunication works for power companies, production plants and commercial in northern Poland.

We specialize in construction and repair of:

- High-voltage lines 110, 220 400 kV – overhead and cable
- Medium – voltage lines – 15 kV, overhead / bare wires and PAS system / and cable lines
- Low-voltage lines – 0,4 kV, overhead / bare and AsXsn insulated wires / and cable.



We are in the process of installation and extension of transformer stations 110/15 kV (GPZ), 15/0,4 kV and installation of road lighting systems and illumination of the area. We have our own start-up group executing post-mounting examination of power equipment and systems, and industrial automatics.

We offer services in the field of telecommunication installation. We construct fiber-optic tracts based on 220 kV and 110 kV overhead power lines in OPGW and ADSS systems and 15 kV – ADL lines, as well as ground telecommunication installation networks.

Thanks to design studio functioning in our enterprise, realizing technical designs of power lines and transformer stations, we can offer complex solutions regarding power supply problem, starting from technical design through execution. We guarantee taking care of all formalities concerning connecting equipment constructed by us to the networks. We hope that a wide variety of services offered by us will allow you to realize many joint ventures.



Członkowie IGEiOŚ

Members of the IGEiOŚ

Izba Gospodarcza Energetyki i Ochrony Środowiska jako organizacja ogólnopolska, za swój główny cel stawia realizację energetycznych inwestycji, promowanie nowoczesnych technologii i szeroką działalność w zakresie ochrony środowiska naturalnego. Jubileusz 25-lecia Izby jest doskonałą okazją, by zaprezentować osiągnięcia jej kluczowych członków – liderów branży energetycznej w Polsce.

Izba Gospodarcza Energetyki i Ochrony Środowiska (IGEiOŚ, or the Commercial Chamber of Power Engineering and Environmental Protection) is a Poland-wide organisation with the main mission of delivering power engineering capex projects, promoting state-of-the-art technologies, and acting in general for protection of the natural environment. This year's 25th anniversary of IGEiOŚ is an excellent opportunity to showcase the achievements of our key members, the leaders of the power engineering sector in Poland.



Alfa Laval Polska Sp. z o.o.



Alfa Laval Polska Sp. z o.o.
02-674 Warszawa, ul. Marynarska 15
tel. +48 22 336 64 64
fax +48 22 336 64 60
e-mail: poland.info@alfalaval.com
www.alfalaval.pl

Efektywne technologie Alfa Laval to serce rozwiązań procesowych w każdej elektrociepłowni, poczynając od systemów oczyszczania ciężkiego oleju opałowego dla elektrowni z turbiną gazową, poprzez awaryjne chłodzenie w elektrowni jądrowej, a kończąc na produkcji świeżej wody w elektrowni z turbiną parową.

Alfa Laval jest wiodącym na świecie dostawcą specjalistycznych urządzeń i rozwiązań inżynierskich. Realizując wymagania, stawiane przez przemysł energetyczny, łączy najbardziej zaawansowane technologie dostępne na rynku z wyjątkowo bogatym doświadczeniem i znajomością branży.

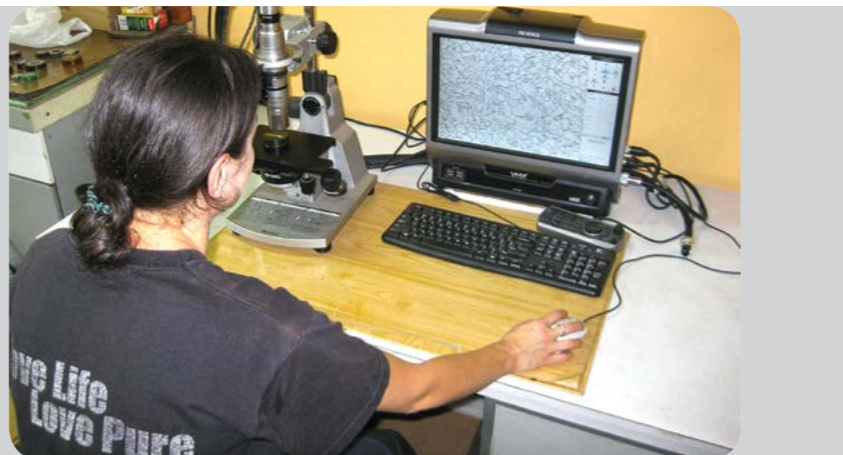
Zoptymalizowany asortyment urządzeń Alfa Laval dla wszystkich krytycznych procesów wymiany ciepła i oddzielania pomaga zwiększyć efektywność zakładu, osiągnąć lepsze wyniki ekonomiczne, a także zapewnić bezpieczeństwo zachodzącym procesom i pracującemu w zakładzie personelowi. W znacznym stopniu wpływa też na redukcję obciążenia środowiska naturalnego.

Wieloletnie doświadczenie Alfa Laval w elektrowniach i elektrociepłowniach jest niewątpliwym atutem w całym procesie projektowania, a także odbioru instalacji czy obsługi posprzedażowej.

Urządzenia Alfa Laval dla energetyki:

- kondensatory pary wylotowej z turbiny
- kompletne moduły kondensacyjne (z pompą próżniową lub eżektorem)
- chłodnice płytowe wody ruchomej maszynowni
- chłodnice żużlu i wody tzw. „black water”
- filtry samoczyszczące wody chłodzącej
- filtry oleju Moatti
- chłodnice płytowe oleju smarowego, turbinowego, transformatorowego
- agregaty wirówkowe do uzdatniania oleju smarowego lub transformatorowego
- podgrzewacze wody sieciowej (ciepłowniczej)
- podgrzewacze regeneracyjne wody zasilającej kocioł
- wirówki do zagęszczania osadu dla stacji odwadniania osadów np. ścieki z IOS
- powietrzne chłodnice cieczy dla indywidualnego chłodzenia urządzeń maszynowni
- chłodnice płytowe sprężarek
- chłodnice płytowe pomp wody zasilającej, generatora, pomp wody sieciowej, pomp próżniowych
- chłodnice gazu syntezowego/generatora
- moduły do odsalania oraz przygotowania wody
- wymienniki w procesach oczyszczania spalin oraz magazynowania energii cieplnej
- kotły do odzysku ciepła ze spalin
- gazowe i olejowe kotły pomocnicze Aalborg.





FAKOP od 1880 roku nieprzerwanie – mimo zmieniających się właścicieli – świadczy wysokiej jakości usługi dla różnych gałęzi przemysłu. Zawsze czyni to z wykorzystaniem najnowszych rozwiązań technologicznych, odważnie sięgając po innowacyjne metody. Jako firma produkcyjno-usługowa, prowadzi prace zarówno we własnej fabryce w Sosnowcu, jak i na obiektach klientów – budując nowe, serwisując istniejące instalacje (kotłowe, przesyłowe, specjalnych konstrukcji stalowych) dla różnych gałęzi przemysłu.

Zachowując szacunek wobec dokonań z przeszłości, dbając o należytą jakość realizowanych zleceń, firma stosuje rozwiązania na miarę potrzeb klientów, zgodnie z powszechnymi normami i standardami, także ekologicznymi. Ufamy, że również w nadchodzących dekadach klienci zaufają referencjom naszej firmy. Pokazny dorobek spółki potwierdza długa lista referencyjna, ukazująca jednocześnie bogactwo świadczonych usług.

Wielką wartością FAKOP jest wysoko wykwalifikowana i zaufana kadra, umiejętnie łącząca wiedzę teoretyczną ze zdobytym doświadczeniem. Pracownicy firmy biorą czynny udział w projektach B+R i są do dyspozycji klientów przy realizacjach krajowych i zagranicznych, oferując doradztwo w zakresie: projektowania; diagnostyki i serwisu 24/7; materiałoznawstwa, doboru materiałów, analizy metalograficznej; kompleksowego nadzoru i konsultingu prac spawalniczych i innych; oceny żywotności obiektów i konstrukcji oraz analizy awarii; opracowania technologii spawania, przeróbki plastycznej i obróbki cieplnej. Produkcja, serwis, realizacje nowych obiektów i ich odbiory prowadzone są zgodnie z procedurami i wymaganiami polskich (UDT PN), europejskich (EN), niemieckich (TRD), amerykańskich (ASME) instytucji dozorowych i standardów oraz innych (na życzenie klienta), w tym w oparciu o Zintegrowany System Zarządzania Jakością, zgodny z: ISO 9001:2008; ISO 14001:2004; PN-EN 18001:2004; ISO/IEC 17025:2005; AQAP 2110.



AMEC FOSTER WHEELER ENERGY FAKOP SP. Z O.O.
41-200 Sosnowiec, ul. Staszica 31
tel. +48 32 368 13 00
e-mail: fakop@fakop.com
www.fakop.com

Since 1880, despite changing owners, FAKOP has continuously provided high quality services for different branches of industry, always employing the latest technological solutions, bravely attempting to use innovative methods based on experience and qualifications of a skilled team of workers. Currently, as a production and service company we provide services both in our factory in Sosnowiec and at customer site – building new and maintaining the existing installations (boilers, transmissions, special steel constructions).

Respecting past achievements, taking care to ensure reliability and quality, we attempt to customize our solutions in compliance with commonly applicable norms and standards, including those concerning environmental protection. We hope that also in the coming decades customers will trust our company's references. The extensive achievements of the company are supported by a long list of references illustrating the wide range of its services.

Based on high-skilled trusted staff able to combine their qualifications and experience, acquiring new experience and practical skills, and actively participating in R&D projects, we are at the disposal of our customers for the most demanding projects both home and globally, offering services such as: design; 24/7 diagnostics and service maintenance; materials engineering, selection of materials, metallographic analysis; comprehensive supervision and consulting related to welding and other works; evaluation of the life span of facilities and structures, and fault analysis; developing welding, plastic working and heat processing technologies. Activities such as production, service maintenance, construction and acceptance of new facilities are carried out in compliance with procedures and requirements

of Polish (UDT, PN), European (EN), German (TRD), and US (ASME) supervision institutions and standards and others (at the customer's request) based on the Integrated Quality Management System according to ISO 9001:2008; ISO 14001:2004; PN-EN 18001:2004; ISO/IEC 17025:2005; AQAP 2110.

ASTAT

JAKOŚĆ ENERGII ELEKTRYCZNEJ

W branży energetycznej liczą się doświadczenie, wiedza, kompetencje i innowacyjność. Firma ASTAT sp. z o.o. przez 25 lat swojej działalności zdobyła zaufanie spółek dystrybucyjnych oraz operatorów sieci elektroenergetycznych. Pozostajemy największym w Polsce dostawcą systemów monitoringu parametrów jakości energii elektrycznej i zespołów do automatycznej kompensacji prądów ziemnozwarciowych.

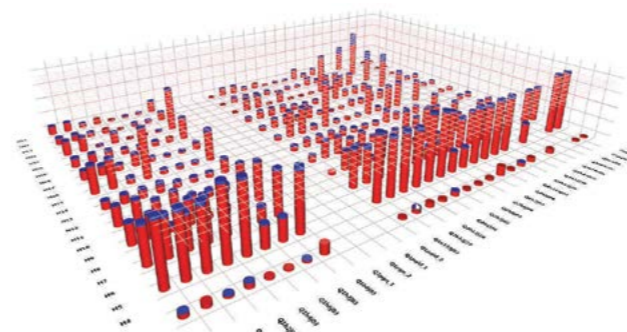
W roku 2016 firma ASTAT zbudowała największy w polskiej energetyce, zintegrowany system do monitoringu parametrów jakości energii elektrycznej. Beneficjentem systemu jest 11 oddziałów spółki Tauron Dystrybucja S.A.

Podstawowe założenia dotyczące funkcjonowania Systemu Monitoringu Jakości Energii Elektrycznej zostały wypracowane podczas kilkunastu spotkań roboczych wraz z działem IT. Pierwotnie program WinPQ, dedykowany do analizatorów PQI-DA, był zainstalowany w 3 oddziałach na niezależnych serwerach wirtualnych. Nowy system został zaprojektowany jako program nadrzędny, obsługujący wszystkie analizatory Jakości Energii Elektrycznej z dostępnym realizowanym przez funkcję „Active directory”.

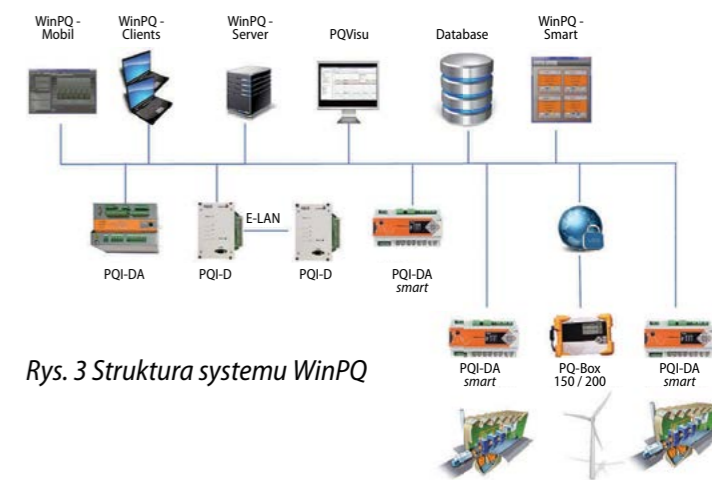
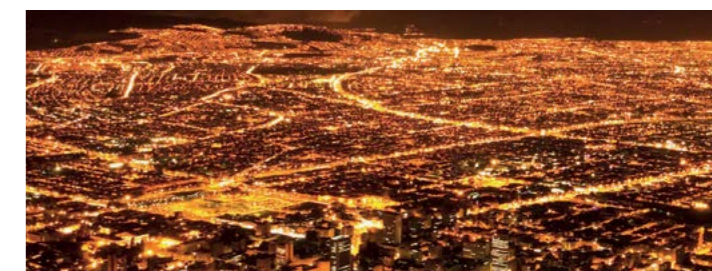
Kolejną innowacją był sposób zarządzania programem i wprowadzenie nowych poziomów uprawnień, gwarantujących pełną kontrolę nad budowanym systemem monitorowania parametrów Jakości Energii Elektrycznej.



Rys. 1 Zasięg pracy aplikacji WinPQ



Rys. 2 Wizualizacja danych pomiarowych na wykresie 3D



Rys. 3 Struktura systemu WinPQ

Zaprojektowany został trzypoziomowy system zarządzania uprawnieniami:

1. Administratorzy nadrzędni
2. Operatorzy oddziałowi
3. Użytkownicy

Warunkiem realizacji zadania było wprowadzenie możliwości analizy danych z analizatorów przenośnych serii PQ BOX firmy A-EBERLE, przy pomocy programu WinPQ. Oznaczało to konieczność wprowadzenia ponad 90 analizatorów przenośnych ze wszystkich oddziałów Tauron Dystrybucja S.A. do systemu i umożliwienie realizacji podstawowych funkcjonalności: korelacji danych, generowania ręcznego i automatycznych raportów, prezentacji danych w postaci przebiegów oraz eksportu do formatów wymiany danych PQ-DIF, COMTRADE, EXCEL.

Celem budowy systemu była optymalizacja prac Operatora Systemu Dystrybucyjnego związanych z rozstrzygnięciem spraw reklamacyjnych i monitorowaniem parametrów jakości energii elektrycznej, a docelowo również poprawa niezawodności systemu elektroenergetycznego i wskaźników SAIDI, SAIFI i MAIFI kontrolowanych przez Urząd Regulacji Energetyki. Wszystkie funkcjonalności wyszczególnione w specyfikacji technicznej zamówienia zostały zrealizowane, a system został oddany do użytkowania w grudniu 2016 r.

ASTAT

ASTAT sp. z o.o.
ul. Dąbrowskiego 441 60-451 Poznań
tel. 61 848 88 71 fax 61 848 82 76
info@astat.pl www.astat.pl

The background image shows a complex industrial interior, likely a power plant or refinery. It features a dense network of large, silver-colored pipes and metal scaffolding. The ceiling is high with a complex steel truss structure and several industrial lights. The overall atmosphere is one of a large-scale engineering project.

budimex

sens tworzenia

Od lat realizujemy prace budowlane w obszarze budownictwa energetycznego. W oparciu o światowych dostawców najlepszych technologii zwiększamy moce wytwórcze polskiej energetyki.



Fabryka Kotłów „SEFAKO” S.A.



Fabryka Kotłów „SEFAKO” S.A.
28-340 Sędziszów, ul. Przemysłowa 9
tel. +48 41 381 10 73, fax +48 41 381 11 10
e-mail: info@sefako.pl
www.sefako.com.pl



Fabryka Kotłów „SEFAKO” S.A. jest jedną z najbardziej cenionych firm w przemyśle energetycznym w Europie. Od ponad 40 lat projektuje i wytwarza kotły energetyczne o wydajności do 300 ton pary/h (na różne paliwa) oraz elementy ciśnieniowe, które znalazły uznanie zarówno w kraju, jak i na rynkach zagranicznych. Produkowane kotły stosowane są w energetyce zawodowej, przemysłowej i tzw. małej energetyce (np. w zakładach produkcji i przetwórstwa żywności czy gospodarstwach rolnych). Ich średnia moc waha się od 1 MW do 250 MW. Dzięki doświadczeniu pracowników, nowoczesnemu parkowi maszynowemu i wysokim standardom jakościowym, Spółka od dawna wykonuje elementy kotłów o parametrach nadkrytycznych oraz kotłownię w systemie „pod klucz”. SEFAKO opracowuje także dokumentację techniczną i prowadzi nadzór nad montażem i rozruchem kotłów.

W wyniku współpracy z politechnikami w Kielcach, Wrocławiu, Krakowie oraz Akademią Górniczo-Hutniczą wdrożono do produkcji niskoenergetyczną technologię wytwarzania

powłok ochronnych na elementach ścian gazoszczelnych i rurach pojedynczych, przeznaczonych do kotłów energetycznych. Od roku 2011 SEFAKO zrealizowało osiem dużych projektów instalacji kotłowych do utylizacji odpadów, stosując zabezpieczenie powierzchni przez napawanie stopem niklowo-chromowo-molibdenowym (typu: Inconel625), poszerzając swą ofertę o warstwy: G4, 309, 310, Inconel686 – według potrzeb Klienta.

Produkty i usługi SEFAKO:

- kotły dla energetyki zawodowej, ciepłownictwa i o przeznaczeniu indywidualnym
- kotły do spalania i współspalania biomasy
- kotły do termicznego przekształcania odpadów
- parowe i wodne kotły wodnorurowe opalane różnymi paliwami
- parowe i wodne kotły płomienicowo-płomieniówkowe opalane różnymi paliwami
- modernizacje kotłów typu WR, WLM, OR w oparciu o ściany gazoszczelne
- elementy ciśnieniowe, takie jak: panele ścian gazoszczelnych, parowniki, przegrzewacze, ekonomizery, zbiorniki, rurociągi itp.
- konstrukcje metalowe
- diagnostyka i ocena stanu technicznego kotłów i jego elementów
- kompleksowe instalacje do selektywnej, niekatalizacyjnej redukcji tlenków azotu SNCR.

„SEFAKO” S.A. to oddany i zgrany zespół, który stwarza możliwości produkcyjne oraz zapewnia stale wysoką jakość.

dostarczamy źródło do uwolnienia energii

system provider for power release

The boilers factory Fabryka Kotłów “SEFAKO” S.A. is one of the most renowned companies in European power industry. For more than 40 years it has designed and manufactured power generation boilers with the capacity of up to 300 tonnes of steam/h (different fuels) and pressure elements recognised both in Poland and abroad. The boilers are used for commercial and industrial power engineering purposes and for small-scale power generation (e.g. food production and processing plants, farms). Their average capacity ranges from 1 MW to 250 MW. The Company, thanks to the experience of its workers, a modern park of machinery and high quality standards, for a long time has produced components for boilers with supercritical parameters and built ‘turnkey’ boiler plants.

In addition, SEFAKO prepares technical documentation and supervises installation and start-up of boilers. In cooperation with universities of technology in Kielce, Wrocław, Kraków and the AGH University of Science and Technology, the company has implemented

a low-energy technology for manufacture of protection coatings on gas-tight walls and single pipes for power boilers. Since 2011, SEFAKO has completed 8 large boiler installations for waste disposal purposes using surface hardfacing with a nickel-chromium-molybdenum alloy (Inconel625), extending its offer with G4, 309, 310, Inconel686 layers – according to customer needs.

Products and services of SEFAKO:

- boilers for commercial power engineering, district heating and individual purposes
 - biomass combustion and co-combustion boilers
 - boilers for waste incineration
 - steam and water tube boilers fired with different fuels
 - steam and water fire-tube boilers fired with different fuels
 - modernisation of WR, WLM, OR boilers based on gas-tight walls
 - pressure parts such as: gas-tight wall panels, evaporators, superheaters, economizers, vessels, piping etc.
 - steel structures
 - diagnostics and evaluation of the technical condition of boilers and their components
 - complete systems for selective, non-catalytic reduction of nitrogen oxide (SNCR).
- “SEFAKO” S.A. is a committed and good team that provides production opportunities and ensures high quality on a continuous basis.



Centralne Biuro Konstrukcji Kotłów S.A.



GRUPA SEFAKO

Centralne Biuro Konstrukcji Kotłów S.A.
42-600 Tarnowskie Góry, ul. Opolska 23
tel. +48 32 285 46 21, fax +48 32 285 26 37
e-mail: cbkk@cbkk.com.pl
www.cbkk.com.pl

Centralne Biuro Konstrukcji Kotłów w Tarnowskich Górach istnieje od 1947 roku od 1993 jako spółka akcyjna. Od lipca 2012 roku właścicielem 98,5% jej akcji jest Fabryka Kotłów SEFAKO S.A.

CBKK zajmuje się głównie projektowaniem wszelkiego rodzaju kotłów i urządzeń energetycznych dla klientów krajowych i zagranicznych. Prace projektowe wykonywane są kompleksowo wraz z urządzeniami towarzyszącymi, w tym m.in.: konstrukcjami nośnymi, obmurzami i izolacjami oraz systemami sterowania i automatyki. Wykonywane są także, w pełnym zakresie, prace studialne i koncepcyjne z dziedziny techniki kotłowej i urządzeń energetycznych oraz opinie i ekspertyzy.

Biuro posiada znaczące osiągnięcia w dziedzinie projektowania urządzeń dla energetyki krajowej, do których zalicza się:

- kotły dla energetyki zawodowej dla bloków o mocy 25, 50, 120 i 200 MW oraz udział w opracowaniu dokumentacji dla bloków 360 i 500 MW
- opracowanie i wdrożenie do produkcji typoszeregów nowoczesnych kotłów małej i średniej mocy oraz kotłów odzysknicowych
- prace w zakresie modernizacji i rekonstrukcji kotłów pracujących w energetyce i przemyśle, w aspekcie zagwarantowania dopuszczalnej wielkości emisji związków azotu i siarki, także po przejściu z opalania węglem na gaz lub olej opałowy
- podgrzewacze regeneracyjne nisko- i wysokoprężne oraz stacje odgazowania wody dla bloków o mocy 25, 50, 120, 200 i 360 MW.

Zrealizowane projekty kotłów i urządzeń energetycznych na eksport:

- kotły duże o wydajności 650 t/h dla elektrociepłowni w miejscowości Bobow dol w Bułgarii, 380 t/h dla Chin, 330 t/h dla Elektrowni Kutch w Indiach, 100 t/h dla Huty Korabük w Turcji oraz 70 t/h dla Elektrowni na Rodos w Grecji
- kotły średniej i dużej mocy dla cukrowni, ciepłowni i zakładów przemysłowych w Albanii, Algierii, Bułgarii, dawnej Czechosłowacji, Chin, Egiptu, Indii, Iraku, Iranu, dawnej Jugosławii, Korei, Kuby, dawnej NRD, Maroka, Pakistanu, dawnej RFN, Turcji, Wietnamu, Węgier i byłego ZSRR
- opracowanie projektów, wraz z dużym udziałem we wdrożeniu do produkcji, wymienników ciepła, stabilizatorów ciśnienia, wytwornic pary i innych urządzeń dla energetyki jądrowej.

Kadra, jaką dysponuje CBKK, posiada wysoki poziom kwalifikacji i długoletnie doświadczenie zawodowe, przekazywane z pokolenia na pokolenie. Biuro wdrożyło i stosuje system zarządzania jakością wg normy EN ISO – 9001:2009 w zakresie projektowania, kompletacji dostaw i wykonawstwa w ramach generalnej realizacji inwestycji kotłów i urządzeń energetycznych.

The boiler engineering design office CBKK in Tarnowskie Góry has existed since 1947, and from 1993 it has operated as a joint stock company. Since July 2012 Fabryka Kotłów SEFAKO S.A. has held 98.5% of the stocks.

The main business area of CBKK comprises designing all types of boilers and energy equipment for domestic and international customers. Comprehensive design works include accompanying facilities such as: supporting structures, envelopes and insulation and automatic control systems. In addition, the company provides a full range of research and conceptual work in the area of boiler and energy equipment technology, issuing opinions and providing consultancy.

CBKK has made considerable achievements in the area of designing equipment for the domestic energy industry, including:

- boilers for commercial power engineering purposes to fit 25, 50, 120 and 200 MW power units and involvement in the preparation of documentation for 360 and 500 MW power units.
- developing and launching the production of a series of modern low and medium capacity boilers and waste-heat boilers
- modernisation and reconstruction of boilers used for power engineering and industrial purposes to guarantee acceptable volume of emissions of nitrogen and sulphur compounds and related to switching from the combustion of coal to gas or fuel oil combustion
- low and high pressure regenerative heaters and feed water degassing stations for 25, 50, 120, 200 and 360 MW power units.

The completed designs of boilers and energy equipment ordered for export:

- large boilers with the capacity of 650 t/h for the Bobow dol Power Plant in Bulgaria, 380 t/h for China, 330 t/h for the Kutch Power Plant in India, 100 t/h for the Karabük Iron and Steel Works in Turkey and 70 t/h for the Rhodes Power Plant in Greece.
- medium and high capacity boilers for sugar factories, heat generating plants and industrial plants for Albania, Algeria, Bulgaria, former Czechoslovakia, China, Egypt, India, Iraq, Iran, former Yugoslavia, Korea, Cuba, former GDR, Morocco, Pakistan, former FRG, Turkey, Vietnam, Hungary and the former USSR.
- preparing designs and extensively participating in launching the production of heat exchangers, pressure stabilizers, steam generators and other nuclear power engineering equipment.

The staff of CBKK is high skilled and has long-term professional experience passed from generation to generation. CBKK has implemented and used the EN ISO – 9001:2009 quality management system with regard to design, picking for deliveries and workmanship under general contracts for boiler and energy equipment investments.

Doosan Babcock Energy Polska S.A.



Doosan Babcock Energy Polska S.A.

44-207 Rybnik, ul. Golejowska 73b

tel. +48 32 739 17 39

fax +48 32 739 64 30

e-mail: sekretariat@doosan.com

www.doosanbabcock.com/pl/main.do



DOOSAN BABCOCK ENERGY POLSKA

Doosan Babcock Energy Polska jest niezawodnym partnerem w zakresie realizacji kompleksowych usług serwisowych, remontowych, modernizacyjnych oraz montażowych urządzeń i instalacji, znajdujących się na obiektach przemysłowych i w sektorze energetycznym. Zapewnia swoim klientom pomoc, wsparcie oraz obsługę w zakresie bieżącego utrzymania ruchu i usuwania awarii. Spółka oferuje również pełny zakres badań niszczących i usług w zakresie oceny stanu technicznego maszyn wirnikowych przy zastosowaniu metod wibrodiagnostycznych. Obszar działalności:

- kotły wraz z urządzeniami pomocniczymi
- instalacje ochrony środowiska
- turbosopły wraz z urządzeniami maszynowni
- automatyka i elektryka
- NDT&E
- obróbka mechaniczna (wielkogabarytowa)
- produkcja.

Działalność biznesowa, oparta na wyspecjalizowanych branżach, łączących ekspercką wiedzę z doświadczeniem, zapewnia firmie najlepsze dopasowanie do potrzeb rynku oraz optymalne wykorzystanie ludzkiego potencjału przy



DOOSAN BABCOCK ENERGY POLSKA

Doosan Babcock Energy Polska is a reliable business partner providing comprehensive services in the area of maintenance, repairs, modernisation and assembly of equipment and systems in industrial plants and in the energy sector. It provides its customers with assistance, support and service in running total productive maintenance and removing faults. The company also offers a full range of non-destructive testing and services involving the evaluation of the technical condition of rotor machines using vibrodiagnostic methods.

Areas of operation:

- boilers and ancillary equipment
- environmental protection systems
- turbine sets and control room equipment
- automatic control and electrical engineering units
- NDT&E
- machining (large capacity processing)
- production.

Thanks to its business activity based on specialised industries, combining expertise and experience, the company is able to adapt itself to the needs of the market at its best and to utilize the human potential to the optimum extent, at the



jednoczesnym spełnianiu wysokich standardów jakości i bezpieczeństwa pracy. Gwarantuje klientom ograniczenie kosztów eksploatacji, długotrwałe i niezawodne działanie urządzeń oraz zwiększenie dyspozycyjności.

GRUPA DOOSAN

Pod wspólnym szyldem Grupy Doosan połączono trzy marki, cieszące się w branży energetycznej najwyższym poważaniem: Doosan Babcock, Doosan Lentjes oraz Doosan Škoda Power.

Doosan Babcock specjalizuje się w dostarczaniu technologii, części zamiennych i zapasowych oraz usług serwisowych i modernizacyjnych dla kotłów energetycznych w sektorze energetyki ciepłej i jądrowej, a ponadto w sektorze wydobycia gazu i ropy naftowej oraz petrochemii.

Doosan Lentjes to globalny dostawca nowoczesnych technologii do produkcji energii z paliw alternatywnych i kopalnych, wytwarzania energii z odpadów, a także instalacji oczyszczania spalin.

Doosan Škoda Power projektuje i produkuje systemy turbogeneratorów o najwyższej sprawności, trwałości oraz niezawodności, głównie dla sektora energetycznego.

Biuro sprzedażowe Grupy Doosan:

Doosan Power Systems
40-018 Katowice, ul. Graniczna 54
tel. +48 32 781 92 52; fax +48 32 733 54 79
e-mail: info.katowice@doosan.com
www.doosanpowersystems.com/pl/main.do

same time meeting high work quality and safety standards. Reduced cost of operation, long-term reliable performance and increased availability of equipment are guaranteed to customers.

DOOSAN GROUP

Doosan Group is a combination of three brands that are most respected in the power engineering sector: Doosan Babcock, Doosan Lentjes and Doosan Škoda Power.

Doosan Babcock specializes in supplying technologies, spare and replacement parts and in providing maintenance and refurbishment services for power boilers in the heat and nuclear power engineering sector and, in addition, in the gas and oil mining sector and in petrochemical industry.

Doosan Lentjes is a global supplier of cutting edge technologies for generating energy from alternative and fossil fuels, waste-to-energy technologies and flue gas cleaning systems.

Doosan Škoda Power designs and manufactures high-efficiency, long-life and highly reliable turbine generator systems mainly for the power engineering sector.

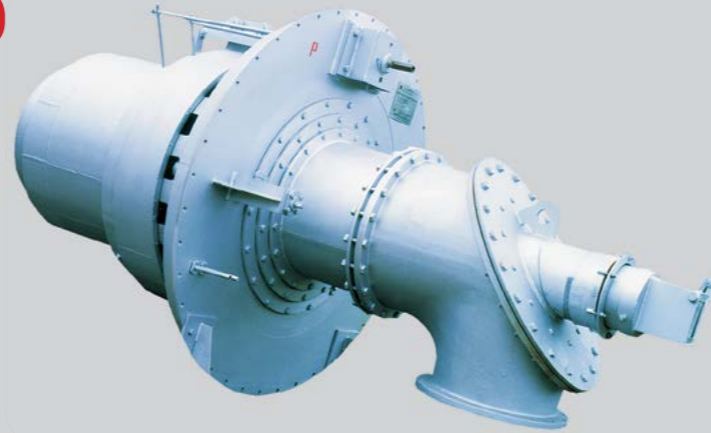
Doosan Group's sales office:

Doosan Power Systems
40-018 Katowice, ul. Graniczna 54
tel. +48 32 781 92 52; fax +48 32 733 54 79
e-mail: info.katowice@doosan.com
www.doosanpowersystems.com/pl/main.do

ECOENERGIA Sp. z o.o.



01-342 Warszawa, ul. Lustrzana 32
tel. +48 22 666 16 01, +48 22 666 15 96, +48 22 666 15 97
fax +48 22 666 16 00
e-mail: warszawa@ecoenergia.com.pl
www.ecoenergia.com.pl



ECOENERGIA Sp. z o.o. działa na rynku energetyki zawodowej i przemysłowej od 1991 roku, wpisując się na stałe do katalogu firm związanych ściśle z energetyką.

Misją firmy jest wdrażanie rozwiązań w zakresie ochrony środowiska w energetyce, poprzez wprowadzanie na rynek nowoczesnych niskoemisyjnych technologii spalania paliw oraz technologii zmniejszających uciążliwość wytwarzania energii dla środowiska.

ECOENERGIA modernizuje instalacje i urządzenia energetyczne, wykorzystując doświadczenie i wiedzę swoich pracowników oraz polskich naukowców i inżynierów.

Firma jest obecnie wiodącym dostawcą trzech technologii:

- redukcji tlenków azotu ze spalin kotłów węglowych pyłowych
- redukcji tlenków azotu w spalinach kotłów olejowych i gazowych
- redukcji CO₂ ze spalin kotłów pyłowych węglowych poprzez ich modernizację i zastąpienie części lub całości spalane go węgla biomasą.

ECOENERGIA wykonuje „pod klucz”:

- modernizację i przebudowę kotłów w oparciu o własne opatentowane i wdrożone technologie
- instalacje magazynowania, przygotowania, podawania i monitoringu pyłu biomasowego.

ECOENERGIA wdraża technologie redukujące stężenie NO_x w spalinach z kotłów pyłowych poniżej 200 mg/Nm³ poprzez zabudowę palników o niskiej emisji NO_x oraz zastosowanie selektywnej niekatalitycznej metody redukcji SNCR. ECOENERGIA opracowuje również prace studialne, analizy techniczno-ekonomiczne dla modernizacji istniejących obiektów lub dla zabudowy nowych źródeł energii, projekty modernizacji instalacji towarzyszących w elektrociepłowniach, elektrowniach i przemyśle (sprężone powietrze, instalacje odpowielania, odżulzania, gospodarki paliwem – olej, gaz, biomasa, instalacje nośników energii: rurociągi parowe, rurociągi i pompownie oleju diatermicznego).

Usługi ECOENERGII obejmują wszystkie fazy, procesy i branże procesu inwestycyjnego.



The limited liability company **ECOENERGIA Sp. z o.o.** has operated in the utility and commercial power engineering market since 1991, as a company strictly and permanently associated with the power industry.

The mission of the company is to implement environmental protection solutions in the power industry by introducing innovative, low-emission fuel combustion technologies and technologies reducing the environmental impact of power engineering.

ECOENERGIA modernizes power engineering systems and equipment making use of the experience and knowledge of its staff and the expertise of Polish scientists and engineers. The company is currently a leading provider of three technologies:

- reduction of nitrogen oxides in the flue gas from pulverised coal-fired boilers
- reduction of nitrogen oxides in the flue gas from oil and gas-fired boilers
- reduction of CO₂ in the flue gas from pulverised coal-fired boilers through their refurbishment and partial or complete replacement of coal with biomass.

ECOENERGIA provides the following ‘turnkey’ services and systems:

- modernisation and conversion of boilers based on self-designed patented and implemented technologies
 - biomass storage, preparation, biomass dust feeding and monitoring system.
- ECOENERGIA implements technologies reducing the concentration of NO_x in flue gas from pulverised boilers below 200 mg/Nm³ by incorporating low NO_x burners (LNB) and employing selective non-catalytic reduction (SNCR). In addition, ECOENERGIA develops case studies, technical and economic analyses for the purposes of modernising the existing facilities or developing new energy sources, projects of modernisation of accompanying installations in combined heat and power generating plants, power plants and industrial plants (compressed air, ash handling systems, deslagging systems, fuel management – oil, gas, biomass, energy media systems: steam pipelines, diathermic oil pipelines and pumping stations).

ECOENERGIA provides services covering all stages, all processes and industries of the investment process.

Elektrociepłownia „Zielona Góra” S.A.



Elektrociepłownia „Zielona Góra” S.A.

65-120 Zielona Góra, ul. Zjednoczenia 103
tel. +48 68 429 04 44, fax +48 68 327 10 60
e-mail: kancelaria@ec.zgora.pl
www.ec.zgora.pl



Elektrociepłownia „Zielona Góra” to nowoczesne przedsiębiorstwo energetyki zawodowej, prowadzi działalność gospodarczą w zakresie skojarzonego wytwarzania ciepła i energii elektrycznej – członek IGEiOŚ.

Firma czystszej produkcji i fair play, funkcjonująca w Grupie EDF. Spółka wytwarza energię elektryczną w kogeneracji w bloku gazowo-parowym o mocy zainstalowanej 198 MW. Blok zasilany jest krajowym gazem ziemnym ze złóż Kościan-Brońsko. Elektrociepłownia jako właściciel sieci ciepłowniczej w Zielonej Górze oraz dystrybutor ciepła, jest jedynym źródłem ciepła zasilającym system ciepłowniczy na potrzeby ogrzewania i ciepłej wody użytkowej. Zaopatruje w ciepło ponad 60 tys. mieszkańców miasta.

A modern commercial power engineering company running business activity in the area of combined generation of heat and electricity – member of the Polish Chamber of Power Industry and Environment Protection (IGEiOŚ).

A cleaner production company and a fair play business; A company from EDF Group; It cogenerates electricity in a gas and steam unit with the installed capacity of 198 MW. The unit is supplied with domestic natural gas from the Kościan-Brońsko reserves. The heat and power generating company owns the district heating network in Zielona Góra and is a distributor of heat. It is the only source of heat supplying the district heating system for the needs of heating and supplying hot tap water. It supplies heat to more than 60 thousand residents of the city.

Elektromontaż Gdańsk SA



Elektromontaż Gdańsk SA

80-612 Gdańsk, ul. Wosia Budzysza 7
tel. +48 58 76 85 900, fax +48 58 76 85 960
e-mail: eg@eg.pl, www.eg.pl



Elektromontaż Gdańsk SA to polska firma, która od siedemdziesięciu lat z powodzeniem działa na rynku krajowym i zagranicznym w zakresie dostaw urządzeń i wykonawstwa instalacji elektrycznych dla obiektów: energetycznych, przemysłowych, infrastrukturalnych, użyteczności publicznej oraz offshore.

Plast Instal SKB Sp. z o.o. Sp. k.



Plast Instal SKB Sp. z o.o. Sp. k.

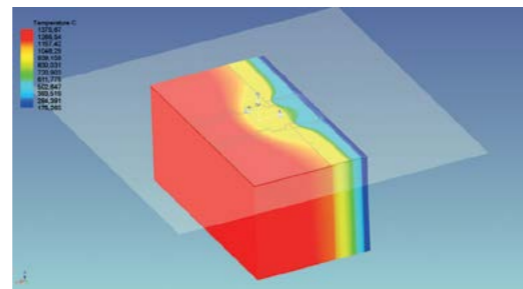
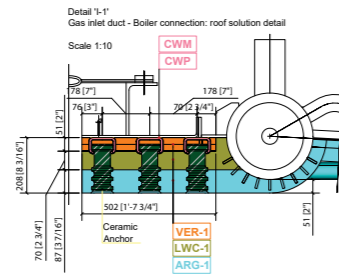
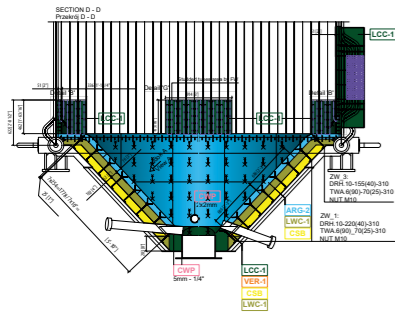
97-500 Radomsko, ul. Sucharskiego 49
Prezes Zarządu Andrzej Malicki – tel. +48 506 356 348
e-mail: andrzej.malicki@skb.net.pl, www.plastinstal-skb.net.pl



Firma Plast Instal SKB, będąca częścią grupy SKB, specjalizuje się w realizacji inwestycji w szeroko pojętej branży instalacji przemysłowych w kraju i w Europie. Zajmuje się produkcją rur, kształtek oraz zbiorników, reaktorów i kominów z tworzywa sztucznego, wzmacnianego włóknem szklanym TWS.

PEWNOŚĆ. ZAUFANIE.

RELIABILITY. TRUST.



Oferujemy kompleksowe usługi obmurzowe, dostosowane do indywidualnych wymagań i potrzeb klientów, obejmujące:

- opracowanie inżynieringu
- dostawę i montaż materiałów
- suszenie wstępne obmurza
- serwis gwarancyjny.

Oferujemy także serwisy ramowe zawierające:

- aktualizację dokumentacji istniejących obmurzy
- cykliczne przeglądy wraz z opracowaniem raportu i mapy stanu wymurówki
- opracowanie techniczne, harmonogramowe i finansowe programów remontowych
- zaawansowane analizy strat ciepła i propozycje ich zminimalizowania
- gwarantowane działania w momencie wystąpienia awarii - natychmiastowa dostawa materiałów z własnego magazynu i montaż.

We offer complex refractory linings service tailored to a Clients' individual needs including:

- engineering
- delivery and installation of refractories
- preliminary dry-out of linings
- warranty and post-warranty service.

We also offer:

- updating of existing, incomplete technical documentation of refractory lining
- regular inspections with thorough reporting and mapping of lining condition
- elaboration of shutdown programs in scope of refractory lining
- advanced numerical thermal calculations, analyses of heat loss and proposals of heat loss minimalization
- emergency service - immediate action in case of failures.

Rozwiązania firmy Emerson w zakresie automatyzacji energetyki wspierają wytwarzanie ponad 1000 GW energii elektrycznej na całym świecie.

Czujemy odpowiedzialność za naszą planetę.

Wybór właściwych strategii w automatyce przemysłowej jest kluczem do skutecznego prowadzenia ruchu elektrowni. Doświadczenie naszych ekspertów związane jest z wdrożeniami systemu sterowania Ovation™, zaprojektowanego pod specyficzne potrzeby energetyki konwencjonalnej, odnawialnej i wodnej. Niezależnie czy usprawniamy istniejące zasoby wytwórcze, czy budujemy nową elektrownię, tym co wyróżnia je z ogółu jest automatyka z firmy Emerson.



Więcej informacji na stronie:
Emerson.com/Power.



Energa Kogeneracja Sp. z o.o.



Energa Kogeneracja Sp. z o.o.
82-300 Elbląg, ul. Elektryczna 20 A
tel. +48 55 612 20 00, fax +48 55 612 20 05
e-mail: sekretariat.kogeneracja@energa.pl
www.energa-kogeneracja.pl



Energa Kogeneracja Sp. z o.o. to przedsiębiorstwo wchodzące w skład Grupy Energa, funkcjonujące w obszarze Segmentu Wytwarzania, który w ramach Grupy skupia aktywa związane z produkcją energii elektrycznej i ciepłej w skojarzeniu oraz z przesyłem i dystrybucją ciepła. Właścicielem 64,59% udziałów spółki jest Energa SA, pozostałe 35,41% należy do Energa Wytwarzanie SA. W ramach swojej działalności, Energa Kogeneracja zajmuje się wytwarzaniem energii elektrycznej i ciepłej w Elblągu, Kaliszu i Żychlinie oraz przesyłaniem i dystrybucją ciepła na terenie Żychlina. Łączna moc zainstalowana urządzeń wytwórczych to ponad 476 MW_e i 82 MW_t. Energa Kogeneracja posiada również 100% udziałów w spółce Energa Ciepło Ostrołęka Sp. z o.o., zajmującej się przesyłem i dystrybucją ciepła na terenie miasta Ostrołęki, oraz 91,2% udziałów w spółce Energa Ciepło Kaliskie Sp. z o.o., zajmującej się wytwarzaniem, dystrybucją i przesyłem ciepła na terenie miasta Kalisza. W 2016 roku Energa Kogeneracja podpisała umowę, określającą warunki inwestycji finansowej w Polską Grupę Górniczą, w wyniku której objęła 17,1% udziałów największej w Polsce spółki zajmującej się wydobywaniem węgla. Początki działalności zakładu przypadają na lata 20. XX wieku. Budowę Elektrowni Elbląg zakończono w 1928 roku instalując 4 kotły z węglowymi paleniskami pyłowymi oraz 2 turbospoły o mocy 8 i 10 MW_e. W latach 40. XX wieku elektrownię rozbudowano o turbospoł o mocy 20 MW_e. Na owe czasy była to jedna z największych elektrowni na wybrzeżu, jednak w wyniku działań wojennych uległa w znacznym stopniu zniszczeniu. Rozruch odbudowanego zakładu nastąpił w 1946 roku. Lata 50. i 60. XX wieku to okres szeroko zakrojonej modernizacji elektrowni. Inwestycje miały na celu zwiększenie mocy wytwórczych oraz przystosowanie instalacji do produkcji w skojarzeniu ciepła i energii elektrycznej. Przez blisko 20 lat elektrociepłownia prowadziła działalność w strukturach Elbląskich Zakładów Energetycznych. Jako samodzielny podmiot Elektrociepłownia



Energa Kogeneracja Sp. z o.o. is a company forming part of Energa Group, operating in the Generation Division of the Group which accumulates assets related to cogeneration of electricity and heat as well as transmission and distribution of heat. Energa SA holds 64.59% of shares in the company, and Energa Wytwarzanie SA holds the remaining 35.41%.

Energa Kogeneracja deals with generation of electricity and heat in Elbląg, Kalisz and Żychlin and transmission and distribution of heat in the territory of Żychlin. The total installed capacity of generating equipment exceeds 476 MW_e and 82 MW_t. In addition, Energa Kogeneracja holds 100% shares in Energa Ciepło Ostrołęka Sp. z o.o., a company dealing with transmission and distribution of heat in the city of Ostrołęka, and 91.2% of shares in Energa Ciepło Kaliskie Sp. z o.o., a company dealing with generation, distribution and transmission of heat in the city of Kalisz. In 2016, Energa Kogeneracja signed an agreement outlining the terms and conditions of financial investments in Polska Grupa Górnicza. As a result, it subscribed to 17.1% shares of the largest Polish coal mining company. Its origins date back to the 1920s.

The construction of Elbląg Power Plant was completed in 1928 when four pulverised coal-fired boilers and two turbine sets with the capacity of 8 and 10 MW_e. A 20 MW_e turbine set was added to the power plant in 1940s. At that time it was one of the largest power plants on the shore. However, as a result of warfare it was significantly destroyed. The reconstructed plant was commissioned in 1946. The 1950s and 1960s were a period of far-reaching modernisation of the power plant. The investments aimed to increase the generating capacity and adapt the plants to combined generation of heat and electricity. For nearly 20 years the heat and power plant operated within the structures of Elbląskie Zakłady Energetyczne. Elektrociepłownia Elbląg Sp. z o.o.

Elbląg Sp. z o.o. funkcjonuje od 1997 roku, by osiem lat później stać się jedną ze spółek wchodzących w skład Grupy Energa.

Produkcja ciepła i energii elektrycznej w poszczególnych lokalizacjach spółki odbywa się w instalacjach, korzystających zarówno z paliwa konwencjonalnego, jak i odnawialnego. Podstawowe jednostki produkcyjne elektrociepłowni w Elblągu to trzy węglowe kotły parowe OP-130, współpracujące z turbospołami ciepłowniczymi, o łącznej mocy 49 MW_e. W 2014 roku został oddany do eksploatacji blok biomasowy BB20 o mocy elektrycznej 25 MW_e i mocy cieplnej 30 MW_t. Budowa bloku w Elblągu została w części sfinansowana przez Unię Europejską ze środków Funduszu Spójności, w ramach Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko.

W elektrociepłowni w Kaliszu produkcja opiera się na kotle OSR-32, współpracującym z turbospołami ciepłowniczymi o łącznej mocy 8 MW_e, oraz dwóch kotłach wodnych WR 25, natomiast w elektrociepłowni w Żychlinie – na pracy trzech kotłów wodnych typu WR 5 i kotła wodnym WRp 12, o łącznej mocy zainstalowanej 29,4 MW_t. W 2017 roku w Żychlinie został oddany do eksploatacji blok kogeneracyjny ORC o mocy elektrycznej 0,260 MW_e i cieplnej 1,24 MW_t, opalany wyłącznie biomasą. Blok pracuje według organicznego obiegu Rankine'a (ORC), a czynnikiem obiegowym turbiny i wytwornicy pary jest olej organiczny.

Energa Kogeneracja Sp. z o.o. prowadzi działalność zgodną z Polityką środowiskową Grupy Energa. Narzędziem do wywiązywania się z deklaracji zawartych w polityce jest wdrożony w spółce Program Zarządzania Środowiskowego, spełniający wymagania rozporządzenia EMAS. Program zapewnia efektywność środowiskową prowadzonych działań, rozumianą jako zapewnienie zgodności prawnej, minimalizację wpływów działalności na środowisko naturalne przy jednoczesnym uzyskaniu pożądanego efektu ekonomicznego. Prawidłowe funkcjonowanie Programu Zarządzania Środowiskowego w spółce Energa Kogeneracja zostało potwierdzone przyznaniem w 2015 roku certyfikatu ISO 14001, a w roku następnym certyfikatu EMAS.

has been an autonomous entity since 1997. Eight years later it became a company forming part of Energa Group.


Heat and electricity is generated in respective company locations by means of systems fired by conventional and renewable fuels. The basic production assets of the heat and power plant in Elbląg comprise coal-fired steam boilers OP-130 with 49 MW_e heat generating turbine sets. In 2014 a biomass unit BB20 with electric capacity of 25 MW_e and heat capacity of 30 MW_t was put into operation. The construction of the unit in Elbląg was partly financed by the European Union from the Cohesion Fund under the Operational Programme Infrastructure and Environment.

The heat and power plant in Kalisz generates heat and electricity in an OSR-32 boiler in conjunction with heat generating turbine sets with a total capacity of 8 MW_e, and two water boilers WR 25. On the other hand, the heat and power plant in Żychlin has three water boilers WR 5 and a water boiler WRp 12, with the total installed capacity of 29.4 MW_t. In 2017 an ORC cogeneration unit with electric capacity of 0.260 MW_e and heat capacity of 1.24 MW_t was put into operation in Żychlin. It was fired solely with biomass. The unit operates in the Organic Rankine Cycle (ORC) with organic oil as the medium in the turbine and steam generator.

Energa Kogeneracja Sp. z o.o. operates in accordance with the environmental policy of Energa Group. The tool to fulfil the declarations contained in the policy is the Environmental Management Programme implemented in the company, meeting the requirements of the EMAS Regulation. The programme guarantees environmental performance of the operations, understood as reducing the impact on natural environment to the minimum and at the same achieving the desired economic effect. The correct operation of the Environmental Management Programme in Energa Kogeneracja was confirmed by ISO 14001 certificate awarded in 2015, followed by EMAS certificate in the following year.



Energomontaż Zachód Wrocław Sp. z o.o.


**ENERGOMONTAŻ
ZACHÓD
WROCŁAW**

40-851 Katowice, ul. Żelazna 9
tel. +48 32 783 53 60, fax +48 32 783 53 70
e-mail: biuro@energomontaz-zachod.pl
www.energomontaz-zachod.pl

*Szanowni Państwo,*

Z wielką przyjemnością przedstawiamy Państwu Spółkę Energomontaż Zachód Wrocław, która od początku swego istnienia aktywnie uczestniczy w przedsięwzięciach inwestycyjnych, mających na celu budowę i rozwój krajowej i europejskiej energetyki przemysłowej. Przez 50 lat naszą wiodącą działalnością jest projektowanie, produkcja, montaż i remonty bloków energetycznych, w tym bloków na parametry nadkrytyczne do 1075 MW. W ramach struktury dysponujemy siedmioma wyspecjalizowanymi działami:

- konstrukcyjnym
- kotłowym
- maszyn wirnikowych
- rurociągów
- wytwarzania konstrukcji stalowych
- biurem projektowym
- laboratorium badań nieniszczących.

Specjalnością naszą jest montaż i remont wszystkich rodzajów kotłów, urządzeń w obrębie kotłów, turbin parowych i wodnych, pomp, wentylatorów z armaturą, instalacji odsiarczania i odazotowania spalin oraz urządzeń instalacyjnych w innych gałęziach przemysłu. Wykonujemy również prace w ramach utrzymania ruchu kompletnych obiektów energetycznych i przemysłowych.

Potencjał i możliwości, wynikające z funkcjonowania w silnej Grupie Kapitałowej ZARMEN, pozwalają nam na kompleksowe dostosowanie oferty do potrzeb i oczekiwań nawet najbardziej wymagających Klientów – począwszy od projektowania, poprzez produkcję i prefabrykację elementów, aż do prac montażowych na placach budowy.

Dzięki śledzeniu światowych trendów rynkowych i wdrażaniu nowoczesnych technologii, oferujemy produkty i usługi najwyższej jakości, a także kompleksową obsługę oraz merytoryczne wsparcie na każdym etapie współpracy. To wszystko czyni z nas firmę godną zaufania, której śmiało można powierzyć całościową realizację inwestycji.

Zarząd Energomontaż Zachód Wrocław Sp. z o.o.

Z tradycją w nowoczesność / With tradition towards modernity*Ladies and Gentlemen,*

We are pleased to introduce Energomontaż Zachód Wrocław. From the beginning the company has actively participated in investment projects aiming to build and develop domestic and European industrial power engineering sector. For 50 years our core business activities have been the design, manufacture, assembly and repairs of power units, including units with supercritical parameters up to 1075 MW.

The company consists of seven specialized divisions:

- construction
- boilers
- turbomachinery
- pipelines
- steel structure manufacturing
- design office
- non-destructive testing laboratory.

We specialize in assembly and repairs of all types of boilers, boiler equipment, steam and water turbines, pumps, and fans with fittings, flue gas desulfurization and denitrification plants and installation equipment for other branches of the industry. We also provide total productive maintenance services for complete power generating and industrial facilities.

As a member of the strong Capital Group ZARMEN we have the potential and options thanks to which we can comprehensively adapt our offer to the needs and expectations of the most demanding customers – starting with design, through production and prefabrication of elements, to assembly and installation services at construction sites.

Following global market trends and implementing high technologies we can offer superior quality products and services as well as comprehensive customer service and support at every stage of cooperation. All this together makes us a reliable company to which you can safely commission the overall performance of your investment project.

Zarząd Energomontaż Zachód Wrocław Sp. z o.o.

70 lat
w Polsce
1947-2017

„Wspieramy sukces naszych Klientów, dostarczając na całym świecie najbardziej profesjonalne usługi zapewniające niezawodność działania instalacji w branży przemysłowej, offshore oraz budowlanej”

„Together, we support our clients' success by delivering highly professional plant integrity services and solutions for the Industry, Marine & Offshore, and Construction business worldwide”

KAEFER SA, lider izolacji przemysłowych w Polsce, powstał w wyniku połączenia siostrzanych spółek TERMOIZOLACJA SA i IZOKOR Płock SA. Posiadamy bogatą historię i doświadczenie, a nasz rozwój kształtował rynek izolacji przemysłowych w Polsce od 1947 r. KAEFER SA realizuje swą wizję eliminacji strat energii wykonując izolacje zimno- i ciepłochronne, zabezpieczenia powierzchni, izolacje akustyczne, pasywną ochronę przeciwpożarową, roboty fasadowe, rusztowania, demontaż i utylizację azbestu. Uzupełnieniem naszej podstawowej oferty są również usługi termowizyjne oraz audyt energetyczny w zakresie izolacji przemysłowych.

KAEFER SA, leader of industrial insulations in Poland, has been set up on 3rd August 2009 as a result of joining two sister companies TERMOIZOLACJA SA and IZOKOR Płock SA. Company has rich history and great experience and had an impact on industrial insulation market since 1947. The company fulfils its vision to eliminate energy waste by performance of cold- and heat insulation, surface protection, noise protection, passive fire protection, facade works, scaffolding, disassembly and utilization of asbestos. In addition to our basic offer we perform thermography services and energetic audits in the field of industrial insulation.



Instytut Energetyki Instytut Badawczy



Instytut Energetyki Instytut Badawczy

01-330 Warszawa, ul. Mory 8
tel. +48 22 345 12 00, fax +48 22 836 63 63
e-mail: instytut.energetyki@ien.com.pl
www.ien.com.pl



Instytut Energetyki został powołany w roku 1953, jako jednostka badawczo-rozwojowa. W historii Instytutu wielokrotnie ulegała zmianie jego struktura. Jedną z ważniejszych decyzji było włączenie doń, w 2008 roku, Instytutu Techniki Ciepłej w Łodzi i Instytutu Techniki Grzewczej i Sanitarnej w Radomiu. Dwa lata później Instytut Energetyki został przekształcony w instytut badawczy.

Początkowo zadania placówki koncentrowały się na: wspomaganie energetyki zawodowej w dziedzinie eksploatacji i budownictwa energetycznego; upowszechnianiu postępu technicznego w zakresie wytwarzania, przesyłania, rozdzielania i użytkowania energii elektrycznej oraz popieraniu ruchu racjonalizatorskiego i nowatorskiego w energetyce. Prace badawcze ograniczały się głównie do energetyki konwencjonalnej, wykorzystującej paliwa kopalne. Początek XXI wieku otworzył nowy etap w historii Instytutu. Uczestnictwo zespołów badawczych pionu ciepłego w projektach 5. Programu Ramowego UE (BOFCom, BIOFUCEL i CENERG) spowodowało pojawienie się w Instytucie nowych kierunków badawczych, związanych z niekonwencjonalnymi



technologiami generacji energii, takimi jak: energetyczne wykorzystanie biomasy, czyste technologie węglowe i ogniwa paliwowe. W ostatnich latach do współpracy międzynarodowej aktywnie włączają się kolejne jednostki i oddziały, między innymi Oddział Gdańsk, rozwijający systemy Smart Grids i Oddział Ceramiki CEREL, prowadzący

The Institute of Power Engineering was established in 1953 as a research and development unit. The structure of the Institute has changed many times. One of the major decisions was the incorporation of the Thermal Technology Institute in Łódź and the Heating and Sanitary Technology Institute in Radom in 2008. Two years later the Institute of Power Engineering was transformed into a research institute.

Initially, the institute focused on supporting commercial power engineering in the area of power facilities operation and construction; propagation of engineering progress in generation, transmission, distribution and use of electricity and supporting improvement and innovation in the energy sector. Research was mainly limited to conventional power engineering based on fossil fuels. The beginning of the 21st century was a new stage in the history of the Institute. The participation of research groups of the Thermal Division in projects under the EU Fifth Framework Programme (BOFCom, BIOFUCEL and CENERG) resulted in the emergence of new research areas at the Institute connected with unconventional power generation technologies such as the use of biomass for power generation purposes, clean coal technologies and fuel cells. Recently, subsequent units and branches have become actively involved in international cooperation, including Gdańsk Branch developing Smart Grids systems and Ceramic Branch CEREL carrying out advanced research in fuel

cell production. Over fourteen years the Institute has participated in 31 projects covered by the EU Framework Programme and 5 projects of the EU Research Fund for Coal and Steel. Since 2015 works on three new projects have continued under HORIZON 2020. At present, the Institute of Power Engineering is the leading research centre in Poland in the area of generation, transmission, distribution and use of electricity and heat. The labs of the Institute are equipped with top class measuring and research instruments. A number of laboratories are accredited by the Polish Centre for Accreditation. The researchers are the authors of numerous publications and patents. The ambition of the Institute of Power Engineering is to become the most significant modern power engineering research and implementation centre in Central Europe – comparable to the largest, state-of-the-art power engineering research centres in Europe – operating in the Old Continent and involved in creating the lines for development of the future power engineering in Europe. Since 2014 the Institute has been a member of the European Energy Research Alliance (EERA), an association of 15 leading research institutes in the power industry in the EU. Thus, the Institute is about to face new, ambitious challenges including project plans under EU HORIZON 2020.

zaawansowane badania w zakresie wytwarzania ogniw paliwowych. Już czternaście lat Instytut uczestniczy w realizacji 31 projektów, objętych Programem Ramowym UE i 5 projektów Funduszu Badawczego Węgla i Stali UE. Od roku 2015 trwają prace nad trzema nowymi projektami programu HORIZON 2020. Obecnie Instytut Energetyki spełnia w Polsce rolę czołowego ośrodka badawczego w zakresie generacji, przesyłu, dystrybucji i użytkowania energii elektrycznej i ciepłej. Pracownie Instytutu wyposażone są w najwyższej klasy sprzęt pomiarowo-badawczy. Szereg laboratoriów posiada akredytację Polskiego Centrum Akredytacji. Pracownicy naukowcy są autorami licznych publikacji i patentów. Instytut Energetyki ma ambicję stać się najbardziej znaczącym w Europie Środkowej, nowoczesnym ośrodkiem badawczo-wdrożeniowym w obszarze energetyki – porównywalnym z największymi, najbardziej zaawansowanymi centrami badań energetycznych w Europie – działającym na Starym Kontynencie i uczestniczącym w kreowaniu kierunków rozwoju przyszłej europejskiej energetyki. Od 2014 roku Instytut jest członkiem European Energy Research Alliance (EERA), organizacji zrzeszającej 15 czołowych instytutów badawczych z branży energetycznej państw UE. Przed polską placówką stoją więc kolejne, ambitne wyzwania, a wśród nich plany projektów w ramach HORIZON 2020 Unii Europejskiej.

cell production. Over fourteen years the Institute has participated in 31 projects covered by the EU Framework Programme and 5 projects of the EU Research Fund for Coal and Steel. Since 2015 works on three new projects have continued under HORIZON 2020. At present, the



Institute of Power Engineering is the leading research centre in Poland in the area of generation, transmission, distribution and use of electricity and heat. The labs of the Institute are equipped with top class measuring and research instruments. A number of laboratories are accredited by the Polish Centre for Accreditation. The researchers are the authors of numerous publications and patents. The ambition of the Institute of Power Engineering is to become the most significant modern power engineering research and implementation centre in Central Europe – comparable to the largest, state-of-the-art power engineering research centres in Europe – operating in the Old Continent and involved in creating the lines for development of the future power engineering in Europe. Since 2014 the Institute has been a member of the European Energy

Research Alliance (EERA), an association of 15 leading research institutes in the power industry in the EU. Thus, the Institute is about to face new, ambitious challenges including project plans under EU HORIZON 2020.

„INWAT” Sp. z o.o.



„INWAT” Sp. z o.o.

Zakład Badawczo-Projektowy

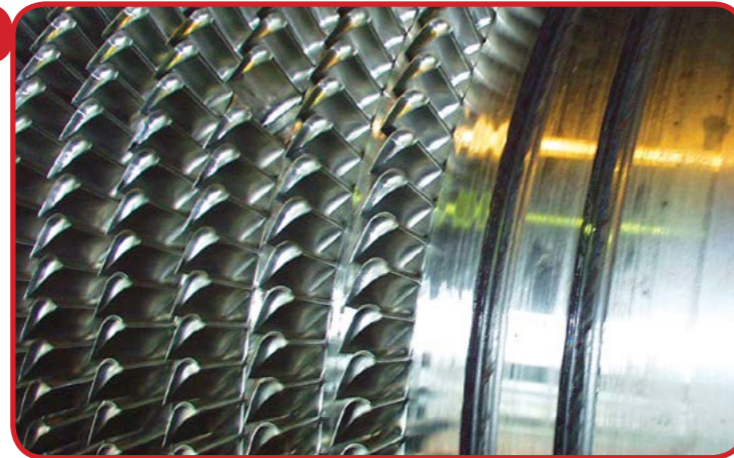
90-301 Łódź, ul. Sienkiewicza 101/109

tel. +48 42 636 37 88, +48 42 636 32 45, +48 42 636 32 89

fax +48 42 636 47 92

e-mail: info@inwat.com.pl

www.inwat.com.pl

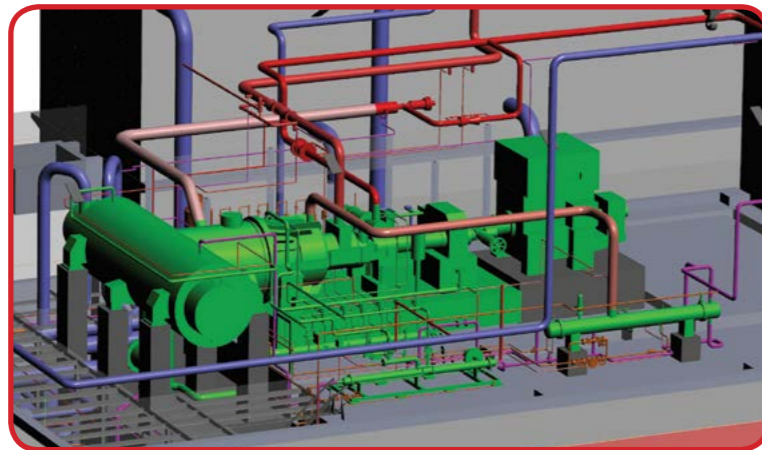
**O firmie**

Firma „INWAT” Sp. z o.o. w Łodzi powstała w 1989 roku. Zatrudnia grono wykwalifikowanych inżynierów z wieloletnim doświadczeniem w realizacjach prac dla branży energetycznej. Prowadzi szeroki zakres specjalistycznych usług dla energetyki zawodowej i przemysłowej zarówno w Polsce, jak i za granicą. Spółka wykonywała prace pomiarowe i modernizacyjne w większości elektrowni i elektrociepłowni w Polsce, a także w Estonii, Indiach, Chinach, Rosji, Ukrainie, Litwie, Serbii i Rumunii.

W 2008 roku INWAT uzyskała certyfikat jakości potwierdzający, że system zarządzania jakością odpowiada wymaganiom normy ISO 9001 w zakresie: „Projektowanie urządzeń i instalacji energetycznych oraz wykonawstwo usług w branży energetycznej”.

Atuty i możliwości

Atutem firmy jest wszechstronność i kompleksowe podejście do problemów zgłaszanych przez branżę energetyczną. INWAT bardzo często inicjuje prace modernizacyjne, „podpowiadając” klientom, co mogą u siebie zmienić, aby usprawnić pracę urządzeń, oszczędzając energię i paliwo. Wieloletnie doświadczenia kadry inżynierskiej, wyspecjalizowanej w zakresie konstrukcji i modernizacji turbin oraz rozwinięta współpraca z firmami remontowymi, pozwalają na fachowe prowadzenie inwestycji w systemie „pod klucz”. Opracowanie własnych wysokosprawnych profili łopatkowych, umożliwia wykonywanie modernizacji układów przepływowych turbin parowych wszystkich typów i wielkości. Firma posiada własne programy komputerowe, wykorzystywane do obliczeń przepływowych i cieplnych oraz bilansowania układów, a także specjalistyczne programy najlepszych firm światowych do obliczeń metodą elementów skończonych oraz do projektowania całych elektrowni.

**About us**

“INWAT” Sp. z o.o. in Łódź was established in 1989. It employs a team of high-skilled engineers with long-term experience in working for the power engineering industry. It provides a wide range of specialist services for the commercial and industrial power engineering sector both in Poland and abroad. The company's workers performed measurements and modernisation works in most of the power plants and combined heat and power plants in Poland as well as in Estonia, India, China, Russia, Ukraine, Lithuania, Serbia and Romania.

In 2008 INWAT was awarded a quality certificate confirming compliance of the quality management system with the requirements of ISO 9001 regarding “Design of power equipment and systems and performance of services in the power engineering industry”.

Advantages and capabilities

An advantage of the company is its versatility and comprehensive approach to problems reported by entities from the power engineering sector. INWAT very often initiates mo-

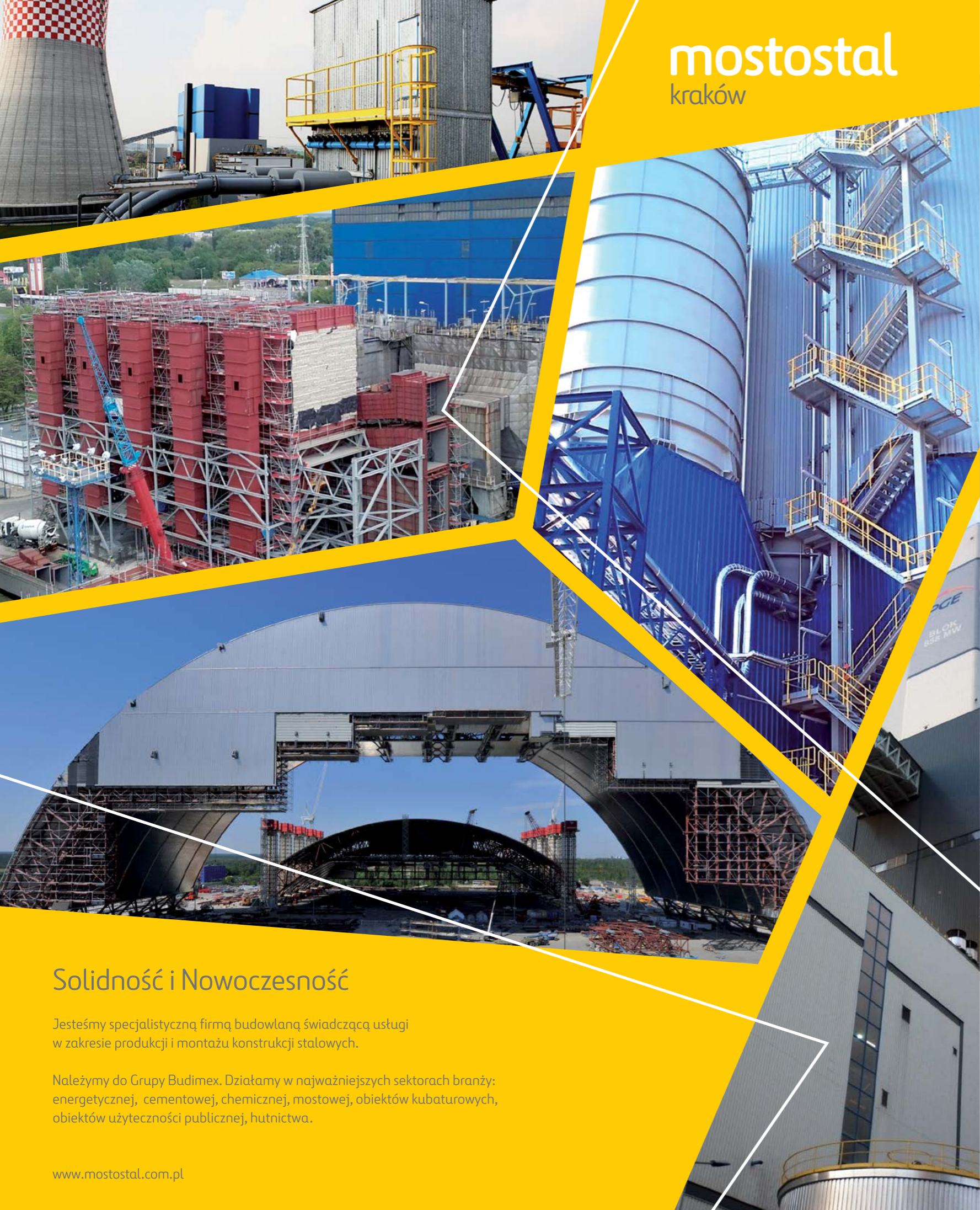
dernisation works suggesting customers possible changes in order to improve the operation of equipment and save energy and fuel. The long-term experience of engineering staff specialising in design and modernisation of turbines and well-developed cooperation with repair and maintenance contractors, make it possible to carry out professional turnkey projects. Developing self-designed high-performance blade sections facilitates modernisation of the flow systems of steam turbines of any type and size. The company uses its self-designed software to make flow and thermal calculations and balance the systems as well as specialist software designed by the world leaders for FEM calculations and designing complete power plants.

**Aktualna oferta**

- Realizacje „pod klucz” prac inwestycyjnych w zakresie siłowni parowych:
 - budowa kompletnych elektrowni i elektrociepłowni przemysłowych (konwencjonalnych, OZE)
 - budowa kompletnych spalarni odpadów
 - zabudowa nowych turbozespołów wraz z instalacjami pomocniczymi i wyprowadzeniem mocy.
- Badania urządzeń i instalacji energetycznych:
 - kotłów parowych
 - turbin parowych i gazowych
 - bloków energetycznych, ciepłowni, elektrociepłowni, elektrowni i spalarni odpadów
 - wentylatorów i sprężarek
 - pomp i instalacji pompowych
 - układów regulacji turbin parowych.
- Audyty energetyczne przedsiębiorstw.
- Modernizacje i remonty urządzeń i instalacji energetycznych:
 - turbin parowych
 - układów regulacji turbin.
- Prace projektowe.
- Wykonawstwo elementów i urządzeń.
- Komputerowe systemy wizualizacji i nadzoru.
- Analizy techniczne i ekspertyzy:
 - koncepcje i studium wykonalności inwestycji
 - optymalizacje układów cieplno-przepływowych siłowni
 - oceny stanu technicznego turbin
 - oceny stanu technicznego rurociągów parowych.

Current offer

- Turnkey investment works regarding steam power stations:
 - erection of complete industrial power plants and combined heat and power plants (conventional, RES)
 - erection of complete waste incineration plants
 - installation of new turbine sets including auxiliary systems and power take-off.
- Testing of power engineering equipment and systems:
 - steam boilers
 - steam and gas turbines
 - power units, heating stations, combined heat and power plants, power plants and waste incineration plants
 - fans and compressors
 - pumps and pump installations
 - steam turbine control systems.
- Energy audits of companies.
- Modernisations and repairs and maintenance of power engineering equipment and systems:
 - steam turbines
 - turbine control systems.
- Design works.
- Manufacture of elements and equipment.
- Computer systems for visualization and supervision.
- Technical analyses and expert opinions:
 - concepts and project feasibility studies
 - optimisation of thermal flow power stations
 - evaluation of the technical condition of turbines
 - evaluation of the technical condition of steam pipelines.



Solidność i Nowoczesność

Jesteśmy specjalistyczną firmą budowlaną świadczącą usługi w zakresie produkcji i montażu konstrukcji stalowych.

Należymy do Grupy Budimex. Działamy w najważniejszych sektorach branży: energetycznej, cementowej, chemicznej, mostowej, obiektów kubaturowych, obiektów użyteczności publicznej, hutnictwa.



PORR S.A.



PORR S.A.
02-854 Warszawa, ul. Hołubcowa 123
tel. +48 22 266 99 00
e-mail: centrala@porr.pl
www.porr.pl

PORR S.A. z każdym rokiem umacnia swoją pozycję w gronie czołowych przedsiębiorstw na polskim rynku budowlanym

Year on year PORR S.A. has been strengthening its position as a leading construction company in Poland

Jednym z aktualnie realizowanych przez PORR S.A. kontraktów z zakresu budownictwa energetycznego jest budowa I etapu gazociągu wysokiego ciśnienia relacji Lwówek-Odolanów. Inwestycja, realizowana na zlecenie Operatora Gazociągów Przesyłowych GAZ-SYSTEM S.A., obejmuje połączenie węzłów Lwówek, Kotowo i Krobia (ok. 114 km). Kontrakt na budowę gazociągu to już trzeci z realizowanych przez PORR projektów budownictwa energetycznego w Polsce. W 2016 roku firma zakończyła dwa prestiżowe kontrakty z tego zakresu: na instalację odsiarczania spalin w Elektrowni Turów, a także budowę kotła na biomasę w Elektrociepłowni Siekierki.

One of the power engineering construction contracts PORR S.A. is currently working on is the construction of the 1st stage of a high-pressure gas pipeline Lwówek-Odolanów. The investment completed at the request of the Transmission Pipelines Operator GAZ-SYSTEM S.A. is a junction of the Lwówek, Kotowo and Krobia hubs (ca. 114 km). The gas pipeline construction contract is the third power engineering construction projects carried out by PORR in Poland. In 2016 the company closed two prestigious contracts in that area: a flue gas desulphurization plant at the Turów Power Plant, and the construction of a biomass-fired boiler at the Siekierki Combined Heat and Power Plant.

30-lecie PORR w Polsce

Koncern PORR, utworzony w 1869 roku w Austrii, aktualnie liczy ponad 14 tys. pracowników i należy do wiodących przedsiębiorstw budowlanych w Europie. Główne obszary działalności tej międzynarodowej grupy na polskim rynku to budownictwo kubaturowe oraz inżynieria kolejowa, infrastrukturalna, energetyczna i lądowa. Na polskim rynku PORR rozstawiają: hotel InterContinental, biurowiec Warsaw Financial Center, siedziba biblioteki Uniwersytetu Warszawskiego, hotel Sheraton, budynek Giełdy Papierów Wartościowych, Grzybowska Park w Warszawie, Stary Browar w Poznaniu, Auditorium Maximum Uniwersytetu Jagiellońskiego, budynki Sea Towers i Gdynia Waterfront oraz projekty infrastrukturalne, jak np. remont Mostu Łazienkowskiego w Warszawie, most im. Tadeusza Mazowieckiego w Rzeszowie, odcinek G2 Drogowej Trasy Średnicowej w Gliwicach, modernizacja zbiornika wodnego w Nysie, południowa obwodnica Warszawy – S2, południowa obwodnica Gdańska – S7, tunel Franowo w Poznaniu, stacja metra plac Wilsona w stolicy, most autostradowy na A1 w Toruniu, tunel Okęcie w Warszawie czy węzeł Konotopa w ciągu drogi ekspresowej S8.



30th anniversary of PORR in Poland

PORR concern, established in 1869 in Austria, now employs more than 14 thousand people and is a leading construction company in Europe. In the Polish market this international group mainly operates in the area of commercial building and railway engineering, infrastructure, energy and civil engineering. The structures built by PORR in Poland include: InterContinental Hotel, Warsaw Financial Center office building, the building of the library of the University of Warsaw, Sheraton Hotel, the building of the Warsaw Stock Exchange, Grzybowska Park in Warsaw, Stary Browar mall in Poznań, Auditorium Maximum of the Jagellonian University, Sea Towers and Gdynia Waterfront buildings and infrastructure projects such as e.g. renovation of the Łazienkowski Bridge in Warsaw, Tadeusz Mazowiecki Bridge in Rzeszów, G2 section of the Intercity Road in Gliwice, modernisation of the water reservoir in Nysa, southern ring road of Warsaw – S2, southern ring road of Gdańsk – S7, Franowo tunnel in Poznań, metro station plac Wilsona in Warsaw, flyover on A1 motorway in Toruń, Okęcie tunnel in Warsaw or Konotopa interchange on S8 expressway.

Mostostal Warszawa SA

Mostostal

WARSZAWA

Mostostal Warszawa SA

02-673 Warszawa, ul. Konstruktorska 12A
tel. +48 22 250 70 00, fax +48 22 250 70 01
mostostal.waw.pl



Elektrownia Turów / Turów Power Plant

Mostostal Warszawa należy do grona polskich przedsiębiorstw przemysłowych o najdłuższej tradycji. Choć jego początki związane były z budową mostów, to jednak z czasem domeną spółki stały się inwestycje przemysłowe. Ponad siedem dekad obecności na rodzimym rynku to pokaźny wachlarz dokonań na rzecz polskiej energetyki, w tym flagowy projekt, będący w trakcie realizacji – budowa bloków energetycznych nr 5 i 6 w Elektrowni Opole.

Głębokie korzenie w energetyce

Lata aktywności w branży budowlanej zaowocowały bogatym doświadczeniem w realizacjach konstrukcji stalowych i instalacji technologicznych dla przemysłu energetycznego, a także: petrochemicznego, chemicznego czy cementowego. W oddanych inwestycjach możemy znaleźć wiele obiektów, w których zastosowano pionierskie (w skali kraju i na tamten czas) rozwiązania, także te należące do polskiego systemu mocy. Doświadczenia w działalności projektowo-wykonawczej pozwoliły osiągnąć wysoką jakość realizacji szerokiego spektrum usług, w tym: kompleksowego wykonania i modernizowania różnorodnych instalacji; projektowania, prefabrykacji, montażu i remontów kotłów na potrzeby energetyki zawodowej, przemysłowej i komunalnej.

W projekty energetyczne wielokrotnie były zaangażowane spółki grupy kapitałowej. Grupa Mostostal Warszawa skupia firmy, posiadające wysokie kwalifikacje i wieloletnią znajomość zarówno sektora oil & gas, jak i branży energetycznej. Wkład spółki w rozwój krajowego sektora generacji obejmuje prace modernizacyjne i montażowe dla największych producentów energii: ZE PAK S.A., Elektrowni: Koźienice, Opole, Turów oraz elektrociepłowni w Trzebinii, Katowicach czy Gliwicach. Obecnie łączny potencjał przedsiębiorstw jest wykorzystywany przy budowie opolskiej elektrowni na największą skalę w historii. Po zakończeniu projektu dla PGE GiEK spółka,



Elektrownia Opole – bloki energetyczne 5. i 6. / Opole Power Plant – power units no. 5 and 6

Mostostal Warszawa is a Polish industrial company with the longest tradition. Although its origins were connected with bridge construction, with time the company became involved in industrial investments. For more than seven decades of presence in the domestic market the company has made significant contributions to Polish power engineering industry, including its pending flagship project – erection of power units no. 5 and 6 at the Opole Power Plant.

Deeply rooted in power engineering industry

Years of activity in the construction industry resulted in rich experience in erecting steel structures and process installations for power engineering as well as petrochemical, chemical or cement industry. The launched investments comprise many facilities employing pioneer (on the national scale and at that time) solutions, including those forming part of the Polish electricity system. Experience in construction design and performance makes it possible to provide a wide range of high quality services, including: comprehensive construction and modernisation of various installations; design, prefabrication, installation and repair and maintenance of boilers for the needs of commercial, industrial and municipal power engineering

Companies from the capital group were many times involved in power engineering projects. Mostostal Warszawa Group associates companies with high qualifications and long-term experience in both oil & gas and power engineering sector. The contribution of the company to the development of the domestic generation sector comprises modernisation and installation works for the largest producers of energy: ZE PAK S.A., power plants in Koźienice, Opole, and Turów, and combined heat and power plants in Trzebinia, Katowice or Gliwice. At present the total potential of the businesses is used for the purposes of building the largest



Białystok – układ odzysku ciepła / Białystok – heat recovery system

wraz z podmiotami zależnymi, będzie dysponować unikatowymi referencjami i solidnym przygotowaniem do prowadzenia najbardziej wymagających zleceń w tym sektorze.

Z energią na budowie

Na budowie bloków energetycznych w Opolu, Mostostal Warszawa występuje w konsorcjum z Polimex-Mostostal, Rafako i GE w roli partnera technologicznego. Powstające na zlecenie PGE bloki, o mocy 900 MW_e każdy, uczynią z tamtejszej elektrowni najnowocześniejszą siłownię węglową na świecie. Prestiżowy kontrakt, pod egidą inwestora rządowego, jest jednocześnie największą inwestycją przemysłową po 1989 roku. Zakres prac powierzonych Mostostal Warszawa obejmuje w sumie 23,93% wszystkich robót i przebiega zgodnie z założonym harmonogramem.

Na pierwszym etapie inwestycji spółka była odpowiedzialna za prace przygotowawcze terenu budowy. W dalszej kolejności prowadzono roboty ziemne pod fundamenty wieży nośnej kotła, budynku kotłowni i pylonów komunikacyjnych obu bloków. Na miejscu znajduje się certyfikowane laboratorium Mostostalu Warszawa, które stale przeprowadza kontrole jakości mieszanki betonowej, dostarczanej z kilkunastu wytwórni. Oprócz tego zrealizowano prace fundamentowe i konstrukcje żelbetowe instalacji odsiarczania spalin i elektrofiltrów, dostawy i montaż konstrukcji stalowych kotłów i kotłowni. W systemie „pod klucz” niebawem mają zostać oddane pozablokowe instalacje: odzulfiania, odpopielenia, sprężonego powietrza, oleju lekkiego oraz układ nawęglania, a także budynki warsztatów i magazynów. Kluczowym zadaniem do wykonania, które przypadło w udziale Mostostalowi Warszawa, są roboty budowlano-montażowe kotłowni bloku nr 5 i 6 wraz z montażem części ciśnieniowej obu kotłów. Próba szczelności pierwszego kotła, na którym wykonano ponad 90 tys. spoin, zakończyła się pomyślnie w lutym 2017 roku.



Elbląg – blok energetyczny Energa / Elbląg – Energa power unit

ever power plant in Opole. When the project for PGE GiEK is completed, the company and its subsidiaries will have unique references and solid grounds to complete the most demanding contracts in this sector.

Energy on the construction site

On the construction site of power units in Opole, Mostostal Warszawa works in a consortium with Polimex-Mostostal, Rafako and GE as a technology partner. Power units of 900 MW_e each, built to the order of PGE, will make the local facility the most modern coal-fired power station in the world. The prestigious contract under the supervision of a government investor is at the same time the largest industrial investment after 1989. The works commissioned to Mostostal Warszawa account for 23.93% of all works and are performed in accordance with the adopted schedule.

At the first stage of the investment the company was responsible for the preparation of the construction site. Later earthworks were carried out to lay the foundations for the boiler stack, boiler house and communication towers of both power units. A certified laboratory of Mostostal Warszawa operates on site continuously checking the quality of the concrete mix supplied from more than ten production plants. In addition, foundations were laid and reinforced concrete structures were erected for the flue gas desulphurization plant and electrostatic precipitators, and steel structures of boilers and boiler houses were delivered and erected. Turnkey slag removal, ash removal, compressed air, light oil and

coal feeding systems not related to the power units, as well as workshops and warehouses, will be soon put into service. The key task commissioned to Mostostal Warszawa is construction and erection of the boiler house for power units no. 5 and 6 including installation of the pressure parts of both boilers. The leak-proof test of the first boiler with more than 90 thousand welds was successfully completed in February 2017.



Elektrownia Opole – konstrukcja nośna wraz z rusztem nośnym kotła nr 6 / Opole Power Plant – load bearing structure and grid of boiler no. 6

Rozmowa z Agnieszką Wasilewską-Semail, prezes zarządu RAFAKO S.A.
Interview with Agnieszka Wasilewska-Semail, President of the Management Board of RAFAKO S.A.

– Sześćdziesiąt siedem lat istnienia firmy to szmat czasu. Czy i w jaki sposób RAFAKO w codziennej pracy nawiązuje do bogatej tradycji?

– Historia RAFAKO to przede wszystkim ludzie i kompetencje, które firma nabyła realizując tysiące energetycznych projektów. Z tej wiedzy czerpiemy przy każdym nowym przedsięwzięciu i podczas wykonywania bieżących zadań. Pracownicy, którzy w ciągu tych kilkudziesięciu lat zdobyli doświadczenie w planowaniu i realizacji projektów, są ogromnym atutem firmy i gwarancją jej nowoczesności oraz rozwoju. RAFAKO od początku istnienia konsekwentnie prowadzi politykę opartą na ciągłości i inwestowaniu w rozwój własnych kadr, starając się wyprzedzać, a nie tylko doganiać rynek. Wiedza, doświadczenie i ogromny potencjał wyróżniają nas w całej branży. Zatrudniamy ponad 2 tys. wysoko wykwalifikowanych, świetnie wykształconych pracowników. Ponad 40% z nich stanowią osoby z wyższym wykształceniem, a na stanowiskach umysłowych wskaźnik ten przekracza 70%. W tej liczbie większość, bo niemal trzy czwarte, stanowią inżynierowie. To jest unikatowy, trudny do przecenienia, potencjał. Zarówno zdobywane dziesięciolecia doświadczenia, jak i dbałość o stały dopływ młodych kadr są gwarantem ciągłości pokoleniowej oraz kontynuacji najlepszych tradycji RAFAKO S.A.

– Historia RAFAKO jest ważną częścią historii polskiej energetyki. Stanowi istotny wkład w rozwój tej branży. Około 80% krajowych elektrowni zawodowych ma kotły wyprodukowane w Raciborzu. Takie dokonania zobowiązują...

– Oczywiście, ale musimy pamiętać, że rynek cały czas się rozwija i choćby nie wiem jak ważna dla polskiej energetyki była historia RAFAKO, to jednak firma musi przede wszystkim patrzeć w przyszłość. Klienci i konkurencja zmieniają się nieustannie, a fakt bycia liderem na krajowym rynku nie gwarantuje – nawet takiej firmie jak nasza – powodzenia w przyszłości. Doświadczenie, które zdobyliśmy i technologie, które stały się naszą marką podczas realizacji projektów m.in. w Polsce, umacniają naszą pozycję. Dzięki elastyczności w działaniu i stałemu dostosowywaniu się do zmieniającego się otoczenia rynkowego, możemy z optymizmem myśleć o przyszłości.

– Jedną ze specjalności firmy jest budowa instalacji katalitycznego odsiarczania spalin metodą SCR. To bardzo ważna, ale zapewne nie jedyna specjalizacja?

– RAFAKO, podobnie jak wielu naszych konkurentów, zaczęła od projektowania i budowy kotłów energetycznych. Zaostojące się, szczególnie w ostatnim dziesięcioleciu, standardy i normy ochrony środowiska, spowodowały konieczność rozwoju technologii, ograniczających emisje różnych związków, powstających podczas wytwarzania energii. W związku z tym zgromadzenie odpowiedniej wiedzy i wykształcenie ludzi w tym zakresie, było naturalną konsekwencją w dążeniu do spełnienia oczekiwań naszych kluczowych klientów. Z tego powodu dużo zainwestowaliśmy w rozwój technologii odpylania, odsiarczania i odazotowania spalin. Jakkolwiek technologia selektywnej, katalitycznej redukcji tlenków azotu jest najmłodszym dzieckiem RAFAKO, to dostrzegamy w tej sferze szansę dalszego rozwoju. Technologia SCR, przy uwzględnieniu odpowiedniej metody, umożliwia modyfikację i dostosowanie,



– Sixty seven years is a long time for a company. Does RAFAKO draw on its rich traditions on a daily basis? If yes, how?

– The history of RAFAKO is mainly created by people and competences the company acquired completing thousands of projects for the energy industry. We rely on this knowledge in every new project and for the purposes of our ongoing performance. Workers who over those several dozen years acquired extensive experience in project planning and performance are a great asset of the company and a guarantee of its modernity and development. From the beginning RAFAKO has consistently carried out policy based on continuity and investing in the development of its own human resources, successfully attempting to be ahead of and not only to catch up with the market. Our knowledge, experience and potential make us distinct throughout the industry. We have more

than two thousand high-skilled, excellently educated employees. More than 40% are university graduates, whereas for white-collar workers this indicator is higher than 70%. The majority, that is, nearly three fourths are engineers. This is a unique potential that cannot be overestimated. Both, experience acquired over years and the care for ensuring the influx of young human resources guarantee the continuity of generations and continuation of the best traditions of RAFAKO S.A.

– The history of RAFAKO forms an important part of the history of Polish power engineering sector. It has significantly contributed to the development of this industry. About 80% of domestic commercial power plants use boilers produced in Racibórz. This is a significant responsibility...

– Of course, but we need to remember that the market keeps on developing and no matter how significant the history of RAFAKO is in the context of power engineering in Poland, the company must in the first place look ahead. Customers and competitors continuously change and the fact that now we are a leader in the domestic market does not guarantee us future success at all. The experience we acquired and technologies that have become our brand during project performance, e.g. in Poland, make our position stronger. Thanks to our flexibility and continuous adaptation to the changing market environment we will be able to take advantage of our strengths in the future.

– The company specializes, among other things, in construction of flue gas desulphurization systems using selective catalytic reduction. This is a very important but perhaps not the only specialization?

– RAFAKO, similar to many of our competitors, started as a company designing and building power generation boilers. Stricter standards and norms regarding environmental protection, in particular in the past decade, necessitated the development of technologies reducing emissions of different compounds produced in the process of power generation. Therefore, gaining relevant knowledge and educating people in that respect was a natural consequence in attempting to meet the expectations of our key customers. For this reason we made huge investments in the development

of flue gas dedusting, desulphurization and denitrification technologies. Although selective catalytic reduction of nitrogen oxides is the youngest child of RAFAKO, we can see a chance for further development in this area. SCR technology, when the proper method is employed, makes it possible to modify and adapt in the long run, the denitrification plant to further – already forecasted – changes, and following small adjustments, to meet more and more stringent emission norms. The plant construction technology alone is not the only key to success. RAFAKO invests a lot into developing process competences, specifically in the area of advice and service maintenance. In our opinion, a holistic approach to customers can be an added value in the future.

– Ostatnio RAFAKO S.A. podpisało największy w historii firmy kontrakt eksportowy w formule „pod klucz”. Czego on dotyczy?

– Chodzi o kontrakt na budowę bloku kogeneracyjnego, opalanego biomasą, w nowej elektrociepłowni w Wilnie. Umowa ma wartość blisko 150 mln euro i bardzo ważne jest to, że RAFAKO występuje w niej jako generalny wykonawca. Wielokrotnie realizowaliśmy kontrakty w formule EPC jako generalny wykonawca w Polsce, ale pozyskanie tak dużego, kompletnego zadania eksportowego jest jednym z ważniejszych dokonań firmy w ostatnich latach.

– Można z całą pewnością powiedzieć, że ów kontrakt jest owocem dużej aktywności firmy na rynkach międzynarodowych, m.in. w: Turcji, Indiach, Omanie, RPA, bowiem bardzo mocno postawiliście na eksport.

– Intensyfikacja eksportu, szczególnie w formule generalnego wykonawstwa, jest strategicznym wyzwaniem dla RAFAKO na najbliższe lata. Rynek polski pozostaje dla nas najważniejszy, choćby z racji tego o czym mówiliśmy, czyli pozycji i marki zbudowanych w ciągu blisko siedemdziesięciu lat swej historii. Nie mniej jednak, dla firmy tak bardzo związanej z energetyką konwencjonalną, dywersyfikacja geograficzna jest konieczna, zwłaszcza w sytuacji słabnącej na świecie pozycji węgla jako paliwa energetycznego. Działania na rynkach zagranicznych powinny stworzyć nam możliwości rozwoju nowych dziedzin biznesowych, nad czym intensywnie pracujemy.

– RAFAKO uczestniczy w konsorcjum, którego celem jest stworzenie instalacji, umożliwiającej wytworzenie syntetycznego metanu z dwutlenku węgla. W jakim stadium znajduje się ten projekt?

– Metanizacja CO₂ jest projektem badawczym, będącym w fazie budowy instalacji pilotażowej. Jesteśmy dumni, że udało się wokół tego przedsięwzięcia zgromadzić najlepszych fachowców, nie tylko z kraju, ale również z zagranicy, tym bardziej, że to my, RAFAKO, będziemy podmiotem komercjalizującym najważniejszy jego produkt. To jest jeden z tych projektów, o których mówiłam, wspominając o nowych obszarach biznesowych.

– Fabryka od lat zaangażowana jest w działalność charytatywną. Które z tych akcji są Pani szczególnie bliskie?

– To bardzo trudne pytanie, bo niesienie pomocy tym, którym los nie dał takich szans jak nam, jest zawsze ważne. Ratowanie życia, czy znaczna poprawa jego jakości, szczególnie gdy dotyczy dzieci, jest – i mam nadzieję pozostanie – jednym z ważnych aspektów działalności firmy, która ma ambicje być przedsiębiorstwem odpowiedzialnym społecznie. Niezmiernie cieszy mnie, że udało się wyzwolić ogromny potencjał dobroci wśród pracowników, którzy spontanicznie włączają się w wiele akcji charytatywnych.

– Dziękuję serdecznie za rozmowę.

of flue gas dedusting, desulphurization and denitrification technologies. Although selective catalytic reduction of nitrogen oxides is the youngest child of RAFAKO, we can see a chance for further development in this area. SCR technology, when the proper method is employed, makes it possible to modify and adapt in the long run, the denitrification plant to further – already forecasted – changes, and following small adjustments, to meet more and more stringent emission norms. The plant construction technology alone is not the only key to success. RAFAKO invests a lot into developing process competences, specifically in the area of advice and service maintenance. In our opinion, a holistic approach to customers can be an added value in the future.

– Recently, RAFAKO S.A. signed the largest in its history “turnkey” export contract. What is the subject of this contract?

– It is a contract concerning construction of a biomass-fired co-generation unit at the new combined heat and power plant in Vilnius. The value of the contract is nearly EUR 150 million and a very important aspect is that RAFAKO is a general contractor here. We completed many EPC contracts as a general contractor in Poland but such a large, complete export task has recently been one of our major achievements.

– Certainly, it can be said that the contract is a result of high activity of the company in international markets, including: Turkey, India, Oman, and RSA, because you made export your strong priority.

– The intensification of exports, in particular in the EPC formula, is RAFAKO's strategic challenge for the coming years. We still consider Poland the most important market, at least with regard to our previously mentioned position and brand built over nearly seventy years of our existence. Nevertheless, for a company that is so much bound to conventional power engineering, geographical diversification is a must, in particular when coal is losing its global status as energy fuel. Activity in foreign markets should provide us with new business areas development options, which we have been working on intensively.

– RAFAKO is a part of a consortium which aims to create a plant to produce synthetic methane from carbon dioxide. What is the current status of this project?

– Methanation of CO₂ is a research project that is currently at the pilot plant construction stage. We are proud that we managed to gather the best professionals both from Poland and other countries for the purposes of this project, the more that RAFAKO will be responsible for commercialization of its most important deliverable. It is one of the projects I talked about when mentioning new business areas.

– The factory has been involved in charities for years. Which charities are especially close to you?

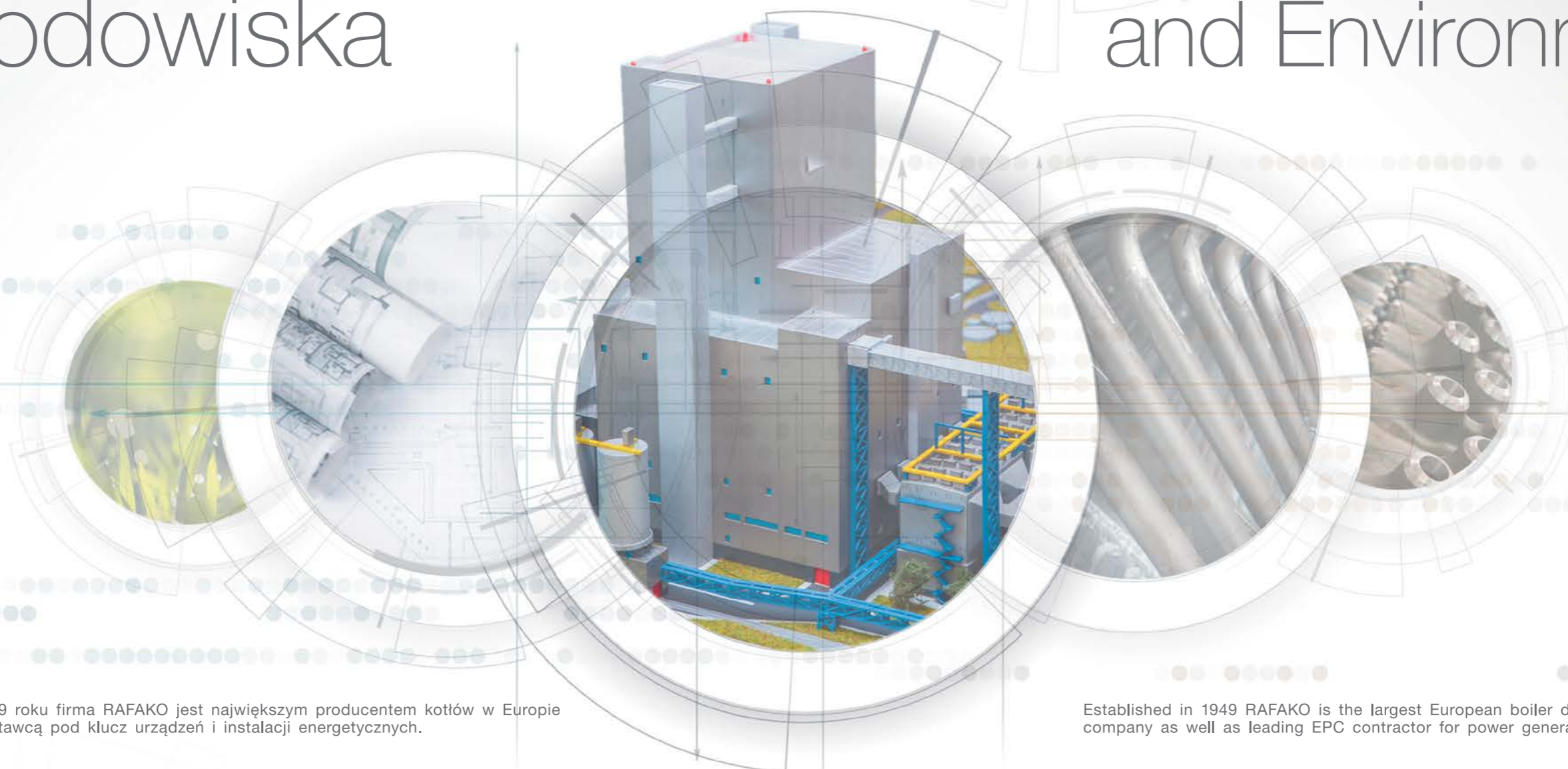
– It is a very difficult question because it is always important to help people who have not been as lucky as we are. Saving lives or significant improvement of life quality, in particular in case of children is – and I hope that it will remain – one of the important operating aspects of our company which aspires to be a socially responsible business. I am very glad that we succeeded in releasing a huge potential of goodness among our workers who have become spontaneously involved in many charitable activities.

– Thank you for the interview.

dla
energetyki
i środowiska

For
Power Generation
and Environment

RAFAKO
GRUPA PBG



RAFAKO S.A.
ul. Łąkowa 33
47-400 Racibórz
tel.: +48 (32) 410 10 00
fax: +48 (32) 415 34 27
e-mail: info@rafako.com.pl
www.rafako.com.pl

Założona w 1949 roku firma RAFAKO jest największym producentem kotłów w Europie i wiodącym dostawcą pod klucz urządzeń i instalacji energetycznych.

Oferta firmy:

- kompletne bloki energetyczne,
- kotły na paliwa stałe, ciekłe i gazowe, w tym kotły na parametry nadkrytyczne, kotły fluidalne, kotły rusztowe i odzyskowe,
- instalacje termicznego przekształcania odpadów komunalnych i do spalania biomasy,
- instalacje odsiarczania spalin oparte na metodzie mokrej i półsuchej,
- elektrofiltry i filtry workowe,
- instalacje redukcji tlenków azotu, w tym metodą katalityczną (SCR),
- diagnostyka, doradztwo, naprawy i modernizacje kotłów i instalacji oczyszczania spalin,
- produkcja elementów kotłów, konstrukcji stalowych i innych urządzeń.

Established in 1949 RAFAKO is the largest European boiler design and manufacturing company as well as leading EPC contractor for power generation units.

The company offers:

- complete power generation units,
- boilers fired with fossil fuels, including PC boilers, supercritical boilers, CFB boilers, stoker fired boilers, waste heat boilers,
- waste incineration plants and biomass combustion plants,
- FGD plants based on wet and semi-dry methods,
- electrostatic precipitators and bag filters,
- NOx reduction systems, including SCR,
- diagnostics, consulting, repair and retrofits of boilers and flue gas cleaning plants,
- production of boiler components, steel structures and other equipment.

Ramboll Polska Sp. z o.o.

RAMBOLL

01-171 Warszawa, ul. Młynarska 48
tel. +48 22 631 05 50, fax +48 22 620 39 03
e-mail: rpl-biuro@ramboll.com
www.ramboll.pl



Ramboll Polska Sp. z o.o. (dawniej ELSAMPROJEKT Polska) świadczy usługi inżynieryjno-konsultingowe w polskiej energetyce od 1990 roku. Od 2011 roku właścicielem jest duńska firma Ramboll (ok. 13 tys. osób w 35 krajach), świadcząca usługi doradcze w zakresie przemysłu naftowo-gazowego, energetyki, środowiska, transportu, budownictwa i zarządzania.

Jako konsultant jesteśmy w pełni niezależni od dostawców technologii i wykonawców prac budowlano-montażowych, a nasze opracowania są akceptowane przez instytucje finansowe i banki.

Świadczymy usługi we wszystkich fazach przedsięwzięcia, od opracowań koncepcyjnych, poprzez przygotowanie inwestycji i prowadzenie przetargów, aż do usług Inżyniera Kontraktu. Pracujemy dla największych inwestorów branżowych w Polsce, jak PGNiG Termika, ENERGA, Tauron, PGE, EDF, Veolia, Gaz-System, dla przedsiębiorstw przemysłowych, a także dla lokalnych producentów ciepła i energii elektrycznej. Naszym Klientom pomagamy w osiągnięciu większej efektywności i niezawodności produkcji energii w zgodzie z wymaganiami ochrony środowiska. Zrealizowaliśmy wiele prac, takich jak: koncepcje techniczne, studia wykonalności, audyty techniczne oraz analizy rynków energii elektrycznej i ciepła dla różnych obiektów energetycznych (elektrownie, elektrociepłownie, ciepłownie), a także w zakresie gospodarki energetycznej w zakładach przemysłowych.

Stanowimy zespół zaangażowanych, wysoko wykwalifikowanych specjalistów gotowych do współpracy z Klientem na każdym etapie projektu. Korzystamy też z wiedzy i doświadczenia inżynierów z Grupy Ramboll, posiadających doświadczenie międzynarodowe zdobyte w trakcie prac projektowych, usług w czasie budowy oraz wsparcia eksploatacyjnego dla ponad 90 dużych obiektów energetycznych na świecie.



Ramboll Polska Sp. z o.o. (formerly ELSAMPROJEKT Polska) has been providing engineering consultancy services for the Polish power sector since 1990. In 2011 we became part of Ramboll (approx. 13,000 employees in 35 countries), a Danish consultancy offering engineering and advisory services within oil and gas industry, energy, environment, transport, building and management.

As a consultant we are fully independent of any technology suppliers or construction companies, and our reports are accepted by banks and financial institutions.

We offer services in all phases of the project, from conceptual studies, through project preparation and procurement, up to Owner's Engineer services during construction. We work for the largest players on the Polish energy market, such as PGNiG Termika, ENERGA, Tauron, PGE, EDF, Veolia, Gaz System, for industrial clients, and for local heat and power generation companies. We support our Clients in achieving higher efficiency and reliability in energy generation in compliance with environmental requirements. We have conducted projects such as technical concepts, feasibility studies, technical audits, heat and power market analyses covering varying plants (power plants, CHP plants, HOB plants) as well as energy management at industrial plants.

We are a team of committed, highly qualified specialists willing to cooperate with the Client at any stage of the project. We also have access to the knowledge and experience of our colleagues from Ramboll Group, who have gained international experience through designing, services during construction and providing operational support for over 90 large energy plants worldwide.



PMUE REMAK S.A.



GRUPA ZARMEN

Przedsiębiorstwo Modernizacji Urządzeń Energetycznych REMAK S.A.

00-867 Warszawa, ul. Chłodna 51
Adres do korespondencji: 45-955 Opole, ul. Zielonogórska 3
tel. +48 77 455 20 11, fax +48 77 455 98 50
e-mail: marketing@remak.com.pl
www.remak.com.pl

REMAK jest specjalistą w dziedzinie montażu części ciśnieniowych kotłów energetycznych. Jednocześnie spółka wykonuje montaż instalacji i urządzeń pomocniczych, jak np.: elektrofiltry, pompy, wentylatory, kanały, rurociągi, instalacje odsiarczania i odzotowania spalin, nawęglania, odpowielania.

W okresie 47 lat swej działalności REMAK S.A. zmodernizował i zmontował kilkaset kotłów wodnych i parowych, elektrofiltrów oraz kilkadziesiąt instalacji przemysłowych.

W sumie, po 2000 roku, spółka zrealizowała projekty energetyczne, których łączna moc przekracza 16 000 MW. Jest to wielkość równa połowie mocy wszystkich polskich elektrowni ciepłych. W tym czasie pracownicy spółki zdobyli ogromne doświadczenie zawodowe, pozwalające podjąć się każdego, nawet najtrudniejszego zadania montażowego w energetyce. Jako jedyna firma w Polsce opracowała i w pełni opanowała technologię montażu kotłów o parametrach nadkrytycznych, osiągając w Europie pozycję branżowego lidera.

Spółka ma na swym koncie budowę szeregu kotłów nadkrytycznych poza granicami kraju – w tym jednych z największych na świecie kotłów dla dwóch bloków o mocy 1100 MW każdy, w elektrowni Neurath w Niemczech. Dziełem polskiej firmy jest także montaż wszystkich kotłów o parametrach nadkrytycznych w kraju, w tym m.in. kotła dla bloku o mocy 858 MW w Elektrowni Bełchatów i montaż kotła dla największego między Bugiem a Odrą bloku o mocy 1075 MW w Elektrowni Kozienice. W 2017 roku REMAK S.A. zamontował części ciśnieniowe kotłów dwóch bloków, po 900 MW każdy, w Elektrowni Opole. Obecnie prowadzi montaż części ciśnieniowej kotła bloku o mocy 910 MW w Elektrowni Jaworzno i rozpoczyna budowę części ciśnieniowej kotła najnowszego bloku 450 MW w Elektrowni Turów.

REMAK specializes in the installation of pressure parts of power boilers and auxiliary equipment such as: electrostatic precipitators, pumps, fans, pipelines, flue gas desulphurization and denitrification plants, coal handling, and ash removal equipment. Over 47 years of its operation REMAK S.A. modernized and

installed several hundred water and steam boilers, electrostatic precipitators and several dozen industrial installations. Since 2000 the company has completed power engineering projects with the total capacity exceeding 16 000 MW. It corresponds to half of the capacity of all heat power plants in Poland. Over that time employees of the company acquired extensive professional experience thanks to which they are able to undertake any, even the most difficult installation task related to power engineering. As the only company in Poland has developed and fully mastered the technology of installing boilers with supercritical parameters, which made it an industry leader in Europe. The company has built a number of supercritical boilers outside Poland – including the world's largest boilers for the two power units of 1100 MW each at the Neurath Power Plant in Germany. The Polish company also installed all boilers with supercritical parameters in Poland, including the boiler for the 858 MW power unit at the Bełchatów Power Plant and a boiler for the largest power unit between the Bug and the Odra with the capacity of 1075 MW at the Kozienice Power Plant. In 2017, REMAK S.A. installed the pressure

parts of boilers for two power units of 900 MW each at the Opole Power Plant. Currently, the installation of the pressure part of boiler for a 910 MW power unit is pending at the Jaworzno Power Plant and the construction of the pressure part of boiler for the latest 450 MW power unit has begun at the Turów Power Plant.

REMAK S.A. – buduje polską energetykę / REMAK S.A. – building Polish power industry

SFW Energia Sp. z o.o.



SFW Energia Sp. z o.o.

44-101 Gliwice, ul. Bojkowska 37, Budynek nr 1
tel. +48 32 33 02 800 do 806
fax +48 32 33 02 807
e-mail: info@sfwenergia.pl
www.sfwenergia.pl



SFW Energia jest koncesjonowanym przedsiębiorstwem energetycznym, działającym na polskim rynku od 1997 roku i operującym w ramach koncernu energetycznego STEAG.

W jej skład wchodzi zakłady w Gliwicach, Poniatowej i Suchedniowie, a także spółki zależne: MPEC Piekary Śląskie (97,58%), Elektrociepłownia Zduńska Wola (100%), PE Megawat (100%), ZPC Żory (100%), Energetyka Ciepła Hława (100%), Elektrociepłownia Gorlice (73%), Elektrociepłownia Mielec (85,37%) oraz Logistyka P&E (100%). Grupa SFW Energia zatrudnia łącznie ponad 550 osób, jej obrót przekracza 200 mln PLN, a moc zainstalowana ok. 773 MW. Spółka w 2014 roku znalazła się w szacowanym gronie przedsiębiorstw, które mogą posługiwać się certyfikatem „Pracodawca Przyjazny Pracownikom”.

SFW Energia, działając na rzecz odbiorców komunalnych oraz przemysłowych, świadczy usługi:

- wytwarzania energii i dostarczania jej podmiotom komunalnym i przemysłowym
- projektowania, finansowania, modernizacji, budowy i eksploatacji obiektów zdecentralizowanego wytwarzania energii cieplnej, elektrycznej i chłodniczej (ciepłowni i elektrociepłowni) wraz z przynależnymi instalacjami przesyłowymi
- budowy i eksploatacji instalacji kogeneracji, wykorzystujących odnawialne źródła energii, gaz z odmetanowania kopalń i paliwa alternatywne
- prowadzenia działań optymalizacyjnych, w tym inwestycyjnych w spółkach energetycznych
- *outsourcingu* w branży energetycznej.

Ponadto Grupa SFW Energia oferuje indywidualne, kompleksowe i zaawansowane technologicznie rozwiązania.



SFW Energia is a licensed energy company operating in the Polish market since 1997 within the framework of STEAG energy concern.

It comprises plants in Gliwice, Poniatowa and Suchedniów as well as its subsidiaries: MPEC Piekary Śląskie (97.58%), Elektrociepłownia Zduńska Wola (100%), PE Megawat (100%), ZPC Żory (100%), Energetyka Ciepła Hława (100%), Elektrociepłownia Gorlice (73%), Elektrociepłownia Mielec (85.37%) and Logistyka P&E (100%). SFW Energia Group has more than 550 employees in total. Its turnover exceeds PLN 200 million and the installed capacity about 773 MW. In 2014 the company was ranked among businesses allowed to use the certificate of an “Employee Friendly Employer”.

SFW Energia provides the following services to municipal and industrial consumers:

- generation and supply of energy to municipal and industrial entities
- design, financing, modernisation, construction and operation of decentralised heat, electricity and cold generation units (district heating and CHP plants) including connected transmission systems
- construction and operation of co-generation plants using renewable energy sources, gas from degasification of mines and alternative fuels
- optimization activities, including investments in energy companies
- energy sector outsourcing.

In addition, SFW Energia Group offers customized, comprehensive high-technology solutions.



Odnawiamy zasoby świata



• zarządzanie energią • gospodarka wodna • gospodarka odpadowa
www.veolia.pl • www.energiadlalodz.pl



Veolia Energia Łódź

- jest częścią Grupy Veolia w Polsce, jednego z czołowych dostawców usług w zakresie zarządzania energią oraz gospodarki wodno-ściekowej i odpadowej
- jest jednym z największych przedsiębiorstw energetycznych w Polsce, wytwarzających ciepło systemowe i energię elektryczną w kogeneracji; zarządza, drugą co do wielkości, siecią ciepłowniczą w Polsce
- jest uznanym partnerem miasta, dostarczającym ciepło systemowe do około 60 proc. łódzkich odbiorców, w tym do największych inwestycji w mieście
- tworzy i wdraża rozwiązania efektywne energetycznie, optymalne dla środowiska i lokalnych społeczności
- jest kontynuatorem 110-letniej historii łódzkiej energetyki

Veolia Energia Łódź S.A.
ul. J. Andrzejewskiej 5 • 92-550 Łódź

ZWSE Rzeszów Sp. z o.o.



Zakład Wykonawstwa Sieci Elektrycznych Rzeszów Sp. z o.o.

35-105 Rzeszów, ul. Przemysłowa 1
tel. +48 17 850 49 00, fax +48 17 862 67 83
e-mail: firma@zwse.rzeszow.pl
www.zwse.rzeszow.pl



ZWSE Rzeszów Sp. z o.o. to ponad 40 lat doświadczenia w kompleksowej realizacji projektów w systemie „pod klucz” w zakresie budowy, modernizacji i eksploatacji obiektów elektroenergetycznych najwyższych napięć.

Zatrudniamy ponad 150 specjalistów, którzy dzięki swojej wiedzy i umiejętnościom realizują najbardziej wymagające projekty.

W codziennej działalności kierujemy się filozofią kompleksowego zarządzania przez jakość – TQM, czego potwierdzeniem są certyfikaty ISO 9001, ISO 14001 oraz OHSAS 18001.

Miarą naszego sukcesu jest zadowolenie Klientów, dla których najważniejsze są jakość, kompleksowość oraz terminowość realizowanych projektów.

ZWSE Rzeszów Sp. z o.o. has more than 40 years of experience in complete ‘turnkey’ projects in the area of construction, modernisation and operation of high voltage electric power facilities.

We employ more than 150 specialists using their knowledge and skills to complete the most challenging projects.

In our everyday work we rely on the philosophy of total quality management – TQM, which is confirmed by ISO 9001, ISO 14001 and OHSAS 18001 certification.

The measure of our success is the satisfaction of Customers who consider quality, completeness and timely performance of projects the most important aspects.



25

Jubileusz 25-lecia
SBB ENERGY

25th Anniversary of SBB ENERGY

SBB ENERGY S.A.

Kompleksowe rozwiązania dla energetyki i przemysłu

Firma SBB ENERGY S.A. od 1992 roku prowadzi działalność w sektorze energetyki i przemysłu, świadcząc usługi w zakresie rozruchu, montażu mechanicznego, instalacji elektrycznych i AKPiA oraz kompleksowych prac specjalistycznych. SBB ENERGY S.A. dostarcza szereg nowoczesnych technologii w obszarze szeroko rozumianych technologii oczyszczania spalin.

Główne obszary działalności:

- kompleksowy rozruch bloków energetycznych,
- optymalizacja urządzeń oraz systemów energetycznych,
- wielobranżowe montaż i remonty w sektorze energetycznym oraz przemyśle,
- rozruch oraz optymalizacja stacji uzdatniania wody i oczyszczalni ścieków,
- czyszczenie chemiczne oraz trawienie instalacji i urządzeń w sektorze energetycznym oraz przemyśle,
- badania laboratoryjne umożliwiające opracowanie optymalnych technologii dla potrzeb realizowanych procesów chemicznego czyszczenia,
- montaż elektryczny oraz AKPiA wraz z dostawą sprzętu i rozdzielnic w sektorze energetycznym oraz przemyśle,
- modernizacja kotłów w układzie pod klucz w celu redukcji emisji NOx i SOx,
- modernizacja kotłów w układzie pod klucz w celu współspalania dużej ilości biomasy,
- konwersja kotłów opalanych węglem na biomasę,
- instalacje redukcji emisji rtęci.

Wszystkie realizowane działania spełniają wymogi norm PN-EN ISO 9001:2009 oraz SCC, a jakość świadczonych przez nas usług ma kluczowe znaczenie dla rozwoju Spółki i satysfakcji naszych klientów.

Comprehensive Solutions for the Power and Industrial Sectors

SBB ENERGY S.A. has been operating in the power and industrial sectors since 1992, providing commissioning, mechanical erection, electrical and I&C installation services and other complex specialized works. SBB ENERGY S.A. also provides a range of modern technologies in the area of broadly defined as exhaust fumes treatment technology.

Main fields of activities include:

- full scope commissioning of power systems,
- optimization of power equipment and systems,
- multi-discipline erection/installation and overhauls in power and industrial plants,
- commissioning and optimization of water treatment plants and waste water treatment plants,
- chemical cleaning and acid cleaning of systems and equipment in power and industrial sectors,
- laboratory testing to develop optimal procedures for chemical cleaning processes,
- installation of electrical and I&C equipment, together with a supply of equipment and switchgears in power and industrial sectors,
- boilers retrofits on a „turnkey” basis to reduce NOx and SOx emission,
- boilers retrofits on a „turnkey” basis to cofire large quantities of biomass,
- coal fired boilers conversion to fire biomass,
- installations to reduce emissions of mercury.

All activities performed meet the requirements of PN-EN ISO 9001:2009 and SCC, and the quality of services we provide is of key importance for the continuous development of the Company and satisfaction of our customers.



Świdnicka Fabryka Urządzeń Przemysłowych ŚFUP Spółka z o.o.

Specjalizuje się w produkcji aparatury cukrowniczej i chemicznej, urządzeń do ochrony środowiska i energetyki oraz dla przemysłu papierniczego i wydobywczego. Firma oferuje swoim klientom nadzór techniczny oraz montaż własnych urządzeń – zarówno na terenie kraju, jak i poza granicami – zapewniając wysoką jakość usług, zgodnie z systemem ISO 9001:2008 i ISO 14001: 2005.

Przeważająca część urządzeń produkowana jest na eksport i trafia m. in. do: Anglii, Niemczech, Belgii, Danii, Szwecji, Finlandii, Francji, Iranu, Iraku, Grecji, Chin, Arabii Saudyjskiej, Bułgarii, Czech, Rosji, a także na: Kubę, Litwę, Łotwę, Białoruś, i Ukrainę.

W obszarze energetyki i ochrony środowiska oferta ŚFUP obejmuje produkcję:

- rusztów mechanicznych do spalarni śmieci
- przepustnic i zasuw stosowanych w elektrowniach i innych instalacjach przemysłowych
- elementów urządzeń do zgazowywania i spalania biomasy
- radiatorów i ram pod agregaty prądotwórcze
- wymienników płaszczowo-rurowych i zbiorników ze stali węglowych, kotłowych, niskostopowych i austenitycznych.

Sztandarowym produktem ŚFUP są mechaniczne ruszty do spalarni odpadów komunalnych.

Instalacje termicznego przekształcania odpadów komunalnych, zwane spalarniami odpadów, stanowią nieodłączny element nowoczesnych systemów kompleksowego zagospodarowania odpadów komunalnych. Są szeroko stosowane w 15 krajach starej UE i w niewielkim zakresie w nowych krajach członkowskich. Mimo że w Polsce wciąż niska jest społeczna akceptacja dla budowy spalarni odpadów, to należy podkreślić, że rodzime firmy są w światowej czołówce producentów takich instalacji. ŚFUP wyprodukowała dotąd blisko 50 rusztów zasilających i rusztów spalania do instalacji termicznej utylizacji odpadów, które są eksploatowane na całym świecie. Świdnicka fabryka wykonała także (2014 r.) ruszty zasilające, ruszty spalania oraz silosy cementu i popiołu do pierwszej polskiej spalarni w Zakładach Utylizacji Odpadów Komunalnych w Białymstoku. Ta nowoczesna i ekologiczna instalacja zapewnia nie tylko utylizację odpadów, ale również odzysk energii zawartej w odpadach oraz jej zamianę na energię elektryczną i ciepłą.

ŚFUP systematycznie wprowadza zmiany do swoich produktów i procesów, oraz gromadzi nową wiedzę. Głównym celem firmy jest utrzymanie wysokich standardów jakościowych, dbałość o dotychczasowych klientów, pozyskanie nowych zleciodawców, a także wzrost efektywności działania przez rozwój parku maszynowego, nowe technologie, usprawnianie organizacji pracy.

The core business of ŚFUP is production of equipment solutions for sugar production and chemical processing, environmental protection, power engineering, paper industry and mining. ŚFUP provides engineering supervision for and installation of its equipment in projects delivered in Poland and abroad in compliance with high quality standards of service regulated by ISO 9001:2008 and ISO 14001: 2005.

Most equipment from ŚFUP is built for export destinations, including Great Britain, Germany, Belgium, Denmark, Sweden, Finland, France, Iran, Iraq, Greece, China, Saudi Arabia, Bulgaria, Czech Republic, Russia, Cuba, Lithuania, Latvia, Belarus, and Ukraine.

The manufacturing range of ŚFUP for power engineering and environmental protection applications includes:

- mechanical grates for waste-to-heat plants;
- gates and dampers for power plants and other industrial installations;
- biomass gasification and incineration equipment;
- radiators and generator set frames;
- shell and tube heat exchangers and tanks made of carbon steel, boiler steel, low-alloy steel, and austenitic steel grades.

The flagship product line of ŚFUP are mechanical grates (stokers) for municipal waste-to-heat plants.

Waste-to-heat plants or waste incinerators are now integral parts of modern, end-to-end municipal waste management systems. waste-to-heat plants see a widespread use in the original 15 EU countries and a small popularity in the "younger" member states. Despite the continuing low social acceptance for waste-to-heat projects, Polish companies are global leaders in the sector. ŚFUP has manufactured nearly 50 feeding and incineration grates for waste-to-heat plants operated around the world. In 2014, ŚFUP made feeding grates, incineration grates and ash and cement silos for the first Polish waste-to-heat project built at Zakłady Utylizacji Odpadów Komunalnych in Białystok. This modern, environmentally friendly plant processes municipal waste to recover and convert its energy into electrical power and heat.

ŚFUP has been consistently updating and revising its products and processes while expanding its know-how. The mission of ŚFUP is to maintain high quality standards, retain recurring customers, win new contracts, and improve its operations by developing its manufacturing and processing capabilities, applying new technologies, and streamlining work organisation.

ZAPRASZAMY DO WSPÓŁPRACY

LET'S DO BUSINESS TOGETHER



Świdnicka Fabryka Urządzeń Przemysłowych jest przedsiębiorstwem funkcjonującym na rynku od 1945 roku. Zakład powstał na bazie państwowej fabryki urządzeń przemysłowych, znanej w kraju i zagranicą jako producent urządzeń dla przemysłu cukrowniczego. Począwszy od roku 1997, znaczną część zakładu przekształcono w Świdnicką Fabrykę Urządzeń Przemysłowych ŚFUP Sp. z o.o., która funkcjonuje do dzisiaj i stale się rozwija.

Świdnicka Fabryka Urządzeń Przemysłowych (ŚFUP, or Świdnica Industrial Machinery Manufacturing) has been operating since 1945. The company has been established from an originally state-owned industrial machinery factory that had been renowned in Poland and abroad as a manufacturer of processing equipment for the sugar industry. In 1997, most of the factory was transformed into Świdnicka Fabryka Urządzeń Przemysłowych ŚFUP Sp. z o.o., which remains in business today, and keeps growing.

www.sfup.pl



ZIAD Bielsko-Biała SA

ZIAD Bielsko-Biała SA

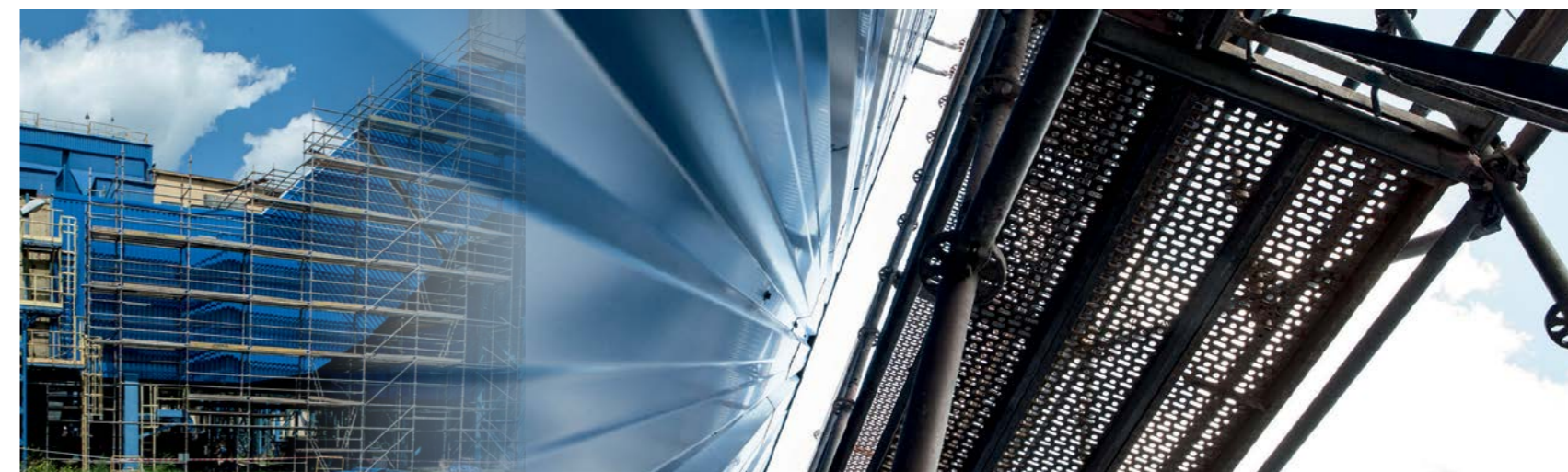
43-316 Bielsko-Biała, al. Armii Krajowej 220
tel. +48 33 813 82 15, fax +48 33 814 22 31
e-mail: sekretariat@ziad.bielsko.pl
www.ziad.bielsko.pl



Oferuje kursy: prac pod napięciem; w zakresie eksploatacji urządzeń i instalacji elektroenergetycznych; przygotowujące do egzaminu kwalifikacyjnego D i E; budowlane – uprawnienia IMBiGS i UDT; dla monterów systemów fotowoltaicznych; BHP; komputerowe oraz wynajem sal wykładowych.



Wspólnie tworzymy przyszłość



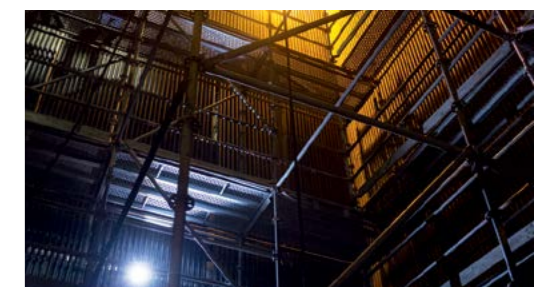
XERVON Polska Sp. z o.o. rzetelny partner w zakresie rusztowań. Firma powstała w 1996 r. i od 1997 r., pod kierownictwem Prezesa Zarządu Jacka Bińkowskiego, zajmuje się kompleksową obsługą budów w zakresie dostawy, montażu, serwisu oraz najmu rusztowań dla energetyki, przemysłu ciężkiego i budownictwa ogólnego. Jest wszędzie tam, gdzie wymagany jest profesjonalizm i działanie na wysokim poziomie technicznym i organizacyjnym.

XERVON Polska posiada rusztowania firmy Huennebeck oraz Layher. Dysponując bogatym zapleczem technicznym i wykwalifikowaną, doświadczoną kadrą inżynierską oferuje także nietypowe, o wysokim stopniu trudności technicznej, rozwiązania konstrukcji rusztowaniowych na podstawie indywidualnych projektów i życzeń klientów.

Energetyka to podstawa działalności XERVON Polska. W tej branży firma zbierała swoje największe doświadczenie obsługując w zakresie rusztowań niemal wszystkie instalacje odsiarczania w El. Belchatów oraz będąc podstawowym dostawcą rusztowań dla bloku 858 MW tej elektrowni. Za sprawą polskich elektrowni, takich jak: Łagisza, Żerań, Siekierki, Dolna Odra, Ostrołęka, Opole, Turów trafiliśmy do przemysłu petrochemicznego, stocznioowego czy materiałów budowlanych. Od 2012 r. jesteśmy częścią grupy REMONDIS. Wyróżnia nas wieloletnie doświadczenie, wysoka jakość usług i innowacyjne rozwiązania. Lista naszych obiektów referencyjnych jest obszerna. Działamy także w innych krajach Europy realizując projekty w Niemczech, Danii, Holandii czy Szwecji i spełniając oczekiwania wymagających klientów m.in. BP, RWE, Statoil, Arcelor. Jest w tym również energetyka jądrowa. Bezpieczeństwo pracy, elastyczność rozwiązań i możliwość dopasowania ich do potrzeb klientów oblige nas do utrzymania wysokich standardów świadczonych usług. Potwierdzają to posiadane od wielu lat certyfikaty w oparciu o normy ISO 9001:2008, ISO 14001:2004, PN-N 18001:2004, BS OHSAS 18001:2007, SCC^{Petro}. Powodem do dumy są liczne nagrody przyznawane przez Izbę Gospodarczą Rusztowań w konkursach na najtrudniejsze i najciekawsze projekty konstrukcji rusztowaniowych. Rusztowania to pasja naszej kadry technicznej i podstawowy kierunek rozwoju spółki.

XERVON Poland Sp. z o.o. it is very reliable partner in the scaffolding industry. The company was established in 1996 and since 1997 under the leadership of the President of the Board Mr Jacek Bińkowski has been delivering complex services in the scope of delivery, assembly, service and the scaffolding renting for energetics, the heavy industry and the general construction. That company appears everywhere where there is the demand for professionalism and the act on the highest technical and organizational level.

XERVON Poland has the Huennebeck and Layher scaffoldings. Having a rich technical disposal and a qualified, experienced engineering staff it also offers untypical, with a high level of technical complexity ways of scaffoldings structure, based on individual projects and Customers' demands. Energetics is the base of XERVON Poland activity. In this field the company has gained its greatest experience in scaffoldings case servicing almost all installations of desulphurising in Belchatów Power Station and being the basic supplier of scaffoldings for the block of 858 MW of this power station. Through a lot of Polish power stations such as Łagisza, Żerań, Siekierki, Dolna Odra, Ostrołęka, Opole, Turów we found our way to the petrochemical industry, shipbuilding or building materials. Since 2012 we are w part of the REMONDIS group. A long-term experience, high quality of services and innovative solutions are these factors which favouring us. The list of our referential objects is extensive. We operate also in other European countries carrying out projects in Germany, Denmark, Netherlands or Sweden accomplishing the expectations of requiring Customers for example BP, RWE, Statoil, Arcelor. XERVON Poland also deals with nuclear power. The obligatory of work security, the flexibility of solutions and the possibility of fitting the Leeds of our Customers obliges us to keep our service on high standards. The confirmation of that actions is holding by the XERVON Poland a lot of certificates based on ISO 9001:2008, ISO 14001:2004, PN-N 18001:2004, BS OHSAS 18001:2007, SCC^{Petro} norms. Our pride are also numerous prizes awarded by The Chamber of Scaffoldings Commerce in competitions for most difficult and most interesting projects of scaffoldings structure. The scaffoldings are our passion and basic direction of the development of the company.



SIEDZIBA GŁÓWNA
XERVON Polska Sp. z o.o. // ul. Kineskopowa 1
05-500 Piaseczno // Polska
T 22 716 52 62-63 // F 22 716 51 89
poland@xervon.com.pl // www.xervon.com.pl