

DROGOWNICTWO POLSKIE



Węzeł Murckowska – projekt Sweco Polska Sp. z o.o. – www.sweco.pl

www.drogi-mosty.pl

Złota Księga Drogownictwa i Mostownictwa

D r o g o w n i c t w o p o l s k i e

Pod redakcją
Moniki Frąckowiak

Zespół redakcyjny
inż. Danuta Bełtacz, prof. dr hab. inż. Jan Biliszczyk, Antoni Bochen, dr inż. Ireneusz Celiński,
dr inż. Andrzej Duszyński, dr inż. Wioletta Jackiewicz – Rek, Bogusław Mańk, dr inż. Andrzej Niemierko,
prof. dr hab. Bolesław Orłowski, Elżbieta Pałys, inż. Aneta Pryga – Szulc,
dr inż. Grzegorz Sierpiński, prof. dr hab. inż. Dariusz Sybilski

Koncepcja publikacji
Antoni Bochen

Projekt makiety i skład komputerowy
Jakub Łukasz Wróbel „Multimedia Art”

Przygotowanie prezentacji przedsiębiorstw
„TOP Studio” Rafał Wiśniewski

Serwis internetowy www.drogownictwopolskie.pl
Filip Wiśniewski, Antoni Bochen

Korekta
Joanna Walentowska

Wydawca
Quixi Media Sp. z o.o.
85-061 Bydgoszcz, ul. Matejki 1a
www.quixi.pl
quiximedia@gmail.com

ISBN 978-83-61840-01-5
2016

Patronaty



Ogólnopolska Izba
Gospodarcza Drogownictwa



Związek Zawodowy
Pracowników Drogownictwa RP



Związek Mostowców
Rzeczypospolitej Polskiej

Szanowni Państwo,

Wydawnictwo Quixi Media przygotowało kolejną edycję albumu „Drogownictwo polskie”, który, po sukcesie poprzednich opracowań, zajmuje znaczącą pozycję na rynku wydawnictw branżowych. Autorzy kompetentnie i rzeczowo, w sposób syntetyczny, ciekawy i przystępny przedstawili historię i współczesne osiągnięcia drogownictwa w Polsce, odnosząc się także do światowych dokonań w tej branży.

Wyróżniającą się cechą publikacji są znakomite teksty Autorów, które drogowcom przypominają istotne wydarzenia z historii zarówno starożytnej, jak i najnowszej, natomiast osoby zainteresowane rozwojem branży otrzymują niezbędne kompendium wiedzy na temat drogownictwa. Jeśli wartka opowieść okraszona jest nadto świetnymi zdjęciami, przedstawiającymi piękno oraz wielkość dróg i obiektów inżynierskich, to nie należy dziwić się tak dużemu zainteresowaniu albumem.

O niezbyt wysokiej pozycji drogownictwa w hierarchii potrzeb państwa polskiego, świadczył stan dróg od średniowiecza aż do wieku XVIII. Pewien postęp nastąpił w okresie zaborów. Wówczas to, w 1775 roku, powołano Dyрекję Generalną Budowy Dróg w Galicji, a w 1819 roku Dyрекję Jeneralną Dróg i Mostów, działającą na terenie Królestwa Polskiego. Po odzyskaniu niepodległości podjęto kolejne kroki, mające na celu ujednolicenie zarządzania drogami,



położonymi wcześniej w trzech różnych zaborach. Niewątpliwie główną rolę w polskim drogownictwie odgrywał wówczas profesor Melchior Nestorowicz, dyrektor Departamentu Drogowego w Ministerstwie Robót Publicznych. Doprowadził on do uchwalenia przez Sejm podstawowych ustaw drogowych, regulujących sprawy budowy i utrzymania dróg, ich finansowania oraz bezpieczeństwa ruchu drogowego. Wprowadził także nowe technologie w budownictwie drogowym. Za jego rządów zaplanowano podstawową sieć autostrad, co ciekawe, niewiele różniącą się od aktualnej. Niestety, pozostał również pesymizm profesora Nestorowicza, co do realności przyjętych planów.

Niniejsza pozycja rzetelnie przedstawia także współczesny stan polskiego drogownictwa i mostownictwa oraz poszczególne etapy jego rozwoju. Ważną częścią albumu są nowoczesne technologie, materiały i kompozyty niezbędne do budowy, jakże skomplikowanej pod względem inżynierskim, infrastruktury.

Dziękuję Wydawcy za podjęcie trudu przygotowania albumu i edytorską staranność przy realizacji tej niewątpliwie ważnej pozycji w piśmiennictwie drogowym, natomiast Autorom gratuluję wiedzy merytorycznej przy opisywaniu skomplikowanych zagadnień technicznych.

Barbara Dzieciuchowicz

Prezes Zarządu

Ogólnopolskiej Izby Gospodarczej Drogownictwa

Szanowni Państwo,

Od kilku lat jesteśmy świadkami niezwykle dynamicznego rozwoju infrastruktury drogowej, będącego jednym ze strategicznych celów Polski w nadchodzącym czasie. Za to ambitne zadanie odpowiedzialni są wszyscy uczestnicy rynku drogowego – inwestorzy, zarządcy infrastruktury, firmy sektora budownictwa oraz utrzymania drogowego. Ich profesjonalizm oraz sprawna współpraca jest warunkiem powodzenia wszystkich przedsięwzięć. Za wymienionymi podmiotami zawsze stoją pracownicy, od których wiedzy merytorycznej, doświadczenia i zaangażowania zależy ostateczny efekt podejmowanych działań.

Związek Zawodowy Pracowników Drogownictwa RP jest organizacją społeczną, która zrzesza pracowników zatrudnionych w branży drogowej oraz w podmiotach współdziałających w budowie i utrzymaniu dróg. W swojej działalności nawiązujemy do tradycji i idei ruchu zawodowego sięgających przełomu XIX i XX wieku, okresu międzywojennego i ówczesnych organizacji takich jak: Związek Zawodowy Brukarzy czy Związek Zawodowy Pracowników Dróg Kołowych RP

im. Marszałka Piłsudskiego. Celem codziennych działań Związku jest reprezentowanie interesów pracowników drogownictwa oraz współtworzenie, w porozumieniu z pracodawcami, dobrych – zarówno pod względem merytorycznym jak i materialnym – warunków pracy, które są niezbędne dla osiągnięcia najlepszych możliwych wyników.

Jedną z naszych najważniejszych zasad jest współpraca pomiędzy pracownikami a pracodawcami oparta na partnerstwie, otwartości i wzajemnym zaufaniu. Z długoletniego doświadczenia wiem, że mają one kluczowe znaczenie dla powodzenia i ostatecznego kształtu projektów drogowych.

Związek Zawodowy Pracowników Drogownictwa RP ma przyjemność przedstawić Państwu album „Drogownictwo polskie”. Jest to wszechstronna publikacja z zakresu historii, rozwoju oraz współczesnej problematyki dotyczącej infrastruktury drogowej, która z pewnością zainteresuje zarówno fachowców, jak i miłośników budownictwa inżynierskiego.

Życzę Państwu przyjemnej lektury,

Krzysztof Morawski

Przewodniczący Związku Zawodowego Pracowników Drogownictwa RP

Szanowni Państwo,

Dziś infrastruktura transportowa: drogi, linie kolejowe, sieć połączeń wodnych, lotniczych, rurociągowych odgrywa priorytetową rolę w gospodarce każdego kraju i świata. W Polsce przez wiele lat nie wydawano książek o historii tej dziedziny techniki i gospodarki, więc wiedza naszego społeczeństwa o rozwoju i aktualnym stanie np. rodzimego drogownictwa jest bardzo skromna. Lukę tę – z powodzeniem – stara się wypełnić wydawnictwo Quixi Media z Bydgoszczy, proponując drugie, uaktualnione wydanie pozycji „Drogownictwo polskie”. Praca ta, w zwięzłej formie, przybliży czytelnikom całość branżowych zagadnień, nie pomijając światowych dokonań polskich specjalistów od budowy dróg i mostów.

Wielkim osiągnięciem myśli technicznej w Polsce Jagiellonów, w roku 1500, było wybudowanie w Toruniu stałego, drewnianego mostu przez Wisłę, o długości przekraczającej 600 m. Około roku 1630 most gruntownie zmodernizowano, zastępując dwa przęsła leżajowo-zastrzałowe jednym – wieszarowym, o rozpiętości 55 m. Było to największe w świecie przeszło drewniane.

Most Ks. Józefa Poniatowskiego, długości 1206 m, zbudowała firma K. Rudzki i S-ka w roku 1914. Przeprawa przez Wisłę to 8-przęsłowa łukowa konstrukcja stalowa, a dojazd do niej, długości 700 m, stanowi 35 łukowych przęseł żelbetowych. Pomysłodawcą i projektantem tego nowatorskiego w świecie rozwiązania był inżynier Wacław Paszkowski, późniejszy profesor Politechniki Warszawskiej.

W czasach, gdy w innych krajach budowano sieć dróg i kolei, my likwidowaliśmy straty poniesione w czasie I, a potem II wojny światowej. Dumą powinien napawać nas fakt, że to w odrodzonej Polsce, w Maurzycach pod Łowiczem (1929), powstał pierwszy na świecie most spawany, według projektu profesora Stefana Bryły, prekursora spawalnictwa, do dziś wymienianego w światowej literaturze fachowej.

Kuty weszły na trwałe do historii Polski we wrześniu 1939 roku, bo rozegrał się tam największy dramat państwa polskiego, unicestwianego jednocześnie przez hitlerowskie Niemcy i stalinowski ZSRR.

Sprawcą wyniesienia Kut na karty historii – oprócz ludobójstwa dokonanego przez banderowców, w ramach tzw. rzezi wołyńskiej – stał się tymczasowy most nad Czeremoszem (na drewnianych podporach – kaszycach – ustawiono przęsła ze stalowych dźwigarów blachownicowych, na których ułożono nawierzchnię kolejową na mostownicach) o 300 m długości i 17 przęsłach.

Kiedy, 17 września 1939 roku, na tereny polskie wkroczyła Armia Czerwona, przejście na stronę rumuńską było możliwe tylko w Kutach. Prezydent Ignacy Mościcki i polski rząd opuścili terytorium II RP w nocy, z 17 na 18 września. Przeprawą w Kutach przewieziony został „skarbiec wawelski”, a także rezerwy złota Polskiego Banku Narodowego.

Także w czasach PRL powstało kilka ciekawych konstrukcji, jak choćby most przez Wisłę w Annopolu (1967), zaprojektowany przez Stefana Filipiuka. Była to jedna z pierwszych konstrukcji ciągłych z betonu sprężonego. Drugim mostem wartym przypomnienia jest obiekt, łączący brzegi Soły w Kobiernicach, powstały według projektu Jerzego Grycza i Jerzego Mariana Grycza, w 1961 roku. Jest to trójrprzęsłowy obiekt z betonu sprężonego, ze środkowym przęsłem wzmocnionym łukiem Nielsena. Wart uwagi jest też most Maksymiliana Wolffa, będący przeprawą przez Wartę w Poznaniu. Po roku 1989 polscy inżynierowie uzyskali dostęp do nowoczesnych technologii i materiałów. Ważniejsze ich dokonania przedstawiono w książce, wydanej przez PIIB, „Dzieła polskich inżynierów. Mosty III RP”. Większość z nich omówiono również w niniejszej pracy. Podkreślmy, że kładka dla pieszych w Sromowcach Niższych jest obiektem o najdłuższym w świecie przęśle z drewna klejonego (90 m), a most Rędziński, w ciągu AOW, to czwarty pod względem wielkości, betonowy most, podwieszony do jednego pylonu (rozpiętość przęsła 256 m).

Polscy inżynierowie wykorzystali szansę, jaką stwarza program usprawniania sieci drogowej w Polsce. Mam nadzieję, że rodzima myśl techniczna stanie się niebawem znakomitym, krajowym towarem eksportowym.

prof. dr hab inż. Jan Biliszczyk

Katedra Mostów i Kolej, Wydział Budownictwa Lądowego

i Wodnego Politechniki Wrocławskiej

Wykaz firm

ARKOBI – Maciej Malinowski	184
Autostrada Eksploatacja S.A.	216-217
Autostrada Wielkopolska	214-215
BELLATOR Maszyny Budowlane Sp. z o.o.	145
Biuro Inżynierskie BIK-KOPCZYK.....	77, 85
Biuro Projektów Budownictwa Komunalnego S.A.	185
BUDIMEX S.A.	148-149
Centralne Laboratorium Drogowe.....	81
COLAS Kruszywa Sp. z o.o.	95
COLAS Polska Sp. z o.o.	113, 128
Drogi i Mosty – Jan Kaczmarczyk.....	123, 131
EMULEX	115
Europrojekt Gdańsk S.A.	83
Fabryka Maszyn XCMG – Europa Sp. z o.o.	144
Icopal S.A.	132
Lafarge Cement S.A.	97, 109
MISTA Sp. z o.o.	143
MP-MOSTY Sp. z o.o.	105, 183, 203
MSR TRAFFIC Sp. z o.o.	157
Nordkalk Sp. z o.o.	101
PORR Polska Infrastructure S.A.	133
Przedsiębiorstwo Budownictwa Drogowego S.A. Kalisz	117
Przedsiębiorstwo Budownictwa Drogowo-Inżynieryjnego S.A. Toruń	137
Przedsiębiorstwo Przemysłu Betonów „PREFABET - BIAŁE BŁOTA” S.A.	199
Przedsiębiorstwo Robót Drogowo-Mostowych S.A. Koło	138
Przedsiębiorstwo Robót Drogowo-Mostowych Sp. z o.o. w Jaśle.....	129
Przedsiębiorstwo Usług Drogowo-Mostowych S.A. Kościerzyna	139
Rejon Budowy Dróg i Mostów w Krośnie Sp. z o.o.	130
SKANSKA S.A.	134-135
Sweco Polska Sp. z o.o.	182
Vistal Contruction Sp. z o.o.	201
„WIMED” Oznakowanie Dróg Sp. z o.o.	158-159
Wydział Budownictwa i Architektury Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie.....	169
Zachodniopomorskie Laboratorium Drogowe w Koszalinie	80
Zakład Nowych Technologii i Wdrożeń INMOST PROJEKT Sp. z o.o.	181
Zakłady Budownictwa Mostowego Inwestor Zastępczy SA.....	79, 177



Jak się zaczęło, czyli trochę historii..... 8

Drogownictwo na świecie	10
Dzieje drogownictwa w Polsce	22
Polskie drogownictwo po 1989 roku	46
Początki mostownictwa w Polsce	50
Mostownictwo po 1989 roku	57

Jak to jest zrobione, czyli budujemy drogę 74

Zarządzanie i nadzór nad inwestycją drogową	76
Na początku jest biuro projektów.....	82
Prace geodezyjne i przygotowawcze	87
Geotechnika.....	90
Kruszywa.....	92
Nawierzchnie betonowe	102
Nawierzchnie asfaltowe	111
Nawierzchnie brukowe.....	121
Wykonawstwo	125
Maszyny drogowe.....	140
Ochrona środowiska	146
Oznakowanie i inżynieria ruchu	154
Kształcenie.....	165
Organizacje branżowe	171

Zbuduj sobie most174

Nadzór inwestorski w mostownictwie	176
Projektowanie	179
Wybieramy wykonawcę	186
Mostowe składniki.....	188
Budujemy most.....	200

Zarządzanie infrastrukturą drogową210

Koncesjonariusze i zarządcy dróg.....	212
Systemy poboru opłat i monitoring	219
Utrzymanie dróg	222

Rozdział 1



JAK SIĘ ZACZĘŁO, CZYLI TROCHĘ HISTORII

Drogownictwo na świecie



Faraon Ahmose I na rydwanie bojowym, ok. 1700 r. p.n.e.

Za prapoczątki dróg można uznać ścieżki wydeptywane przez zwierzęta w trakcie ich sezonowych wędrówek. Ułatwiały one poruszanie się w terenie hordom paleolitycznych koczowników, bowiem trasy te omijały przeszkody naturalne, a kiedy nie dało się tego uniknąć – wiodły przez rzeki czy bagna w miejscach, gdzie stosunkowo łatwo i bezpiecznie dawało się je sforsować.

Ludzie zaczęli sami wytyczać sobie drogi dopiero po rewolucji neolitycznej, kiedy zajęcie się rolnictwem wymusiło na nich osiadły tryb życia. Początkowo czynili to lokalnie, w ramach porządkowania otaczającej ich rzeczywistości. Wraz z pojawieniem się cywilizacji i miast, starano się nadawać głównym, reprezentacyjnym ulicom wygląd monumentalny, pokrywając ich powierzchnię kamiennymi płytami ułożonymi na podkładzie z cegieł mułowych, piasku i naturalnego bitumu. Najwcześniej doszło do tego w Sumerze (dzisiejszym południowym Iraku). Niewiele później w Egipcie, gdzie od początku III tysiąclecia p.n.e. budowano wykładane wapiennymi płytami drogi kultowe łączące kompleksy grobowe przy piramidach władców z przynależną do nich świątynią usytuowaną nad brzegiem Nilu.

Owe lokalne drogi o utwardzonej nawierzchni nie służyły wszakże celom komunikacyjno-transportowym, a jedynie ceremonialno-procesyjnym. Bowiem znane już od połowy IV tysiąclecia p.n.e. w Sumerze pojazdy kołowe miały początkowo jedynie tego rodzaju zastosowanie. Wożono na nich posągi bogów w dniach wielkich świąt, a także zwłoki władców na miejsce wiecznego spoczynku. Wchodziły w skład ich wyposażenia grobowego – dzięki temu wiemy, jak były skonstruowane i jak wyglądały. Najdawniejsze miały pełne koła obracające się wraz z osią, ale w III tysiącleciu oś unieruchomiono, przytwierdzając ją do pudła pojazdu. Pierwsze były czterokołowe i źle się sprawowały, zwłaszcza na zakrętach, gdyż miały jednakową wielkość (nawet po

wprowadzeniu, w ostatnich stuleciach p.n.e., przedniej osi ruchomej, obracającej się na czopie). Dlatego w starożytności dominowały pojazdy dwukołowe. Największym jednak ograniczeniem była początkowo siła pociągowa. Aż do 2000 roku p.n.e. stanowiły ją woły, powolne i o szybko ścierających się kopytach. W wyniku tego transport kołowy w starożytności funkcjonował tylko lokalnie.

Kiedy zastąpiono woła koniem, wady starożytnego zaprzęgu uciskającego tchawicę zwierzęcia sprawiły, że można było tylko w niewielkim stopniu wykorzystać jego siłę i szybkość. Umożliwiło to jednak zastosowanie wojennych rydwanów – aby zmniejszyć ich ciężar, w celu uzyskiwania jak największych prędkości, zaczęto je wyposażać w koła szprychowe.

Rydwany rozpowszechniły się na Starożytnym Wschodzie i we wschodniej części basenu Morza Śródziemnego. Około 1200 roku p.n.e. w kraju Hetytów zaczęto budować drogi, których utwardzoną część stanowiły tzw. koleiny, zagłębienia o głębokości około 10 cm, szerokości około 20 cm i rozstawie około 1,5 m, zróżnicowanym zależnie od regionu (świadczą o lokalnej normalizacji rozstawu kół pojazdów). Miały one „mijanki” tylko w niektórych miejscach. Toteż, jeśli spotkały się na takiej drodze koleinowej czołowo rydwany podążające z przeciwnych kierunków, ktoś musiał ustąpić (cofnąć się do najbliższej mijanki lub zjechać na pobocze). Dochodziło wtedy nierzadko do sporów, a nawet walk. Ich echo dotarło do nas



Rydwany bojowe starożytnych Sumerów, malowidło na Sztandarze z Ur, ok. 2600-2400 r. p.n.e.

w micie o Edypie, który przy takiej okazji zabił starca, nie wiedząc, że był on jego ojcem, Lajosem. Tego typu drogi funkcjonowały m.in. w Grecji, południowej Italii i na Maltcie.

Z tej epoki pochodzą też pierwsze przepisy drogowe – w około 700 roku p.n.e. król Asyrii Sanherib zakazał parkowania pojazdów na głównych ulicach Niniwy.

Natomiast bardziej długodystansowy transport towarowy odbywał się naturalnymi szlakami przy użyciu zwierząt jucznych: osłów, mułów i wielbłądów. Nie było więc mowy o wymianie handlowej na dużą skalę. Sieć drogowa obejmująca znaczne obszary zaczęła powstawać w połowie I tysiąclecia p.n.e. w związku z potrzebami wyrastających wówczas w wyniku podbojów, wielonarodowych imperiów. Były to trakty w większości naturalne, brukowane jedynie w pobliżu dużych miast, na odcinkach wzmożonego ruchu. Nie służyły jednak transportowi, ale głównie poczcie królewskiej, której sztafety w państwie perskim, wedle zachowanych przekazów, potrafiły pokonywać 160 km dziennie. Było to konieczne dla sprawnego zarządzania tak rozległym imperium.

Rzymianie byli pierwszymi wielkimi budowniczymi prawdziwych dróg. Ich poprzednicy poprzestawali zazwyczaj na osiągnięciu swych celów przez delikatne korygowanie natury. Na przykład prowadząc drogę, dostosowywali jej przebieg do ukształtowania terenu, dokonując niezbędnych robót ziemnych tylko tam, gdzie to było konieczne. Rzymianie

postępowali inaczej. Oni gwałcili naturę. Wytyczali swe drogi prosto, nie bacząc na przeszkody. Dolinami wiodli je po nasypach, by górowały nad okolicą, w terenie pofalowanym wyrąbywali im przejścia przez naturalne przeszkody, czasami stosując nawet – jako pierwsi w dziejach – tunele drogowe. Rzymianie budowali swe drogi aż do przesady solidnie, z takim nastawieniem, żeby nie trzeba ich było reperować częściej niż raz na stulecie. Układali w tym celu kilka warstw kamieni rozmaitej wielkości, spojonych zaprawą wapienną, betonem lub ołowiem, mających łącznie około metra grubości. Był to więc właściwie

leżący na ziemi, częściowo w nią zagłębiony, gruby mur. Chodziło im głównie o trwałość. Zrealizowali w tym względzie swoje cele w pełni, można by nawet rzec, iż z niejaką przesadą. Wiele z tych dróg znajduje się jeszcze dzisiaj w całkiem dobrym stanie, po upływie dwóch tysięcy lat, choć na ogół nie konserwowano ich zbyt. Niektóre doskonale zniosły przejazd setek wielotonowych czołgów podczas drugiej wojny światowej – a przecież przeznaczone były przede wszystkim dla rzymskiej armii, złożonej głównie z piechoty i nieposiadającej ciężkiego (w każdym razie w dzisiejszym rozumieniu) sprzętu.



Karawana na szlaku jedwabnym, „Atlas kataloński”, 1380 r.



Starożytna droga w Hierapolis, niedaleko Pamukkale w Turcji



Starożytna droga do nekropolii Cypress, Pamukkale, Turcja



Droga Appijska zwana przez Rzymian „regina viarum” – królową dróg



Starożytna droga z kamiennymi koleinami w Mieście Midasa w Turcji



Starożytna droga w Libanie



Chiński Wielki Mur rozciągający się na długości ok. 2400 km, wznoszony od III w. p.n.e., poza funkcją obronną stanowił też arterię komunikacyjną



Inkowie w Peru stworzyli w XIV i XV w. rozbudowaną sieć drogową, Machu Picchu

Rzymianie nie przewidywali natomiast ruchu kołowego, który odbywał się tylko na skalę lokalną – świadczyło o tym „kanciaste” ukształtowanie nawierzchni rzymskich mostów. Trzeba bowiem pamiętać, że poważniejszych długodystansowych przewozów towarowych dokonywano w owej epoce niemal wyłącznie drogą wodną. Zachowało się z tamtych czasów porzekadło, że „wszystkie drogi prowadzą do Rzymu”. W jakimś sensie tak było istotnie. Gdziekolwiek biegła rzymska droga, można było z jej kamieni milowych odczytać odległość od stolicy. Dawało to zapewne poczucie swego rodzaju więzi i spójności imperium. Sieć drogową stanowiła coś w rodzaju układu krwionośnego (a w pewnym stopniu i nerwowego) ogromnego państwa. Zapewniała jego prawidłowe funkcjonowanie. Kursowali po niej kurierzy, dostarczając informacji i rozważając po prowincjach rozkazy. W razie potrzeby przerzucano nią szybko i sprawnie waleczne legiony z jednego krańca imperium na drugi. Dlatego ważne było, by drogi biegły prosto i górowały – jeśli tylko było to możliwe – nad terenem. Dążono w ten sposób jednocześnie do zaoszczędzenia czasu i do uchronienia wojska przed zasadzkami w niekoniecznie przyjaznym, choć kontrolowanym terenie. Ocenia się, że sieć głównych „murowanych” dróg rzymskich miała około 80 tys. km długości, a łącznie ze słabiej utwardzonymi drogami „drugiej klasy” wynosiła ponad 300 tys. km.

Budując tak imponującą sieć drogową, Rzymianie musieli oczywiście stawiać mnóstwo mostów na rzekach, także dużych. Wcześniej istniał tylko jeden most przez wielką rzekę oparty na kamiennych filarach – przez Eufrat w Babilonie. Rzymianie zbudowali ich setki.

Były to niemal wyłącznie kamienne mosty łukowe o sylwetce zbliżonej do półkolistej. Je także wznoszono tak, by przetrwały wieki. Niektóre zachowały się, przynajmniej częściowo, po dziś dzień.

Łuk kamienny nie był wynalazkiem rzymskim. Umiały go konstruować cywilizacje Starożytnego Wschodu, a także poprzednicy Rzymian w Italii, Etruskowie. Ale dopiero Rzymianie czynili to na tak wielką skalę, stając się światowymi pionierami mostownictwa.



Starożytny trakt w Libanie – I w. p.n.e.

Po upadku zachodniego cesarstwa rzymskiego, w mrocznych wiekach europejskiego średniowiecza, antyczna infrastruktura niszczała nienaprawiana i niekonserwowana. Główny nurt światowej wynalazczości przesunął się w tym czasie do Chin, gdzie już od ostatnich stuleci dawnej ery znakomicie funkcjonowała sieć drogową obsługująca pocztę państwową. Chińczycy w istotny sposób ulepszyli zaprzęg koni, wynajdując w V wieku n.e. chomąto, przenoszące obciążenie na barki konia. Przez Iran, dotarło ono około 800 roku do Europy, gdzie w XII wieku wykształciła się jego ostateczna, nowoczesna postać, z niewielkimi zmianami stosowana współcześnie.

Umożliwiło to wykorzystanie w pełni siły i szybkości konia, nie tylko w transporcie kołowym, ale i do napędu kieratów.

Nadal jednak nie było mowy o dalekosiężnym transporcie kołowym, gdyż zdecydowana większość dróg nadawała się w tym czasie do eksploatacji jedynie sezonowo. Natomiast Inkowie w Peru stworzyli w XIV i XV wieku rozbudowaną i porządnie wykonaną sieć drogową, co wydaje się tym bardziej zaskakujące, że nie znali koła, nie mieli koni, a jedynymi używanymi przez nich zwierzętami jucznymi były lamy.



Kobieta w bryczce podczas podróży traktem do Stalheim, Norwegia, obraz z ok. 1890 r.

Podobnie jak w Starym Świecie, służyła ona przesyłaniu rozkazów i raportów sztafetą kurierów, zatrudniającą wyłącznie biegaczy. Mimo braku wierzchowców, pokonywała ona – wedle świadectw konkwestadorów – ponad 200 km na dobę, czyli działała czterokrotnie szybciej od poczty konnej, zorganizowanej przez hiszpańskich zdobywców.

Imponującym uzupełnieniem inkaskiej sieci drogowej były mosty wiszące, z których największy, rozpięty nad wąwozem rzeki Apurimac około 1350 roku, miał 45 m rozpiętości. Mosty te starannie konserwowano i naprawiano. Konkwestadorzy nie lubili z nich korzystać, gdyż huśtały się i kołysały w trakcie użytkowania.

W Europie natomiast – zdecydowanie już wówczas przodująca w technice i nauce – nic się praktycznie nie zmieniało aż do XVIII wieku. Nie było choćby znośnych warunków dla transportu lądowego, więc wciąż przewozów na dużą skalę dokonywano wodą. Toteż geografię gospodarczą kształtowała w znacznym stopniu sieć rzeczna, uzupełniana, budowanymi intensywnie od XVII wieku w krajach rozwiniętych, kanałami (liczyło się też to, że w energetyce dominowało koło wodne). Także podróżowanie drogą lądową było uciążliwe, a zwłaszcza powolne. Za niesłychany wyczyn długo uważano przebycie w 1714 roku konno przez króla szwedzkiego Karola XII 2200 km w dwa tygodnie (część trasy ponoć przebył, śpiąc w kolebce zawieszanej pomiędzy końmi).

Istotny przełom nastąpił dopiero pod koniec XVIII stulecia. Zapoczątkował go Pierre M.J. Trésaguet, inicjując we Francji budowę nowożytnych dróg bitych, których nawierzchnię stanowił tłuczeń kamienny ubijany ciężkimi walcami drogowymi. Podobny system budowy dróg, zwany makadamizacją, wprowadził na początku XIX wieku w Wielkiej Brytanii Szkot John L. McAdam. W pewnym stopniu było to związane z funkcjonującą od końca XVIII stulecia w tych krajach pocztą dyliżansową kursującą według rozkładu jazdy.

Drogi bite dość szybko przyjęły się w Królestwie Polskim. Dyrekcja Jeneralna Dróg i Mostów, kierowana przez Franciszka Ksawerego Christianiego, zbudowała ponad 2 tys. km takich szos. Pierwszą, łączącą



W czasach nowożytnych podróże lądowe odbywały się za pomocą dyliżansów, bryczek, karet czy powozów zaprzęgniętych w konie

Warszawę z Terespołem, ukończono w 1823 roku. Upamiętniający to żeliwny obelisk nadal stoi przy ulicy Grochowskiej w Warszawie. Wytyczone wówczas trasy, często przebiegające inaczej niż gruntowe trakty przedrozbiorowej Rzeczypospolitej, stanowiły zręby naszej dzisiejszej sieci drogowej.

Problem transportu lądowego na wielką skalę został wszakże trwale rozwiązany dzięki szybkiej rozbudowie od 1830 roku sieci kolejowej. To dzięki niej i maszynie parowej, stopniowo wypierającej od połowy XVIII wieku koło wodne z napędu przemysłowego, ukształtowała się nowa – niezależna od wody – geografia gospodarcza. Napęd parowy nie przyjął się natomiast, mimo podejmowanych prób, w ruchu drogowym. Starano się jednak ulepszać nawierzchnię, przede wszystkim ulic w miastach. W 1830 roku zaczęto w Anglii stosować nawierzchnie smołowe, w 1835 roku we Francji – asfaltowe, a około 1850 roku w Austrii – betonowe. Próbowano także kostki drewnianej. W 1870 roku we Francji wprowadzono nawierzchnie z mieszanek asfaltobetonowych. Pokrywano również spore odcinki dróg poza miastami, gdyż ułatwiały turystykę rowerową, która stała się w tym czasie modna i szybko się upowszechniała. Od lat sześćdziesiątych XIX wieku używano już w Europie Zachodniej walców drogowych z napędem parowym (a od 1902 roku ze spalinowym). Około 1885 roku stosowano też nawierzchnię z kostki brukowej.

Przełomem, który umożliwił rozwój nowoczesnego transportu drogowego, stało się wynalezienie samochodu napędzanego szybkoobrotowym spalinowym silnikiem benzynowym. Doszło do tego w Niemczech w 1885 roku. Po rozmaitych ulepszeniach (napęd na przednie koła, umieszczenie silnika w przedniej części pojazdu, ogumienie pneumatyczne kół), dokonanych głównie we Francji, samochód stał się modną nowością. Od 1894 roku organizowano wyścigi automobilowe (pierwszy odbył się na trasie Paryż – Rouen), a od 1898 roku notowano rekordy prędkości.

Ale decydujący postęp w tej dziedzinie dokonał się w Stanach Zjednoczonych, które w tym czasie zaczęły wyprzedzać Europę w rozwijaniu techniki.

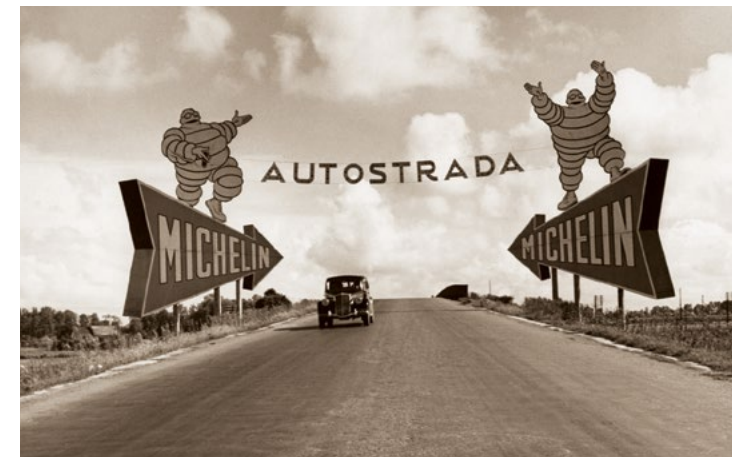


Niemieckie autostrady – lata 30. XX w.

Spśród pionierów i producentów amerykańskich najważniejszy był Henry Ford, budujący samochody od 1896 roku. W 1903 roku założył swą wytwórnię w Detroit, w której od 1908 roku podjął produkcję wielkoseryjną samochodu popularnego Ford Model T, stale ją zwiększając, głównie dzięki wprowadzaniu usprawnień w organizacji pracy. W 1913 roku Ford podjął taśmową produkcję samochodów, co pozwoliło mu na wytwarzanie ich na skalę masową (do 1927 roku wyprodukował ich ponad 15 mln sztuk), przy jednoczesnym obniżaniu ich ceny – spadła ona z 825 dolarów w 1908 roku do 290 dolarów w 1924 roku. Udało mu się wywołać powszechny popyt na swoje samochody, co doprowadziło do umasowienia nowoczesnej motoryzacji.

O roli Forda świadczy fakt, że w 1927 roku, kiedy zaprzestął produkcji Modelu T, jego samochody stanowiły połowę pojazdów mechanicznych jeżdżących po drogach całego świata. Przykład Forda naśladowali inni producenci, a w liczbach bezwzględnych jego rekord produkcji wielkoseryjnej został pobity dopiero w latach 60. XX wieku przez niemieckiego tzw. „Garbusa” Volkswagena.

Jakkolwiek zasadnicze elementy sylwetki nowoczesnego samochodu zostały ukształtowane już w pierwszych latach XX wieku, stale ulepszano jego konstrukcję w kierunku zwiększenia szybkości i bezpieczeństwa jazdy. W 1907 roku Austriak Hans Ledwinka wprowadził hamowanie na wszystkie cztery koła, w 1912 roku zaczęto stosować hamulec ręczny, w 1913 roku firma De Dion-Bouton skonstruowała samochód z tylnym mostem o niezależnie zawieszonych kołach, w 1919 roku zaczęto stosować elektryczny rozrusznik silnika, od 1922 roku w Niemczech zapoczątkowano użycie stopów lekkich w konstrukcji samochodu, od 1924 roku wytwarzano seryjnie hamulce pneumatyczne, w 1925 roku wprowadzono hamulce hydrauliczne oraz centralne smarowanie (w Niemczech), a w 1932 roku Niemiec Fritz Kreis wynalazł automatyczną skrzynię biegów.



Włoska autostrada łącząca Mediolan z Turynem, 1947 r.

Nowoczesna sieć drogowa powstała w wyniku zapotrzebowania związanych z rozwojem motoryzacji. Po to, by w pełni im sprostać w warunkach nasilonego ruchu kołowego rozwiniętego kraju, w latach 20. naszego wieku zaczęto budować pierwsze autostrady, czyli drogi bezkolizyjne, na których niebezpieczeństwo zderzenia się z innym pojazdem zostało ograniczone do minimum.

Te względy bezpieczeństwa oraz dążność do umożliwienia szybkiego, niczym niezakłóconego pokonywania dużych odległości, narzucają kilka zasad obowiązujących przy budowie autostrad. A więc, autostrada

składa się z dwóch odrębnych jednokierunkowych pasm ruchu. Nie krzyżuje się z innymi drogami na jednym poziomie. Omija większe skupiska ludzkie, a te, w pobliżu których przebiega, łączy z nią bezkolizyjne zjazdy i dojazdy. Dzięki tym wszystkim udogodnieniom samochody mogą rozwijać na autostradach szybkości zbliżone do maksymalnych.

Pierwszą drogę spełniającą wszystkie te wymogi zbudowano we Włoszech. Stąd nazwa „autostrada”, która po włosku znaczy po prostu:

droga dla samochodów. Była to magistrała Mediolan-Varese, oddana do użytku w 1924 roku. W latach 30. XX wieku sieć autostrad zbudowano w Niemczech – pierwsza z nich, otwarta w 1932 roku, łączyła Bonn z Kolonią. O rozbudowie autostrad niemieckich w ostatnich latach przed drugą wojną światową decydowały w znacznej mierze względy strategiczne. W tym samym czasie przystąpiły do budowy autostrad Stany Zjednoczone, posiadające obecnie najbardziej rozwiniętą ich sieć. Z uwagi na niezwykle wysoki stopień motoryzacji, pełni ona w tym ogromnym kraju nader ważną rolę, większą niż sieć kolejowa. W Europie przodują dziś w tej dziedzinie Francja i Belgia. ■



Henry Ford, konstruktor Forda Modelu T, 1938 r.



Budowa autostrady ALCAN (Alaskan-Canadian Highway), 1942 r.



Budowa drogi w USA – 1916 r.



Więżniowie budujący drogę w USA – 1934 r.



Budowa drogi w Waszyngtonie – 1910 r.



Budowa autostrady ALCAN – 1942 r.



Budowa autostrady ALCAN – 1942 r.



Budowa drogi w Korei w okolicy rzeki Han przez amerykańską armię, początek lat 50. XX w.



Budowa drogi w Korei w okolicy rzeki Han przez amerykańską armię, początek lat 50. XX w.



Budowa drogi w miejscowości Tredegar w Walii, 1964 r.



Uroczyste otwarcie autostrady w stanie Vermont w USA, 1974 r.



Budowa drogi w miejscowości Camp Verde w USA, 1980 r.



Budowa drogi w Amherst w USA, lata 80. XX w.



Autostrada Chunggae w Seulu, 1970 r.



Autostrada w Atlancie



Sieć autostrad w Szanghaju



Nowoczesny węzeł drogowy w Tokio



Autostrada w Detroit



Autostrada w Detroit



Autostrady i węzły drogowe w Seulu



Autostrady i węzły drogowe w Szanghaju



Nowoczesny most Rion-Antirion w Grecji oddano do użytku w 2004 r.



Autostrada Higashi Junction w Osace



Węzeł autostradowy i most Tsing Ma Bridge w Hong Kongu

Dzieje drogownictwa w Polsce



Powstanie dróg jest zarówno wynikiem, jak i warunkiem koniecznym przemieszczania się człowieka. Rozwój skomplikowanej sieci komunikacyjnej na przestrzeni wieków to efekt działania wielu różnych, czasami zupełnie nieprzewidywalnych czynników. Choć wydawać się może, że usytuowanie systemów dróg wynika z osadnictwa oraz mobilności ludzkiej, to w rzeczywistości wpływ na ich konstrukcję ma wiele dodatkowych (nie zawsze racjonalnych) elementów – jak chociażby polityka czy religia.

Drugą ważną cechą, o której trzeba wspomnieć na wstępie, jest to, że układ komunikacyjny, sieć dróg jest „organizmem żywym”. Ulega nieustannym przemianom mającym zapewnić jego funkcjonalną użyteczność w ewoluujących warunkach historycznych. Nowe drogi rodzą się, stare, niewykorzystywane umierają i zarastają trawą; te ciągle istniejące dostosowywane są do nowych potrzeb użytkowników. Paradoxem w tym kontekście jest to, że człowiek dawno już wyszedł poza ramy narzucone mu przez przyrodę – nasz organizm przystosowany jest do poruszania się z prędkością maksymalną ok. 8 km/h. Nasze mięśnie, nerwy, układ kostny, narządy percepcji funkcjonują prawidłowo w świecie „powolnym” – odpowiadała temu konstrukcja i wytyczanie tras dróg na początku naszej „wielkiej cywilizacyjnej wędrówki”.

Obecnie głównym podmiotem dla drogi nie jest już człowiek ale samochód – w najbardziej zmotoryzowanych miastach, jak np. Los Angeles w USA ok. 60-70% publicznej przestrzeni przeznaczono dla samochodów, nie dla ludzi!

Badając historię drogownictwa, zarówno jako dziedziny ludzkiej wytwórczości – pod kątem używanych technologii, jak i z perspektywy mobilności cywilizacyjnej, należy zawsze pamiętać o oryginalnym historycznym kontekście oraz o ciągłej jego zmienności. Raz na zawsze ustalony system dróg mają jedynie cywilizacje wymarłe.

Czasy prehistoryczne i starożytność

Usytuowanie współczesnej Polski w środku kontynentu w sensie geograficznym nie było nigdy równoznaczne z położeniem w centrum cywilizacyjnym, ale też nie był to obszar, o którym kartografowie pisaliby *hic sunt leones*. Na nizinach na północ od Karpat krzyżowały się dwa ważne szlaki handlowe prowadzące od Atlantyku do Uralu oraz od Morza Śródziemnego i Czarnego do Bałtyku. Inicjowały i stymulowały one rozwój ośrodków handlowych, które w następnych wiekach przekształciły się w wielkie miasta: Kraków, Toruń, Wrocław oraz Kijów i Lwów na wschodzie. Z biegiem lat zaś, w pierw określone jedynie jako główne kierunki podróży, szlaki stały się regularnymi gościńcami.

W porównaniu z ówczynie istniejącym systemem dróg rzymskich, obszary obecnej Polski stanowiły dziewiczą głąszę, ale nic w tym dziwnego. O ile w obrębie wpływów Cesarstwa sprawna komunikacja konieczna była dla funkcjonowania administracji imperium, to w naszej części kontynentu sytuacja polityczna była całkowicie odmienna. W okresach, z których pochodzą najstarsze ślady osadnictwa, próżno doszukiwać się jakiegokolwiek ponadlokalnej organizacji politycznej. Życie koncentrowało się w niewielkich osadach i grodach, w znacznej części samowystarczalnych, których mieszkańcy nie podejmowali wypraw dalszych niż polowania w celu uzupełnienia zapasów.

Szlaki handlowe stworzyli przybysze z zewnątrz, podróżujący w celach najczęściej handlowych – nikt nie myślał wtedy o podbijaniu ziem na wschód od Odry. Jeszcze w I wieku p.n.e. Grek Strabon pisał: *Kto mieszka za Elbą, tego wcale nie wiemy, bo nikt brzegiem morza drogi nie odbywał na wschód, ani za Elbą Rzymianie kiedykolwiek postali, ani też pieszej podróży nikt w tamte strony nie przedsięwziął. Nie wiemy zatem, czy kto tam dla zimna mieszkać może i czy nawet są ludzie?*

A jednak byli... Drewno użyte do wybudowania grodu w Biskupinie i innych odkrytych grodzisk kultury łużyckiej na terenie Polski datuje się na ok. VIII wiek p.n.e. W Przeczycach koło Częstochowy odkryto pochodzące z tego okresu koła z piastami, co rzuca też nieco światła na stan ówczesnej cywilizacji. Później – od początku IV wieku p.n.e. – na Pomorzu rozwinęła się kultura plemion wenedyjskich, na Śląsku i w Małopolsce – kultura laterańska zapoczątkowana przez Celtów, by od ok. III wieku p.n.e. ustąpić miejsca plemionom kultury przeworskiej. Od I wieku n.e. rozpoczęła się intensywna ekspansja północnoeuropejskich plemion germańskich, którą przerwało dopiero przybycie naddnieprzańskich Słowian około wieku IV n.e.

Prowadzące wtedy przez polskie ziemie szlaki handlowe nie były jednak drogami – już sam termin „szlak” nie odnosi się do obiektu, a raczej do pewnego kierunku. Tak samo należy więc myśleć o „szlaku bursztynowym” czy „jedwabnym” – nie były to konkretne wytyczone drogi o jakkolwiek przygotowanej powierzchni, a raczej pewien zbiór punktów orientacyjnych, które pozwalały podróżnikom na przemieszczanie się w określonym kierunku. Na takim szlaku powstawać mogło wiele traktów prowadzących często w różnych kierunkach – ostateczne ustalenie konkretnie używanych dróg przyjąć miało o wiele później.

Intensywny rozwój importu bursztynu do Cesarstwa datuje się na pierwsze wieki naszej ery. Kupcy rzymscy mieli do dyspozycji doskonałą sieć drożną w prowincjach naddunajskich – ich przebieg można ustalić z dużą dokładnością. Na tym odcinku do transportu można było używać wozów, jednak dalej na północ – zmieniały się warunki, a zatem i środki transportu i trasy podróży. Na drogach zadunajskich prawdopodobnie były to wozy lekkie, choć głównym środkiem transportu mogły być zwierzęta juczne, ze względu na brak twardej nawierzchni. Transport wodny był o wiele bardziej ekonomiczny, ze względu na możliwości jednoczesnego przewiezienia większej ilości towaru, np. beczek z winem. Dalej na północ używano czółen – dłubanek, także tratw i możliwe że budowanych z desek łodzi, przydatnych w morskiej żegludze przybrzeżnej.

Szlaków łączących górny i środkowy Dunaj z Bałtykiem było kilka. Z Kotliny Czeskiej jedna z trzech odnóg kierowała się na wschód do Kotliny Kłodzkiej – prowadziła w górę Łaby i jej dopływu Metuji. Następnie w stronę Śląska, w okolice dzisiejszego Wrocławia – ziemie nad środkową Odrą ze względu na korzystne warunki geograficzne stanowiły w starożytności ważny węzeł komunikacyjny. We Wrocławiu na Partynicach, w obrębie osady z I wieku p.n.e. odnaleziono trzy duże składy bursztynu.

Dalej również wiodło kilka traktów, jeden z nich na północny wschód. Nad środkową Prosną, gdzie prawdopodobnie główna odnoga z Carnuntum łączyła się z tą z Lentii, drogi rozwidlały się na szlak wodny Prosną w górę Warty i Strugi oraz trasę lądową prowadzącą na Kujawy. W dużych osadach w okolicach Konina i Kalisza funkcjonowały przeprawy przez rzeki. Były one odległe od siebie o około 60 km i stanowiły centra skupień osadniczych. Pomniejsze punkty etapowe rozmieszczone były co około 20 km. Oprócz noclegu i uzupełnienia zapasu żywności, w tych osadach dokonywano też mniejszych transakcji handlowych.

Z Kujaw trasa prowadziła w stronę ujścia Wisły – w ostatnich wiekach okresu przedrzymskiego kupcy celtyccy kierowali się do osad na zachodnim brzegu Zatoki Gdańskiej – w rejon dzisiejszego Pruszcza, lub nawet dalej – do Zatoki Puckiej. Druga północna odnoga prowadziła przez okolice Malborka i Elbląga (Truso) w kierunku Półwyspu Sambijskiego, gdzie złożyłyby obfite, a możliwości pozyskania bursztynu bardziej korzystne.

Odległość do Bałtyku z Lentii wynosiła około 950 km i miała od 38 do 41 punktów etapowych. Maksymalna odległość, jaką w ciągu dnia przemierzała kupiecka karawana, wynosiła do 25 km – aby pokonać całą trasę, potrzeba było co najmniej siedem tygodni. Natomiast długość szlaku z Carnuntum do ujścia Wisły wynosiła około 880 km z 40 istotnymi punktami etapowymi.

Znakomita większość dróg w tamtych czasach była użytkowana w ich „stanie naturalnym” – nie podejmowano żadnych prac mających na celu poprawę ich jakości czy utrzymanie funkcjonalności w trudnych warunkach atmosferycznych. Ale i użytkownicy dróg nie byli zbyt wybredni – transport odbywał się na grzbietach zwierząt, wozy nie stały się jeszcze popularne. Istotną rolę odgrywał transport włóczy – na saniach i płożach, łatwiejszych w konstrukcji i utrzymaniu niż wyposażone w koła wozy. Technika ta bardzo często stanowiła niejako „uzupełnienie” drogi wodnej – tzw. „przewłoki”, czyli zorganizowany transport łodzi przez działy wodne, odgrywały ważną rolę na handlowych szlakach. Istnienie takich urządzeń na odcinku pomiędzy Wartą a Gopłem miało wpływ na rozwój osadnictwa na tych terenach oraz usytuowanie tu załazków silnych średniowiecznych ośrodków politycznych.

Jednak odkryte przez Hugona Conwentza w końcu XIX wieku pozostałości utwardzonych grobli w okolicach Świętego Gaju i Dzierzgonia niedaleko Elbląga wskazują na to, że na niektórych odcinkach szlak biegł regularnymi drogami. Powtórzone w ostatnim dwudziestolecu badania pomostów w dolinie Dzierzgoni doprowadziły do odkrycia grobli o długości ok. 1300 m, wykonanej z nawet dziewięciu poziomów obrobionych dębowych bali. Jej szerokość dochodziła do 4,5 m, zachowały się na niej do dziś ślady kół oraz wiele fragmentów bursztynu, który utkwiał w szparach między drewnianymi podkładami.

Warstwy budowli wykonano z faszyny oraz układanych wzdłużnie i poprzecznie odpowiednio obrobionych pni drzew przesypywanych piaskiem. Belki przy krawędziach miały otwory po kółkach zabezpieczających je przed przesuwaniem. Wiek konstrukcji ocenia się na około 2000 lat – czyli okres największego zainteresowania bursztynem w Cesarstwie, a więc również najintensywniejszego ruchu na bursztynowym szlaku.

Średniowiecze

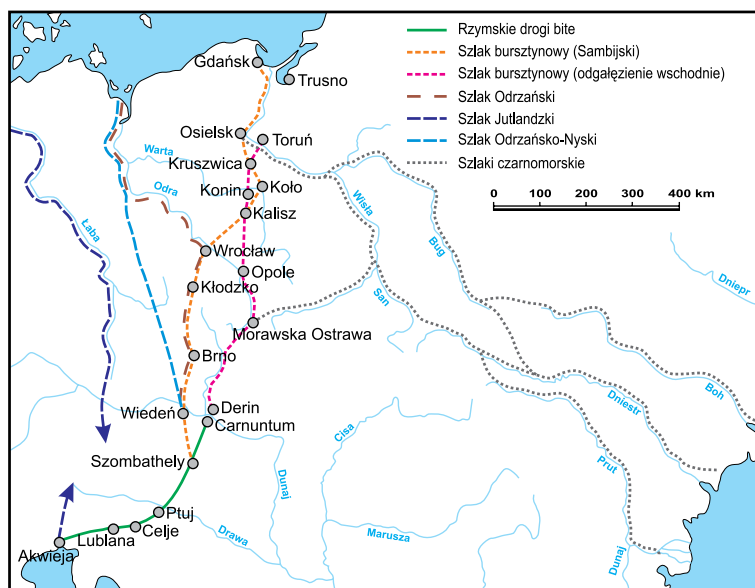
W V wieku n.e. sytuacja polityczna wyglądała już zupełnie inaczej – *axis mundi* był Konstantynopol, ruch na dawnym szlaku bursztynowym zamierał. Kupcy skierowali swe kroki bardziej na wschód – na znaczeniu zyskały tzw. szlaki czarnomorskie prowadzące wzdłuż głównych rzek: Wisły, Bugu, Dniestru i Prutu do wybrzeża Morza Czarnego. Według Adama Szelągowskiego najważniejsze drogi prowadziły z Torunia przez Lublin i Chełm do Włodzimierza i Kijowa oraz – w okresie późniejszym – do Lwowa i Haliczy. Inny badacz – Stefan Weymann – wskazuje na dwa zasadnicze szlaki o przebiegu równoleżnikowym: Wrocław – Radomsko – Lublin – Ruś, Wrocław – Kraków – Ropczyce – Lwów. Oczywiście nie można mówić o całkowitym ukształtowaniu się tych dróg już w okresie przedpiastowskim – krystalizowanie się poszczególnych traktów trwało nawet do XIV wieku.

Słowianie, którzy przybyli na obecne polskie ziemie około V wieku n.e., nie zastali żadnego spójnego systemu drogowego – musieli on być zbudowany od podstaw. Podróżowanie łodem nie było jednak wcale konieczne ani oczywiste – intensywnie wykorzystywano naturalną sieć komunikacyjną, jaką stanowiły rzeki. Bizantyjscy kronikarze wspominali Słowian jako naród trudny do podbicia i podporządkowania z powodu przyjętego modelu osiedleńczego, który składał się z niewielkich wsi i osad rozciągających się łańcuchowo wzdłuż cieków wodnych lub usytuowanych na wyspach na jeziorach albo wzniesieniach pośród bagien. Według zapisów Konstantyna Porfirogenety z X wieku, popularne były dłubanki o podwyższonej konstrukcją z desek burtach – miały one od 15 do 20 m długości, niewielkie zanurzenie i ładowność ok. 3 ton lub 40 do 50 ludzi!

Powstanie w X wieku młodego państwa wymagało udoskonalenia sieci komunikacyjnej – stare szlaki wodne stały się niewystarczające dla potrzeb rozwijającej się administracji. Nowe drogi powstawały według zasady kompromisu pomiędzy długością podróży, a jej komfortem i bezpieczeństwem. I tak, nie troszcząc się o niesprecyzowane jeszcze prawa własności gruntów, do

przemieszczania się wybierano trasy o niewielkich spadkach i wzniesieniach, możliwie stałym i suchym podłożu. Ważne również było określanie charakterystycznych punktów orientacyjnych, które jako pierwsze wskazywały przebieg nowych tras. Udeptane ścieżki czy koleiny wyłobione płozami i kołami pojawiały się znacznie później – dla pierwszych wędrowców zaś kwestia orientacji w terenie i właściwego określenia położenia miała znaczenie pierwszorzędne, gdyż zgubienie drogi często równało się utracie życia.

Charakterystyczną cechą części dróg była ich sezonowość – użytkowano je tylko w czasie suchego lata lub mroźnej zimy, gdy podłoże było odpowiednio twarde. W pozostałym okresie roku szlaki te były nieprzejezdne – podmokła ziemia była zbyt grząska. Z czasem fragmenty tych dróg zaczęto utwardzać, by umożliwić w miarę bezpieczną podróż bez względu na warunki atmosferyczne. Na terenach Wielkopolski i Pomorza archeolodzy odnaleźli wiele śladów wskazujących na umacnianie szlaków faszyną lub drewnem. Przypuszczalnie i w innych częściach kraju takie konstrukcje były dość powszechne, lecz ich reliktów nie zachowały się ze względu na właściwości gleb.



Starożytne szlaki handlowe centralnej Europy

Trzebiec drogi i moście mosty – w 1014 roku Włodzimierz Wielki tymi słowami rozpoczął wyprawę z Kijowa do Nowogrodu. Tymczasowość dróg nie była tylko wynikiem dostosowania do warunków pogodowych – prymitywnie przygotowane szlaki niepoddawane żadnym zabiegom konserwatorskim po prostu zarastały. Najprostsze prace drogowe, które wykonywano dla pokonania naturalnej przeszkody terenowej, a nie w wyniku realizacji jakiegoś przyjętego planu budowy dróg, ograniczały się do lokalnie dostępnych materiałów i podstawowych technologii.

W lasach po prostu wycinano drzewa, którymi następnie wykładano podłoże. Przeprawy przez rzeki brodami i bezpieczne ścieżki przez mokradła oznaczano słupami, a w niektórych miejscach sypano groble i budowano drewniane pomosty. W kronikach Ibrahima Ibn-Jakuba, którego podróż przez ziemie Słowian miała miejsce w latach 955-966, odnajdujemy opis mostu o konstrukcji leżajkowej „długiego na milę”. Z innych źródeł – już XII-wiecznych – wiemy też o moście Mikory przez Widawę we Wrocławiu.

Średniowieczne drogi nie były zatem przedmiotem szczególnej dbałości współczesnych – budowano je, gdy zachodziła potrzeba, naprawiano, gdy stawały się nieprzejezdne, jednak ani administracja

królewska, ani lokalni władcy nie stosowali żadnych rozwiązań systemowych, które miałyby na celu planowane nimi zarządzanie i eksploatację. Dominowały partykularne interesy lokalne. Choć na pierwszy rzut oka wygląda to paradoksalnie, to zły stan nawierzchni dróg często przynosił wymierne korzyści ich właścicielom. *Grundruhrecht* – to niemieckie określenie zwyczajowego prawa pozwalającego właścicielowi drogi na konfiskatę przedmiotów, które spadły z jadącego wozu. W naszym języku pozostał jego ślad w porzekadle: co spadło, to przepadło.

Również kołodzieje, których warsztaty stały przy wielu traktach, zainteresowani byli utrzymaniem nienajlepszej jakości nawierzchni – to do nich zwracali się przecież kupcy, gdy trzeba było naprawić czy wymienić koło. Odkryte podczas wykopalisk w Opolu koła charakteryzują się znormalizowanymi wymiarami – wytwarzano ich kilka rozmiarów o średnicach 60-90 cm; wystarczały one na przejechanie ok. 200 km przy obciążeniu 1200 kg, przy eksploatacji na gładkich nawierzchniach. W praktyce zaś, ich wymiana na pewno konieczna była znacznie częściej. Spopularyzowanie transportu kołowego nastąpiło na przełomie XI i XII wieku – wtedy na ziemiach polskich zaczęto stosować chomąto oraz szleję.

Droga w pierwszych wiekach istnienia państwa polskiego była zatem bardziej przestrzenią do pokonania, niż konkretnym miejscem czy budowlą, którą należy wpierw urządzić, a następnie konserwować i naprawiać. Sytuacja zaczęła się zmieniać wraz z zainteresowaniem feudałów zyskami, jakie przynosił handel i korzystanie z sieci dróg przez kupców. Dokumenty z XIII wieku za podstawową jednostkę celną uznają wóz. Władysław Odonic w 1238 roku różnicował stawkę celną nakładaną na wozy transportujące znad morza śledzie w zależności od tego, czy należały one do Polaków czy Niemców. Dokument lokacyjny Bochni z 1253 roku wspomina wozy dwu- i czterokołowe, a także towary transportowane przy pomocy zwierząt jucznych. W okresie tym zarówno prawa dotyczące poboru opłat, jak i ustanawiające obowiązki naprawy dróg leżały w domenie lokalnych władców. Ci zaś do utrzymania dróg i przepraw zobowiązali mieszkańców sąsiadujących z nimi wsi. W 1274 roku Leszek Czarny – książę sieradzki, powierzył naprawę mostów nie tylko mieszkańcom podległych sobie wsi, ale także – dotychczas objętych immunitetem wieśniaków z dóbr biskupa wrocławskiego.

Przełomowym okresem dla całej Polski był czas panowania ostatniego z Piastów – Kazimierza Wielkiego. Państwo rozkwitało – terytorium Rzeczypospolitej wzrosło z nieco ponad 100 tys. km² do

ok. 270 tys. km², liczba ludności przekroczyła milion. Masowo lokowano nowe wsie, „na surowym korzeniu”, nadano prawa kilkudziesięciu miastom, co siłą rzeczy niesło ze sobą rozwój sieci drogowej przez tworzenie nowych i większe wykorzystywanie starych traktów. Równocześnie król dokonał reformy prawnej, której wynikiem są *Statuty Kazimierzowskie* – pierwsza próba całościowej kodyfikacji praw w historii Polski. Ale do interesującej nas dziedziny odnosiły się jeszcze inne, pomniejsze, wydawane przez władcę przepisy, jak chociażby określenie strefy handlu dla kupców toruńskich z 1344 roku czy ustalona w 1368 roku ordynacja górnicza.

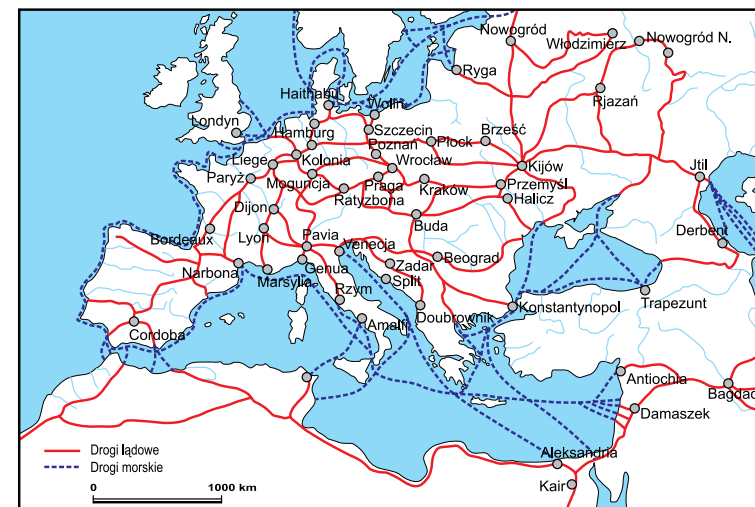
W samych *Statutach* sformułowana jest prawna opieka, jaką władca otacza podróżujących drogami publicznymi. Zbrodnie i rozboje na nich dokonane zagrożone są najwyższymi karami: *O karze zwanej siedemnadzieściami. Ponieważ kara siedemnadzieściami nikomu nie ma być dawana, ale w całości przeznaczona jest na potrzeby naszego skarbu, przeto chcemy, aby wiadano, w jakich przypadkach ją orzekać, (...) gdy kogoś oskarżą o gwałt lub rozbój na drodze publicznej, a nie będzie się mógł oczyścić. Zapis ten powtórzono jeszcze pod koniec dokumentu: Kara siedemnadzieściami zwana jest karą niemiłościwą. Tą właśnie karą mają być karani ci, (...) kto gwałt czyni i zabije kogo*

na wsi lub na polu, na drodze publicznej. W innym miejscu zaś król określa prawo do korzystania z dróg biegnących przez czyjąś własność: Każdy ma gnać drogą bydło na pastwisko. Gdy mając las albo dąbrowę, daleko od siebie chciał swe świnie gnać przez dobra innego pana na pastwisko do swego lasu, bez zgody owego pana nie ma gnać, jak tylko drogą, która tamtędy wiedzie.

W innym zabytku prawodawstwa, tzw. *Księdze Elbląskiej* pochodzącej jeszcze z XIII wieku, prawo miru książęcego na

publicznych drogach określano następująco: 1. *Droga publiczna [albo książęca] jest obwarowana pokojem książęcym. Przeto jeśli ktoś na niej dopuści się jakiegoś bezprawia, ten złamał pokój książęcy. To Polacy nazywają ręką książęcą [albo pańską].* 2. *Jeśli zdarzy się, że ktoś zabije gościa na drodze publicznej, to płaci on odszkodowanie za zmarłego (w wysokości) 50 grzywien. (...)* 4. *A za swój pokój, który został złamany na drodze publicznej, pobiera książę 50 grzywien.*

W dziele tym występuje również ustanowienie kategorii dróg i pojawia się droga wiejska: 10. *Na drodze wiejskiej, która prowadzi z jednej wsi do drugiej, jeśli tam zabija się rycerza albo człowieka równego rycerzowi, za to płaci się 50 grzywien krewnym.* 11. *A temu, czyj jest sąd, płaci się 6 grzywien za pokój, który na drodze został złamany.*



Układ szlaków komunikacyjnych w średniowiecznej Europie

13. Jeśli zabija się chłopą na drodze wiejskiej, płaci się zań 30 grzywien. Za pokój na drodze 6 grzywien. Warto zwrócić uwagę, że kara za pogwałcenie miru występuje obok kary i odszkodowania wobec ofiary czy jego rodziny. Wskazuje to, że ochronie prawnej poddana jest w pierwszym rzędzie droga jako miejsce, a dopiero później – podróżujący nią człowiek.

Zabytkiem, który przypomina o początkach zainteresowania władców problematyką dróg i komunikacji, jest stojący do dziś w Koninie romański słup milowy. Łacińska inskrypcja informuje: *Roku Wcielenia Pańskiego 1151 do Kalisza z Kruszwicy tu prowadził punkt, wskazuje to formuła drogi i sprawiedliwości, którą kazał uczynić komes palatyn Piotr i starannie tę drogę przepołowił, aby był go pamiętny, racz każdy podróżny modlitwą prosić łaskawego Boga.* Słup pierwotnie stał na placu zamkowym, w okolicy kościoła św. Bartłomieja przeniesiono go w 1828 roku. Wyznacza on połowę drogi między Kaliszem a Kruszwicą – odległość do tych miast z tego miejsca wynosi ok. 54 km.

Oprócz wzmózonego osadnictwa dodatkowym czynnikiem wpływającym na rozwój sieci drogowej był eksport wydobywanej w Bochni i Wieliczce soli oraz pochodzącego z okolic Olkusa ołowiu. Wpływy z handlu zasilają wprost skarbiec króla, więc nie powinno dziwić, że objęty był on szczególną kuratelą władcy. Solne bałwany i ołów przewożono ciężkimi, zaprzężonymi w kilka koni wozami – logistyka wymagała więc odpowiednich dróg.

Nowożytność

Przez ponad 400 lat od śmierci Kazimierza Wielkiego – aż do początków XIX wieku sytuacja na drogach zmieniła się nieznacznie w porównaniu z wcześniejszymi stuleciami. Wykorzystanie traktów wzrosło, lecz używano ich ciągle tak samo – najpopularniejszym sposobem podróżowania była piesza wędrówka, a towary transportowano wozami i na grzbietach jucznych zwierząt. Nie doszło zatem do zmiany jakościowej, która wymagałaby jakichś szczególnie wyrafinowanych inwestycji w infrastrukturę. Wystarczyło jedynie utrzymywać drogi w stanie nadającym się do użycia, co jednak przy wzrastającej liczbie podróżnych stawało się coraz trudniejsze.

Właściciele i zarządcy dróg nie wywiązywali się ze swych obowiązków i często sam król po skargach kupców musiał interweniować, aby trakty naprawiać lub też wzmocnić opiekę nad bezpieczeństwem podróżujących. Zygmunt Stary w 1533 roku na skargę wniesioną przez kupców poznańskich, iż drogi handlowe pełne są niebezpieczeństw i że nad granicą koło Międzyrzecza

zostały przez bandy zrabowane towary, poleca staroście generalnemu Wielkopolski Łukaszowi Górcie zapewnić bezpieczeństwo dróg publicznych. W dwadzieścia lat później jego następca Zygmunt II August król polski, w związku ze skargą kupców poznańskich na zły stan drogi między Poznaniem a Pniewami, poleca zarządcy cel wielkopolskich konserwację tej drogi, aby uczynić ją zdatną do przejazdu dla kupców i furmanów.

O ile krajobraz gościńca pozostał prawie identyczny, to w obrębie bogacących się miast ulice zmieniły znacznie swój wygląd. Choć bruk pojawiał się w naszej części Europy już pod koniec średniowiecza, to ulice były wąskie i ciasne. Działo się tak zarówno ze względu na cechy obronne grodów, jak również z dążenia do maksymalnego wykorzystania przestrzeni dla budowy domów. Jakkolwiek komfort i wygoda zarezerwowane były jeszcze dla lokatorów pałaców, znaczenie mieszczan dopiero się kształtowało.

Ulice w miastach wybudowanych na glebach grząskich (jak np. Wrocław lub Kraków) nie różniły się zbyt od współczesnych im wiejskich dróg. Podczas opadów zmieniały się w grzęzawiska i potoki – aby przejść z jednej strony na drugą kładziono przez nie drewniane bale, tworząc kładki. Niekiedy całe nawierzchnie ulic wyłożone były drewnem – to zapewniało mieszkańcom w miarę wygodne przemieszczanie się. W XV wieku w Krakowie układano już chodniki z kamienia, które od ulicy oddzielone były kamiennymi słupkami.

Wzrost liczby mieszkańców miast i rozwój rzemiosł wpływały również negatywnie na stan miejskich ulic i choć pojawiły się przepisy nakazujące usuwanie z centrów zakładów szczególnie uciążliwych (np. garbarnie, rzeźnie, wytwórnie świec), to warunki higieniczne były nadal fatalne. Najpopularniejszą konstrukcją służącą odprowadzaniu nieczystości był rynsztok,

najczęściej odkryty, usytuowany po bokach lub na środku ulicy. W niektórych ośrodkach rozpoczęto budowę kanalizacji odbierającej nieczystości z rynsztoków.

W 1557 roku król ustanowił w Warszawie specjalny podatek drogowy, który miał być przeznaczony na budowę i utrzymanie ulic – tzw. „brukowe” w kwocie 1 grosza od każdego wozu z towarem. Zadanie to powierzono zarządowi miasta, lecz albo uzyskiwane środki były zbyt niskie, albo priorytety rajców inne, bowiem w 1596 roku sekretarz legata papieskiego tak opisywał sytuację: *cegłami (...) brukowane ulice, między niemi cokolwiek kamieni czerwonego*



Słup milowy w Koninie

granitu, wszystko źle ze sobą spojone, jakoś niegodziwie chodźć po nich a błoto tu większe niżli w Krakowie. W Kazimierzu pod Krakowem rajcy podeszli do problemu bruku inaczej – za darmo dostarczono właścicielom posesji materiał i zobowiązano ich do wybrukowania ulic przed domami.

Jednak do końca XVIII wieku większość miast miała bruk jedynie w centrum – w rynku i na kilku głównych ulicach. W Warszawie – mimo wcześniejszych prób i funkcjonowania od 1693 roku Komisji Brukowej – dopiero w 1744 roku rozpoczęły się inwestycje drogowe na szerszą skalę. Powierzchnię ulic pokrywano ziemią, następnie polewano je wodą i ubijano. Kolejną warstwę stanowiło ok. 10 cm piasku. Krawędzie sytuowano, kładąc tzw. ławy, czyli szeregi kamieni w równej linii wyznaczonej rozciągniętym sznurkiem. Następnie układano warstwę polnych kamieni – w miarę potrzeb odpowiednio formowanych, umieszczano je pionowo i ubijano w piasku. Większe przestrzenie między pojedynczymi kamieniami wypełniano tłuczniem. Bruk posypywano ponownie piaskiem i ubijano ciężkimi „babami” ważącymi ok. 30 kg. W latach 1744-1761 powstał w stolicy „trakt królewski” prowadzący ze Starego Miasta w kierunku Woli na osi północ-południe wzdłuż wiślanej skarpy wraz ze zjazdami ku rzece – wybrukowano ponad 118 tys. m² ulic.

Sejm polski powołał w 1768 roku instytucję Komisji Dobrego Porządku, które miały funkcjonować we wszystkich miastach wojewódzkich. Przez 20 lat działalności inwentaryzowały one dobra miejskie, przygotowywały plany pomiarowe oraz rozpoczynały prace związane m.in. z budową i utrzymaniem ulic. Choć nie wszędzie, to jednak w Lublinie i Poznaniu ich działalność zaowocowała uporządkowaniem systemu ulic. W latach 1791-1792 ich obowiązki zostały przejęte przez Komisję Policji Obojga Narodów, dla której projekty prac w miastach przygotował architekt Piotr Aigner. Niestety – ze względu na rozbiory – nie mogła ona kontynuować działalności.

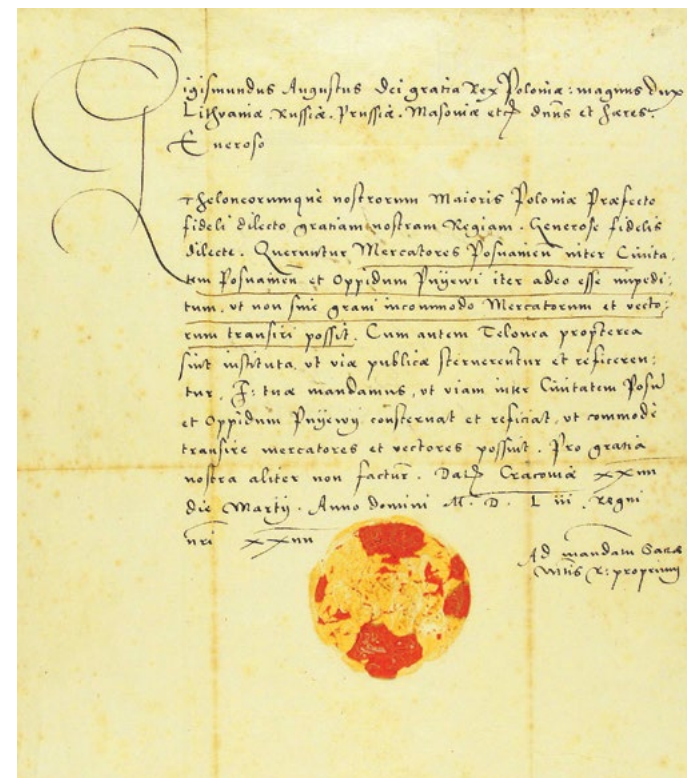
Wraz ze wzrostem popularności podróżowania wśród szlachty zauważamy rozwój refleksji nad stanem i utrzymaniem polskich dróg. Częste podróże szlachty spowodowane były przede wszystkim ustrojem politycznym i wynikającą z niego koniecznością

uczestnictwa w różnej rangi sejmikach. Drugi motyw dla wyruszenia w drogę stanowiły stosunki rodzinno-towarzyskie. Były to podróże „rzemiennym dyszlem”, nie korzystano z publicznych karczm i zajazdów, a zatrzymywano się tylko w dworach u krewniaków i przyjaciół, gdzie wszystkich gości witano z otwartymi ramionami. Wizyty takie były dla mieszkańców prowincjonalnych dworów wielką atrakcją. Brak wieści o sprawach w „wielkim świecie”, monotonia obowiązków gospodarskich na wsi powodowały, że z radością fetowano wizyty gości.

Choć dochody z myta wpływały do feudalnych kas, stan dróg nie polepszał się. W kraju brakowało skutecznej administracji, która mogłaby od beneficjentów myta wyegzekwować ustawowe świadczenia. W tym samym czasie rosła wysokość opłat oraz ilość miejsc ich poboru, co pozostawało w odwrotnej proporcji do jakości dróg. W XVII wieku na 90-kilometrowej drodze z Drohobycza do Jarosławia trzeba było myto opłacić 174 razy, a w Tarnopolu – w dobrach księcia Ostrońskiego – jednocześnie żądano pięciu opłat: myta grobelnego, spaśnego, targowego, wozowego i pomiernego.

Krytyka stanu polskich dróg wzrosła w drugiej połowie XVIII wieku, gdy dysonans pomiędzy warunkami panującymi w kraju i na zachodzie kontynentu był już powszechnie znany. Wśród „światowej” szlachty popularne stało się porzekadło: *niemiecki post, polski most i włoskie nabożeństwo – to jedno błazeństwo*. Podróżujący w interesach w 1780 roku Francuz Hubert Vautrin pisał: *...na drogach, które wysledzić można tylko wprawnym okiem, woźnica zaledwie widzi konie poprzez tumany kurzu wzniesione przez pojazd, zatrzymywany ustawicznie w głębokich, lotnych piaskach albo w gęstym błocie lub też na zgniłej faszynie narzuconej na bagna stojące na drogach...*

U schyłku I Rzeczypospolitej (w 1793 roku) podróżujący do Wrocławia Fryderyk Schultz notował swoje wrażenia w „Podróży Inflantczyka”: *droga właściwie rzekłszy, taką jest, jaką ją Pan Bóg stworzył, a w innym miejscu: droga poprawiana, a nawet dosyć starannie w niektórych miejscach wysadzona drzewami. Jeden z większych posiadaczy musiał ją zrobić dla swojej wygody. Jednak za Kownem było już gorzej: ...Niemen, jak wszystko na Litwie, zostawiony naturze, schodzi w nizinę i tak wypełnia ją wodą, iż po próbie okazało się, że chcąc ją przebyć, miałbym najmniej stopę wody w powozie.*



„Zygmunt II August Król Polski w związku ze skargą kupców poznańskich na zły stan drogi między Poznaniem a Pniewami poleca zarządcy cel wielkopolskich konserwację tej drogi, aby uczynić ją zdatną do przejazdu dla kupców i furmanów”



Plac przed Żelazną Bramą w Warszawie, 1779 r.

Byłem zmuszony wypakować wszystko, przenosić na drugą stronę, a powóz wplaw przeprawić... Minąwszy Grodno, podróżni wjechali na drogę sypaną, przestronną, dosyć starannie utrzymaną, z obu stron opasaną rowami i wysadzaną drzewami, ale później, podążając dalej w kierunku Warszawy, Schulz już o drogach nie pisze: ...Właściwych dróg sypanych nie ma, tylko kawałkami, o czym wyżej wspominałem. W całej drodze trafiłem na cztery lub pięć miejsc, w których zimą lub w słotny czas zagręznąć można. Reszta gościńca idzie piaskami lub jodłowymi lasami i tu się o to obawiać nie ma potrzeby...

Uchwała sejmowa z 1764 roku powołała celowe komisje skarbowe do zarządzania mostami i groblami. Prawo to podtrzymywało *status quo* w kwestii finansowania robót, w myśl którego przywilej pobierania opłat przypadła właścicielom ziem, przez które drogi prowadziły. Mimo dotychczasowych negatywnych doświadczeń nadal prace drogowe wykonywali pańszczyźniani chłopcy w ramach swojej wobec feudała podległości. W tym czasie na zachodzie Europy – w Anglii opiekę nad drogami powierzono „spółkom mytniczym”, które z dochodów finansowały utrzymanie traktów; we Francji od początków XVII wieku budowa i utrzymanie dróg podlegały centralnie ministerstwu, w 1716 roku powołano Korpus Dróg i Mostów, a trzydzieści lat później słynną na całym świecie *Ecole Nationale des Ponts et des Chaussées*.

Sejm usiłował również zmienić zasady poboru opłat celnych i zlikwidować archaiczne nadania – jak można się spodziewać – bezskutecznie. Szlachta nie była skłonna do rezygnacji ze swych przywilejów.



Marszałek wielki koronny Franciszek Bieliński kierował powołaną w 1740 r. Komisją Brukową



Brukowany rynek krakowski na gwaszu z 1804 r. Michała Stachowicza przedstawiającym wprowadzenie na rynek dział rosyjskich zdobytych pod Racławicami

W przypadku komory celnej w Skawinie, dzierżawionej przez książąt Czartoryskich od 1502 roku, doszło do starcia między siłami królewskimi a służbą magnacką. Zwycięski Czartoryski nie dość, że utrzymał swoje źródło dochodu, to jeszcze zaskarżył działania królewskich celników.

Bezpośrednie trakty, łączące aktywnie współpracujące wcześniej miasta pozostały jedynie pomiędzy Toruniem i Poznaniem oraz Krakowem i Lwowem. Średniowieczna sieć drogowa między Wisłą a Odrą zaczęła zanikać – powstał nowy schemat dróg w centrum Warszawy. Trakty zbiegające się w niej stały się drogami głównymi, a ułożone koncentrycznie drogi obwodowe nabrały charakteru lokalnego. *Via magna*, prowadząca kiedyś główny ruch pomiędzy Poznaniem a Krakowem, opustoszała.

Odzwierciedleniem tego układu komunikacyjnego jest pierwsza mapa Królestwa z naniesioną siecią dróg, mostami i brodami rzecznyymi przygotowana w 1772 roku przez Rizziego Zannoniego. Ponieważ jednak autor nigdy w Polsce nie był, a pracował na materiałach dostarczonych mu z kraju, dokument obarczony jest wieloma błędami. Nie oznaczono na przykład żadnego z istniejących punktów przepraw przez Wisłę, które współcześnie funkcjonowały w Puławach, Annopolu czy Sandomierzu. Opublikowane dwadzieścia lat później mapy Karola de Perthéesa (niestety nie zachowały się do dziś w całości) wydają się być bardziej dokładne – autor rozróżnił trzy rodzaje dróg: drogi pocztowe, gościńce i drogi zwykłe. Obydwa dokumenty potwierdzają funkcjonowanie głównego węzła komunikacyjnego z Warszawy.

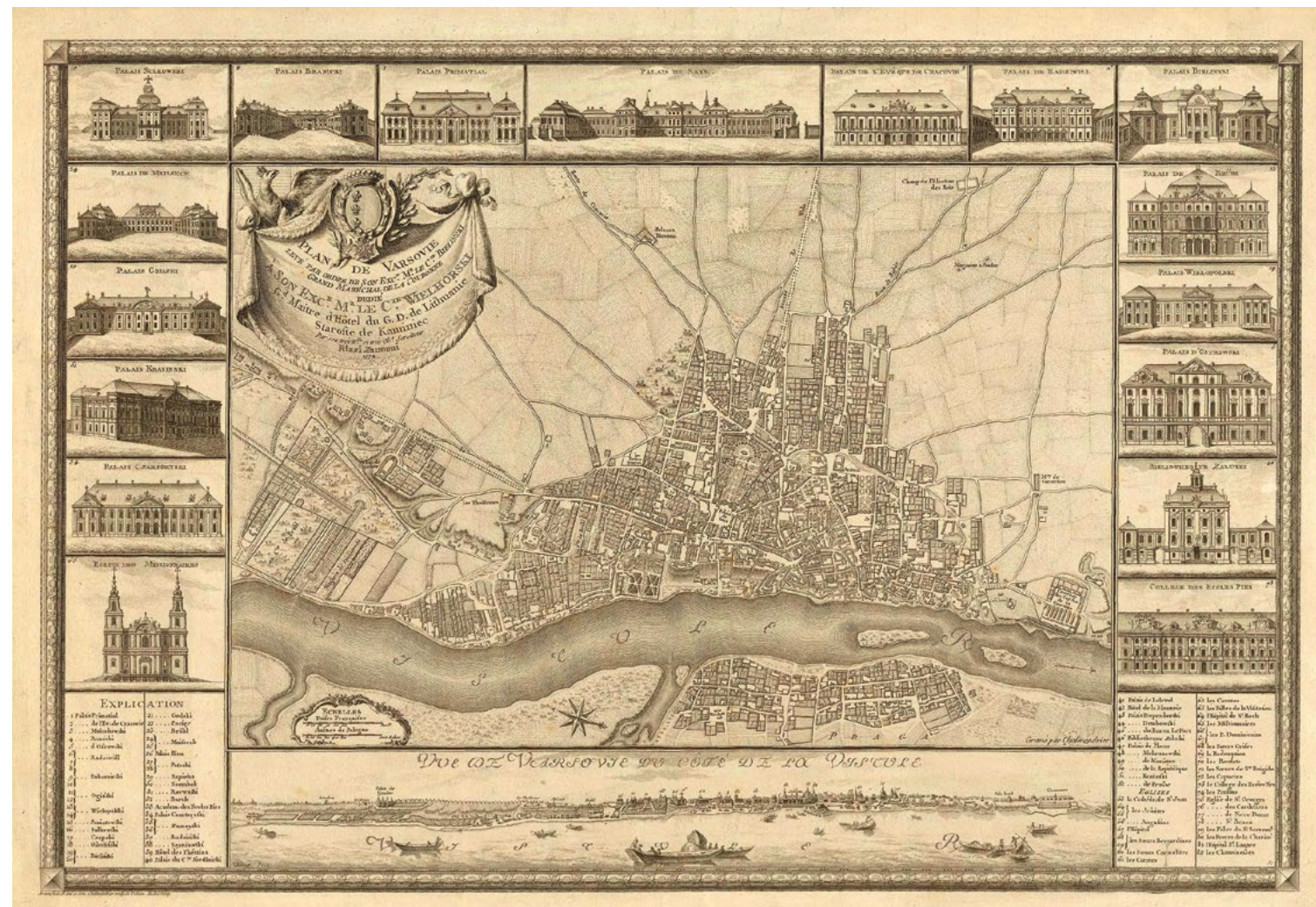
XIX w. – początek XX w.

W XIX wiek ziemie polskie weszły pod rządami trzech mocarstw, z różnymi poziomami autonomii i odmienną administracją – ślady tej sytuacji do dziś widoczne są w kontrastach pomiędzy różnymi częściami kraju. Administracje zaborców dążyły do włączenia nowych terenów we własny system transportowy. W zaborze austriackim – pod rządami cesarzowej Królestwa Austro-Węgier już w 1775 roku powołano Dyрекcję Generalną Budowy Dróg w Galicji i Lodomerii. Jej szefem został Jan Gross i przez kolejne 30 lat wybudował prawie 2 tys. km dróg bitych. W latach 1777-1779 postawił on stały most drewniany nad Sanem w Przemyślu, który *spoczywał na trzech kamiennych filarach, był cały dachem pokryty i mierzył 80 sążni długości*. Konstrukcja przetrwała do 19 lipca 1845 roku, kiedy podczas powodzi rzeką spłynęło kilkanaście galarów, które oparły się o filary, nadwyrężyły je i spowodowały upadek mostu. Drewniane pozostałości rozebrano i w jego miejscu wybudowano w tym samym roku nową przeprawę. Pod kierownictwem Jana Grossa powstało w Galicji jeszcze ponad 3 tys. mostów i przepustów, z których największymi – oprócz wspomnianego wyżej – były jeszcze: most przez rzekę Białą niedaleko Tarnowa, przez Rabę pod Droginią oraz przez Wisłok w Rzeszowie.

Gross stosował w konstrukcji dróg własną metodę, która polegała na układaniu czterech – nieprzekraczających w sumie grubości 50 cm – warstw żwiru lub tłucznia. Taką samą nawierzchnię kładł też na drewnianych jezdniach mostów.

W latach 1780-1790 powstała „droga cesarska”, czyli gościńiec wiedeński łączący Lwów z Białą i dalej prowadzący do Wiednia. Zmodernizował również stary trakt handlowy na 118-kilometrowym odcinku od Przełęczy Dukielskiej do Przemyśla.

Po śmierci Jana Grossa rozwój galicyjskich dróg trwał nadal – w 1817 roku na mocy ustawy zdefiniowano nowy podział dróg z uwzględnieniem ich rangi: były to trakty handlowe, pocztowe oraz drogi i gościńce o znaczeniu lokalnym. Każda z dróg otrzymała swoją nazwę. W 1824 roku rząd zniósł przymusowy szarwark, zastępując go pracą najemną wyspecjalizowanych firm. W następnej ustawie drogowej z roku 1866 zdefiniowano podział dróg na krajowe, powiatowe i gminne, a na początku XX wieku – w 1907 roku uchwalono powstanie powiatowych i miejscowych funduszy drogowych, które miały finansować budowę i utrzymanie sieci traktów.



Karta mapy sieci komunikacyjnej Królestwa Polskiego Rizziego Zannoniego z 1772 r.

Trzeba zaznaczyć, że wszystkie te działania rząd galicyjski podejmował niejako wbrew władzom cesarskim, które, widząc w Galicji pole przyszłej wojny z Rosją, blokowały inicjatywy łączenia jej szybkimi drogami z Austrią. Dzisiejsza „Zakopianka” powstała dopiero po interwencji cesarza, który zignorował obiekcje wojskowych.

Pod koniec XIX wieku galicyjskie drogi obfitowały w kontrasty, jak zauważa drogomistrz z Tarnowa: *drogi tak zwane eraryalne, których utrzymanie do rzędu należy, i drogi krajowe, które prowadzone przez ludzi fachowych, dają poniekąd pewną gwarancję swej dobroci i trwałości*, natomiast drogi gminne i powiatowe *w licznych miejscowościach przez pewną tylko część roku (...) są możliwe do przebycia a w wielu razach*

całe osady i okolice są niejako odcięte od reszty świata. (...) Są u nas miejscowości i całe nawet powiaty, w których polepszenie dróg pozostaje w odwrotnym stosunku do postępu czasu, a źle zrozumiane obowiązki pozornych ulżeń i brak niezbędnej w wielu razach presji, stają się powodem, że drogi komunikacyjne są w stanie przedpotopowym i często bez narażenia się na utratę życia lub kalectwo, przebywać ich nie można. Ilościowo stan dróg przedstawiał się następująco: dróg państwowych było 2900 km, krajowych 1800 km, powiatowych 1700 km, a gminnych ok. 2000 km.

Na terenie Królestwa Prus rozwój sieci dróg następował znacznie szybciej – w połowie XIX wieku Śląsk miał ok. 2400 km dróg bitych i był jednym z przodujących w tej dziedzinie

regionów kraju. Wynikało to z gwałtownego rozwoju przemysłu i konieczności skomunikowania największych ośrodków górniczych i hutniczych. Z kolei w Prusach Wschodnich sytuacja wyglądała zgoła inaczej – w 1816 roku było tam 9 km dróg bitych, a w latach czterdziestych – ok. 100 km!

W 1817 roku wydano – po ustaleniu kierunków budowy – „Plan budowy szos w Królestwie Pruskim”. W latach 20. XX wieku rozpoczęto intensywną rozbudowę dróg w Wielkopolsce – powstał trakt z Bydgoszczy do Rusinowa, gdzie krzyżował się z trasą Berlin – Królewiec, w 1826 roku zaczęto budowę traktu Poznań – Berlin, a w 1835 roku z Poznania na Śląsk. W efekcie w latach 70. XIX wieku w regionie było ponad 2000 km dróg.



Prace brukarskie w okolicy wiaduktu nad Powiślem w Warszawie, początek XX w.

Na terenie zaboru rosyjskiego również energicznie zajęto się sprawami dróg. Choć w okresie wojen napoleońskich i krótkiego istnienia Księstwa Warszawskiego politykę zdominowały sprawy zbrojeń, to zaszło kilka faktów, o których należy wspomnieć.

W 1808 roku rozpoczął działanie Centralny Zarząd Dróg, przeprowadzano naprawy i konserwację dróg oraz uruchomiono linię dyliżansu pomiędzy Warszawą a Poznaniem. Od roku 1810 zaczęły powstawać stanowiska inspektorów dróg i mostów, najpierw w departamencie łomżyńskim, następnie w krakowskim i innych. Pierwszy podręcznik budowy mostów ukazał się w 1812 roku, jego autorem był ks. Sebastian Sierakowski, społecznik żywo zaangażowany w sprawy budownictwa.

Po upadku kampanii napoleońskiej i ukonstytuowaniu się Królestwa Polskiego o stosunkowo dużej autonomii, przystąpiono do dalszej rozbudowy sieci drogowej. Komisja Rządowa Spraw Wewnętrznych powołała w 1819 roku Dyрекcję Jeneralną Dróg i Mostów, która miała być złożonym z profesjonalistów zespołem nadzorującym naprawy, budowę i utrzymanie sieci drożnej kraju. Na czele Dyrekcji stanął generał Franciszek Ksawery Christiani i piastował to stanowisko do roku 1832. Gdy po upadku powstania listopadowego instytucję zlikwidowano, a w jej miejsce powołano Dyрекcję Komunikacji Lądowych i Wodnych, także kierował nią Christiani. Przez 23 lata pod jego kierownictwem stworzony został cały system traktów bitych, które dały podstawę współcześnie istniejącej sieci komunikacyjnej.

Do 1842 roku powstało 2195 km dróg bitych i 20 traktów ze stałymi mostami na rzekach. Był to przede wszystkim trakt brzeski (prawie 190 km) oraz trakty: kalisko-poznański, kowieński, krakowski, fabryczny (prowadzący przez Łódź do Kalisza) i trakt toruński. Do budowy wykorzystywano przede wszystkim świadczenia w ramach szarwarku – budowa jednego kilometra pochłaniała w tym czasie około *trzy tysiące dniówek pieszych i tysiąc sto sprzężajnych*, a często bywało tak, że gotówką pokrywano jedynie wydatki na *mosty, poręcze i narzędzia do budowy*.

Do połowy XIX wieku dominowała technologia budowy dróg opracowana przez francuskiego inżyniera Piotra Trésagueta. Dolną warstwę płaskich kamieni ustawiano w pionie, a na nią sypano warstwę żwiru. Następnie ubijano drogi specjalnymi walcami – uzyskiwano w ten sposób w miarę jednorodną nawierzchnię o grubości nieprzekraczającej 30 cm. Drogi te miały prawidłowy już przekrój poprzeczny, rozmieszczone po obu stronach rowy i szerokość od 3,6 do 5,4 metra. Sieć drożna w 1849 roku przekroczyła długość 2303 km, tworzyły ją osiem traktów głównych oraz drogi lokalne. W centrum tego systemu znalazła się Warszawa.

W późniejszych latach budowano drogi już przy wykorzystaniu systemu McAdama, który w pierw zdobył popularność na Wyspach Brytyjskich. W tej technologii zamiast dolnej warstwy kamieni używano podsypki z grubego żwiru, na który przychodziła warstwa o frakcji mniejszej. Obie te warstwy ubijano oddzielnie specjalnymi walcami. Choć technika ta była bardziej materiałochłonna jeśli chodzi o żwir, to zyskiwano na czasie – głównie dzięki mechanizacji prac. Nie trzeba już było układać ręcznie kamieni stanowiących dolną warstwę, robiono to przy pomocy

tw. maszyn makadamizacyjnych. System ten stał się popularny na całym świecie, w niektórych jego odmianach górną warstwę żwiru zaczęto mieszać ze smołą – był to tzw. tarcadam.

Postęp cywilizacyjny wprowadzał nowy środek transportu – samochód, natomiast drogi w systemie Trésagueta i MacAdama dostosowane były do trakcji konnej. Tłuczeń, który w trakcie ubijania polewano wodą i pokrywano kolejnymi warstwami: kłińca, grysika i miálu kamiennego, tworzył w miarę monolityczną nawierzchnię. Gdy przy budowie używano materiału jednorodnego – a takie były zasady XIX-wiecznych budowniczych – droga ścierała się w sposób równomierny i pozostawała gładka. Ruch pojazdów konnych – dość powolny, o kołach z obręczami stalowymi, powodował dodatkowe jej ubijanie. Natomiast poruszające się na gumie (i o wiele szybciej) samochody miały na taką nawierzchnię wpływ destrukcyjny. Przy większym natężeniu ruchu, powstające za obracającym się szybko kołem samochodu podciśnienie „wysysało” słabe lepyszczce i powodowało obłuzowywanie się większych kawałków tłucznia.



Brukowany plac przed Pałacem Staszica w Warszawie



Budowa drogi Sarnaki-Konstantynów, 1930 r.

Dodatkowym problemem były potężne tumany kurzu wzbudzane przez przejeżdżające samochody – pomijając dyskomfort, stanowiły one poważne niebezpieczeństwo dla użytkowników dróg, a dodatkowo pył niszczył silniki drogowych samochodów.

Również ukształtowanie dróg – ostre łuki, wyrzuszenia na mostach, brak wyprofilowanych zakrętów oraz niedostateczna szerokość jezdni – powodowało, że samochody poruszały się zbyt wolno. Rozwój komunikacji automobilowej wymagał przebudowy całego systemu dróg, przed takim zadaniem stanęła niepodległa Polska w 1918 roku. Dodatkowo, polskie drogi były kompletnie zdewastowane w wyniku działań wojennych, ale nie tylko: *stan dróg pogorszył się też w byłym zaborze niemieckim i zachodniej Małopolsce, które nie odczuły zgubnych skutków wojny.*

Jak odnotowano, po odzyskaniu niepodległości przeszło 4000 km dróg bitych, czyli blisko 10% całej sieci, jaką Polska odziedziczyła po zaborcach, wymagało gruntownej odbudowy, nawierzchnia była tak zniszczona, że drogi te stały się z powrotem gruntowymi. Około 40% sieci drogowej, czyli przeszło 18 000 km dróg, posiadało nawierzchnię tłuczniovą o grubości minimalnej. Wszystkie te drogi wymagały remontu kapitalnego.

Okres międzywojenny

W dwudziestolecie międzywojennym pierwszoplanową rolę w polskim drogownictwie odgrywał profesor Melchior Władysław Nestorowicz, z którego sylwetką warto się zapoznać. Urodził się w 1880 roku w Siedlcach, w 1904 roku ukończył z dyplomem inżyniera budowlanego I stopnia Warszawski Instytut Politechniczny im. Mikołaja II. Od 1905 roku pracował w służbach drogowych Królestwa – jako inżynier powiatowy w Koninie, a następnie inżynier gubernialny w Kaliszu. W roku 1918 rozpoczął pracę w polskiej administracji – najpierw jako kierownik referatu, a później wydziału drogowego w Ministerstwie Spraw Wewnętrznych. Od 1921 roku pełnił funkcję dyrektora Departamentu Drogowego w Ministerstwie Robót Publicznych, a po przejściu w 1934 roku na emeryturę nadal aktywnie działał w Radzie Technicznej Ministerstwa



Mieszanie gruntu doziarnionego z cementem na sucho, lata międzywojenne

Komunikacji i Państwowej Radzie Komunikacji. Zmarł w Krynicy w dniu rozpoczęcia drugiej wojny światowej; pochowano go na warszawskich Powązkach.

Profesor Nestorowicz był autorem trzech zasadniczych dla drogownictwa polskiego ustaw sejmowych: o budowie i utrzymaniu dróg publicznych z 1920 roku, o przepisach porządkowych na drogach publicznych z 1921 roku oraz o Państwowym Funduszu Drogowym z roku 1932. Efektem jego wieloletniej pracy było ujednolicenie struktur administracji drogowej w II Rzeczypospolitej i połączenie odmiennych systemów drogowych trzech zaborów w jednolitą sieć komunikacyjną. Był również organizatorem i założycielem Stowarzyszenia Członków Polskich Kongresów Drogowych oraz jego wieloletnim prezesem. Oprócz pracy zawodowej angażował się w działalność akademicką, w 1925 roku obronił pracę habilitacyjną „Sprawa drogowa w Polsce” na Politechnice Warszawskiej, gdzie następnie objął katedrę na Wydziale Inżynierii Lądowej. Kierował pierwszym w kraju Drogowym Instytutem Badawczym zajmującym się technologią nawierzchni oraz badaniami materiałów do budowy dróg.

Jeszcze w 1913 roku Nestorowicz opublikował w „Przeglądzie Technicznym” artykuł „Stan dróg kołowych Królestwa Polskiego”, który stanowił próbę inwentaryzacji infrastruktury drogowej w zaborze rosyjskim. Autor w szczegółowy sposób zestawiał i zanalizował prawie wszystkie drogi państwowe i gubernialne w granicach prowincji, podał ich długości z rozróżnieniem nawierzchni (ile wiorst szosy, ile bruku, ile drogi gruntowej), parametry powłoki szabrowej oraz ogólne oceny jakości. Oczywiście, działania wojenne mocno zdezaktualizowały te dane, lecz i tak był to pierwszorzędny materiał informacyjny dla odbudowującego się państwa.

Melchior Nestorowicz kończył swój artykuł mało optymistycznie: *Liczby te w zupełnie dosadny sposób pokazują, jak słabo jest rozwinięta sieć dróg bitych w Królestwie Polskim i jak pilna i gwałtowna zachodzi potrzeba nie tylko przyprowadzenia do porządku istniejącej sieci, ale i rozszerzenia jej do normy uwarunkowanej potrzebami kraju.*



Ustawianie krawężników, droga Żory-Rybnik-Debic, 1933 r.



Budowa nawierzchni drogi Żory-Rybnik-Debic, 1933 r.



Budowa nawierzchni drogi Żory-Rybnik-Debic, 1933 r.



Układanie nawierzchni drogi Żory-Rybnik-Debic, 1933 r.



Wałowanie nawierzchni Żory-Rybnik-Debic, 1933 r.



Ubijanie bruku „babą”, Kornica 1929 r.

W kilka lat po napisaniu tych słów ich autor sam miał szansę na zrealizowanie swych postulatów – pod tym względem trudno wyobrazić sobie lepszą osobę na czele resortu drogownictwa.

Podstawowym aktem prawnym normującym temat drogownictwa była wspomniana wcześniej ustawa „O budowie i utrzymaniu dróg publicznych w Rzeczypospolitej Polskiej” uchwalona 10 grudnia 1920 roku (nota bene – obowiązywała przez następne czterdzieści dwa lata – aż do roku 1962!). Przy organizowaniu administracji drogowej – od czego należało zacząć – napotkano na poważne trudności z powodu braku fachowców, gdyż rządy zaborcze, z wyjątkiem austriackiego, zupełnie lub prawie zupełnie nie dopuszczały Polaków do administracji drogowej. Jednak po kilku latach sytuacja w tej kwestii unormowała się, a wydatki na budowę i utrzymanie dróg systematycznie rosły.

Ministerstwo Robót Publicznych zorganizowało masową produkcję materiałów do budowy nawierzchni drogowych. Rozbudowano kamieniołomy i wytwórnie klinkieru – w ciągu dwudziestolecia produkcja państwowych zakładów wyniosła ponad 4 mln ton kamienia i 100 mln sztuk klinkieru. Pracę w tych zakładach znalazło ponad 5 tys. osób. W latach 1934–1935 w kamieniołomach w Janowej Dolinie i Zagnańsku Ministerstwo Komunikacji rozpoczęło budowę wzorowych osiedli robotniczych i urzędniczych (...).



Betonowanie płyty na moście na rzece Kwisa w Szczecinie, okres międzywojenny

Zbudowano domy społeczne, w których znalazły pomieszczenie sale kinowe i teatralne, świetlice organizacji społecznych, kuchnie i jadalnie dla robotników.

Przez pierwsze dziesięciolecie istnienia II Rzeczypospolitej dążono w pierwszym rzędzie do naprawy zniszczeń wojennych i utrzymania sieci drogowej w stanie spełniającym potrzeby gospodarki. Inwestycje w nowe drogi były na drugim planie, choć wiele samorządów we własnym zakresie tworzyło nowe trakty i to właśnie stanowiło główny czynnik postępu. O ile bowiem do 1928 roku państwo wybudowało około 300 km dróg, to samorządy (głównie powiaty) – ponad 2800 km, a w samym roku 1928 w budowie było 180 km dróg państwowych i 900 km samorządowych.

W pierwszej dekadzie w budowie dróg dominowała jeszcze technologia nawierzchni tłuczniowych oraz brukowanych z kamienia polnego i łamanego. Jedynie niewielki procent stanowiły tzw. drogi ulepszone – kostkowe, asfaltowe czy klinkierowe, ale udział ich rósł wraz z rozwojem ruchu samochodowego. Proporcje obciążenia dróg państwowych (na takich jedynie prowadzono regularne pomiary) wzrosły z 9% ruchu mechanicznego w roku 1926 (35 ton na dobę), do 30% w roku 1930 (143 tony na dobę) i nic nie wskazywało na to, by tendencja ta miała się odwrócić. W tej sytuacji stosowanie nowoczesnych nawierzchni stało się koniecznością.



Prace geodezyjne, 1933 r.

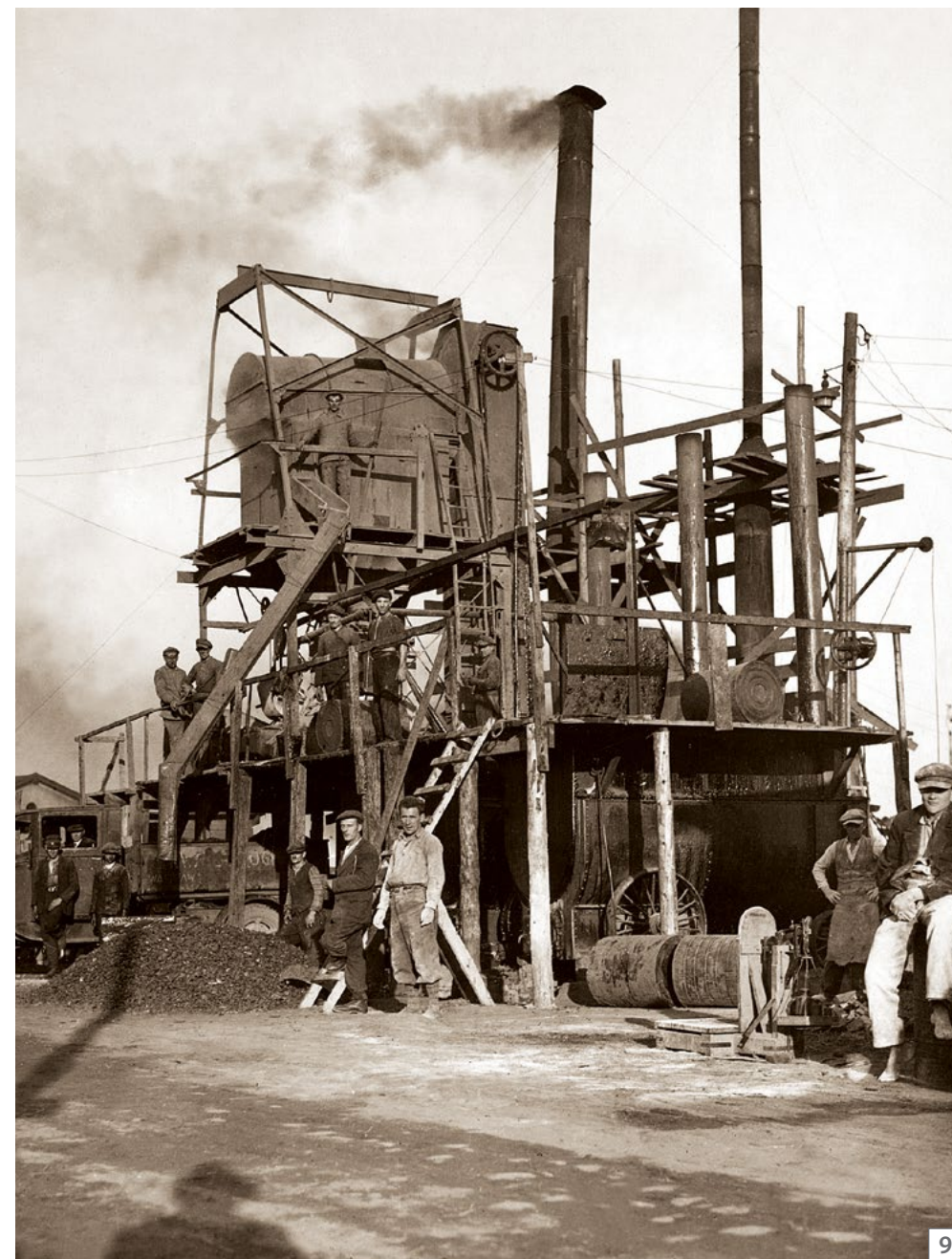
Dzięki dobremu zapleczu surowcowemu w postaci dużych złóż ropy naftowej, szybko wprowadzano do użytku lepszycza bitumiczne – smołę i asfalty. Tę pierwszą stosowano do nawierzchni typów lekkich (do 500 pojazdów na dobę) i średnich (do 1 tys. pojazdów na dobę), natomiast asfalty dominowały na drogach przeznaczonych do ruchu ciężkiego – powyżej 1 tys. pojazdów na dobę. Zdolność produkcyjna największego wytwórcy smoły – Związku Koksowni w Katowicach – wynosiła ok. 30 tys. ton rocznie i ponad dziesięciokrotnie przekraczała bieżące zapotrzebowanie kształtujące się na poziomie 3 tys. ton. Pochodzący z polskich rafinerii asfalt również ilościowo zupełnie zaspokajał potrzeby drogowców – w 1937 roku zużyto go ok. 6 tys. ton, podczas gdy produkcja wyniosła ponad 20 tys. ton.

Od 1930 roku możemy mówić o użyciu betonu do budowy dróg – o ile bowiem pierwsza taka nawierzchnia powstała w 1912 roku na ul. Franciszkańskiej w Krakowie – to był to jeden z niewielu takich przypadków. Wcześniej cement wykorzystywano jedynie na bardzo krótkich odcinkach, a technologie do tego używane były dość prymitywne. Generalnie jednak stosowanie tego materiału nadal było śladowe – do wybuchu drugiej wojny światowej wybudowano jedynie ok. 200 km dróg o betonowych nawierzchniach. Z konieczności budowy nowoczesnych dróg samochodowych zdawano sobie oczywiście sprawę, lecz nie była to kwestia tak jednoznaczna, jak moglibyśmy – patrząc z dzisiejszej perspektywy – sądzić.



Budowa drogi na Podhalu, 1935 r.





fot. 1-7.
Budowa mostu drogowego przez Skawinę w Makowie Podhalańskim, 1935 r.

fot. 8.
Budowa mostu na rzece Ropie w ciągu drogi Szymbark-Bystra, 1934 r.

fot. 9.
Instalacja maszyny do produkcji asfaltu, Żory-Rybnik-Debic, 1933 r.



Budowa mostu drogowego przez Skawinę w Makowie Podhalańskim, 1935 r.

O ile na zachodzie Europy udział ruchu samochodowego w całości ruchu drogowego wynosił ok. 80%, to w Polsce w roku 1934 był na poziomie 20%. Wynikające z tego wnioski zmuszały do stosowania *specjalnych typów nawierzchni, odpornych na szkodliwe działanie żelaznych obręczy wozów oraz haceli i podków koni, a zatem nawierzchni drogowych, co wobec niewielkich w ogóle środków finansowych, jakie posiadaliśmy na drogi, zmniejszało zakres robót, prowadzonych przy przebudowie dróg w okresie 20-lecia.*

W marcu 1939 roku profesor Nestorowicz opublikował w „Drogowcu” artykuł „Problem budowy dróg samochodowych (autostrad) w Polsce”, będący podsumowaniem prawie dwudziestoletniej dyskusji i prac nad przygotowaniem sieci autostradowej w Polsce. Uznawał on konieczność stworzenia sieci szybkich dróg samochodowych, lecz był też bezlitosnym realistą: *Terminu rozpoczęcia budowy dróg samochodowych obecnie nie da się przewidzieć: w każdym razie nie może to nastąpić przed uporządkowaniem sieci dróg zwykłych. Wcześniejsze rozpoczęcie budowy dróg samochodowych na niektórych szlakach mogłoby nastąpić wyłącznie na żądanie czynników odpowiedzialnych za obronę kraju. (...) wydatki na budowę dróg samochodowych nie mogą uszczuplić środków potrzebnych na utrzymanie, przebudowę i zagęszczenie sieci dróg zwykłych.*

Autor zdawał sobie sprawę z odmienności warunków polskich i panujących w zachodniej Europie: *niezwłoczne rozpoczęcie budowy dróg samochodowych w skali, w jakiej budowane są tego typu drogi w Niemczech, byłoby przysłowiowym przypięciem kwiatka do kożucha, ale rozpoczęcie studiów ekonomicznych i technicznych nad budową sieci potrzebnych dla Polski dróg samochodowych jest rzeczą, do której przystąpić należy bezzwłocznie.* W końcowej części referatu Nestorowicz załącza wykaz postulowanych tras autostradowych w kraju z podziałem na dwie kategorie pod względem ważności i pilności realizacji. Ogółem planowano wybudowanie prawie 5 tys. km dróg automobilowych w okresie nadchodzących 30 lat. Ze zrozumiałych względów politycznych, projekty te nie doczekały się realizacji.



Instalacja maszyny do produkcji asfaltu, Żory-Rybnik-Debicz, 1933 r.

W latach 1936-1939 prowadzono prace przy budowie „drogi I-szej kolejności” na trasie Gdynia-Bydgoszcz-Łódź-Katowice, była ona projektowana z jednojezdniową nawierzchnią betonową. Do wybuchu drugiej wojny światowej otwarto odcinek o długości 11 km pomiędzy miejscowościami Osiek-Skórcz-Lubichowo, niestety nie dokończono prac pomiędzy Warlubiem i Osiekiem.

Współcześnie, po ułożeniu nawierzchni bitumicznej, projektowana przedwojenna autostrada znajduje się w ciągu drogi wojewódzkiej nr 214, prowadzącej z Łeby do Warlubia i tam łączącej się z drogą krajową nr 1.

Trudno jednoznacznie podsumować okres międzywojennego dwudziestolecia. Z jednej strony mieliśmy inwestycje o wiele za mało w stosunku do potrzeb, z drugiej zaś pamiętać należy o katastrofalnym stanie zarówno infrastruktury, jak i administracji, które po zakończeniu pierwszej wojny światowej w zasadzie trzeba było tworzyć na nowo.

Na pewno warto docenić pracę ludzi – entuzjastów w rodzaju Melchiora Nestorowicza – traktujących swój zawód jako powołanie i poświęcających dobru publicznemu wszystkie swoje wysiłki i talenty. Działający w ciągu dwudziestolecia zespół ludzi oddanych sprawie drogownictwa i etos, który ich połączył, dały swoje efekty w przyszłości – podczas odbudowy Polski po zniszczeniach kolejnej wojny.

Liczbowo podsumowanie w roku 1939 wyglądało następująco: mieliśmy w Polsce 64,5 tys. km dróg o twardej nawierzchni (w tym 14 tys. państwowych, ponad 35 tys. wojewódzkich i powiatowych oraz ok. 13 tys. km dróg gminnych). Pod względem jakościowym również dał się zauważyć postęp – w momencie odzyskania niepodległości było w kraju ok. 500 km dróg o ulepszonej nawierzchni, 20 lat później – ponad 7 tys. km, a były one na tyle dobre, że wiele z nich przetrwało ponad 30 lat. Ogółem powstało w kraju 20 tys. km nowych dróg, ich gęstość wzrosła do 16,5 km na 100 km².



Zniszczony w wyniku działań wojennych most przez Wisłę we Włocławku, 1945 r.

Okres PRL

W okresie drugiej wojny światowej i okupacji sprawy polskiego drogownictwa – choć oczywiście mniej priorytetowe – nie zostały zapomniane. Rząd emigracyjny w Londynie przygotowywał powojenne plany budowy autostrad i włączenia kraju w europejski system transportowy, trwały prace nad aktami prawnymi. Naczelną postacią w drogowych strukturach emigracyjnych był Aleksander Gajkowicz, absolwent Politechniki Warszawskiej – wybitny inżynier, przedwojenny naczelnik Wydziału Budowy Dróg w Ministerstwie Komunikacji. Już w 1944 roku został Dyrektorem Departamentu Dróg Publicznych działającego w ramach PKWN w Lublinie i doprowadził do szybkiego przyjęcia przygotowanego w okresie okupacji projektu ustawy o organizacji administracji drogowej.

W 1945 roku inż. Eugeniusz Buszma pisał: *Wojna skończyła się dla żołnierzy frontowych.*

My jednak „cywile” żyjemy w czasie ogólnej mobilizacji wszystkich sił. Zdevastowany przez wojnę i okupację kraj czeka na armie budowniczych, które doprowadzą go do porządku, odbudują zniszczone osiedla i komunikację. Polska Rzeczpospolita Ludowa z perspektywy rozwoju infrastruktury drogowej była silnie skonstrastowana. O ile tzw. Ziemia Odzyskana miały dość dobrze rozbudowaną sieć drożną o przeważnie ulepszonej nawierzchni dostosowanej do ruchu samochodów, to w reszcie kraju, a najbardziej w województwach wschodnich, były ich śladowe ilości. Powtarzała się więc sytuacja, z którą mierzyli się polscy drogowcy u progu II Rzeczypospolitej – mieli przed sobą dwa światy, dwa organizmy, które należało połączyć i przystosować do sprawnego funkcjonowania w nowych warunkach. Przyszły dyrektor Centralnego Zarządu Dróg Publicznych zauważał, że



Odbudowa wiaduktu w Chabówce, 1946 r.

nie należy się ograniczyć tylko do doprowadzenia obiektów zniszczonych do stanu normalnego (...) Jednym z zasadniczych zadań przy odbudowie Państwa jest stworzenie z dzielnic starych i nowo odzyskanych jednej organicznej całości.

31 grudnia 1945 roku w Polsce było prawie 91 tys. kilometrów dróg o twardej nawierzchni, ale jedynie 22 tys. km miało nawierzchnię ulepszoną – wykonaną z kostki, asfaltu lub betonu. Średnia gęstość dróg wynosiła 29 km/100 km², lecz wskaźnik ten był bardzo zróżnicowany geograficznie – np. na Dolnym Śląsku wynosił aż 57 km/100 km², a na Podlasiu jedynie 16 km. Jak można się domyślać, stan techniczny wszystkich dróg był bardzo zły, a większość przepraw mostowych została zniszczona w czasie działań wojennych.

Przez dwa lata koncentrowano się jedynie na odbudowie istniejących

połączeń, aby umożliwić w miarę sprawną komunikację na terenie kraju, bowiem jedynie 27 tys. km dróg publicznych dostępnych było dla ruchu autobusów. Od roku 1947 rozpoczyna się proces modernizacji dróg – stopniowo ulepszano stare nawierzchnie. Plan Trzyletni przewidywał, że *w zakresie dróg kołowych nastąpi:*

- stopniowe poprawianie istniejącej sieci drogowej celem całkowitego powstrzymania w roku 1949 jej niszczenia;
- odbudowa mostów stałych na najważniejszych szlakach;
- częściowa przebudowa nawierzchni najbardziej zniszczonych dróg.

Zakładano odbudowę dróg: w 1947 roku – 1 tys. km, w 1948 roku – 1,6 tys. km, w 1949 – 1,9 tys. km, większy nacisk położono na odbudowę przepraw, których planowano naprawić w 1947 roku – 8,2 tys. m, w 1948 – 15,4 tys. m i w 1949 – 14,7 tys. m.



1



2



3

- fot. 1.
Budowa drogi, 1956 r.
- fot. 2.
Wykonanie nawierzchni bitumicznej na moście
w miejscowości Głębokie, 1958 r.
- fot. 3.
Budowa drogi nr 213 Jasna-Podpłomień, 1954 r.
- fot. 4.
Budowa drogi w Szczucinie, 1956 r.
- fot. 5.
Aparat do mechanicznego, ciśnieniowego czyszczenia
konstrukcji stalowych, Nowy Sącz, 1960 r.
- fot. 6.
Rejon Eksploatacji Dróg Publicznych w Lwówku
Śląskim, otaczarka kruszywa, 1959 r.



4



5



6



Obciążenie próbne odbudowanego w 1948 r. mostu Piłsudskiego w Krakowie



Uczestnicy Kursu Drogomistrzów województwa warszawskiego i mazurskiego, 1948 r.

Jednak dopiero realizacja Planu Sześcioletniego z jego naciskiem na inwestycje, spowodowała realny wzrost ilości nowoczesnych dróg w kraju. W uchwalonym w 1950 roku dokumencie planowano wybudować ponad 6,5 tys. km nowych dróg o nawierzchni twardej, przebudować około 4 tys. km nawierzchni drogowej na typ wyższy, odbudować ponad 850 km nawierzchni ulepszonej, wybudować 30 tys. m.b. nowych mostów drogowych, odbudować około 30 tys. m.b. mostów zniszczonych i przebudować około 5 tys. m.b. mostów prowizorycznych na mosty stałe; w zakresie większych mostów drogowych wybudować 12 obiektów na Wiśle, 3 na Narwi i 3 na Odrze; zwiększyć w ten sposób ogólną długość dróg twardych o 6,8%, dróg o ulepszonej nawierzchni o 14% i mostów czynnych o 38%. Jednak rzeczywistość nie chciała się sama dostosować do dokumentów sygnowanych przez prezydenta Bieruta – w okresie realizacji planu sześcioletniego przybyło jedynie 1245 km dróg o twardej nawierzchni.



Odbudowa mostu Piłsudskiego w Krakowie, 1946 r.

Połowa lat 50. XX wieku przyniosła ożywienie w polskiej motoryzacji, rozpoczęła się seryjna produkcja samochodów osobowych i ciężarowych. Rozwijane w rządzie koncepcje zmotoryzowania transportu przyniosły również inwestycje w infrastrukturę drogową. W dekadzie 1960-1970 przebudowano i zbudowano łącznie 26 tys. km dróg, z czego 10 tys. km przypadło na drogi państwowe przystosowane do ciężkiego ruchu pojazdów. Modernizacje obejmowały nie tylko wymianę czy wręcz ułożenie nowej nawierzchni, ale dotyczyły całej inżynierii dróg – prostowane były łuki, budowano wiadukty nad torami kolejowymi i pierwsze bezkolizyjne skrzyżowania. Pojawiły się również obwodnice miast i kilkupasmowe drogi wyjazdowe w największych ośrodkach.

Rozwój komunikacji samochodowej – w tym chyba przede wszystkim osobowych „pekaesów”, których przystanek chciała mieć każda wieś – skutkował rozwojem sieci dróg lokalnych i średniego zasięgu. Wpierw skomunikowano ze sobą miasta wojewódzkie, a od 1973 roku intensywnie rozbudowywano połączenia powiatowe i gminne. Poważne zmiany organizacji prac drogowych spowodowała współpraca rządu z ONZ i realizacja w latach 1973-1977 programu „Rozwój sieci drogowej”. Trzeba jednak zauważyć, że największe nawet zaangażowanie i ofiarna praca drogowców były niejako „sabotowane” przez obiektywne warunki biurokratycznego chaosu czasów PRL. Kompetencjami w zakresie drogownictwa obdzielono bowiem aż dwa resorty centralne: Ministerstwo Komunikacji zawiadywało drogami państwowymi, a drogi w miastach podlegały Ministerstwu Gospodarki Terenowej i Ochrony Środowiska, drogi lokalne – Radom Narodowym. Nad wszystkim zaś czuwała wszechwiedząca i nieomylna partia...

W latach 70. XX wieku – jak bumerang – powrócił nieśmiertelny temat autostrad, dał się słyszeć cichy, lecz wyraźnie dochodzący z Powązek głos profesora Nestorowicza, który trzydzieści lat wcześniej pisał: *Polska nie może być wyspą w Europie bez współczesnej sieci dróg samochodowych*. Jak na ironię, w 1971 roku ukazał się w „Drogownictwie” artykuł cytowanego już inż. Eugeniusza Buszmy, w tamtym czasie już dyrektora Centralnego Zarządu Dróg Publicznych, pt. „Budujemy autostrady”. Autor, podobnie jak tuż po zakończeniu wojny, wskazywał na konieczność budowy dróg szybkiego ruchu i autostrad oraz prezentował zarówno analizę współczesnego niezbyt zadowolającego stanu drogownictwa, jak i rysował przejrzysty plan działania w kierunku jego zmiany.



Czyn społeczny – Kraków, 1950 r.



Czyn społeczny – Koszalin, 1974 r.

Według inż. Buszmy, choć w obliczu ruiny drogowej, jaką zastaliśmy po wojnie, plan rozbudowy i ulepszenia sieci drogowej był prawidłowy, to z budową autostrad w Polsce opóźniliśmy się o co najmniej 10-15 lat. W oparciu o wiele analiz, autor rysuje założenia planu realizacji sieci autostradowej, z których najważniejsze to:

1. Rozpoczęcie budowy autostrad powinno nastąpić najpóźniej w roku 1973, (...) do tego czasu konieczne jest utworzenie zaplecza organizacyjnego i technicznego, którego w Polsce nie ma. (...)

2. Należy jednocześnie utworzyć cztery place budowy autostrad a mianowicie: a) na odcinku Wrocław – Gliwice; b) na odcinku GOP; c) na odcinku Kraków-Katowice i d) na odcinku Warszawa-Południe. (...)

3. Należy doprowadzić w ciągu około 3 lat ogólną wydajność w budowie do 80-100 km rocznie.

Najważniejszym rzeczywistym osiągnięciem inwestycyjnym tego okresu była budowa trasy Warszawa-Katowice, do dziś nazywanej „gierkówką” od nazwiska pochodzącego ze Śląska I Sekretarza Komitetu Centralnego, Edwarda Gierka. Zmodernizowano również wiele ważnych dróg: obecną drogą krajową nr 7 z Warszawy do Gdańska wraz z wybudowaniem kilkunastu obwodnic m.in. w Płońsku, Mławie, Nidzicy, Ostródzie, Pasłęku. Powstała również słynna ul. Obwodowa – obwodnica Trójmiasta, bez której trudno sobie dziś wyobrazić komunikację pomiędzy Gdańskiem, Sopotem, Gdynią i południem kraju.



Grzanie smoły w maszynie parowej, Żegiestów, 1960 r.

Pamiętkami tamtego okresu są liczne parkingi, miejsca postoju przy drogach wojewódzkich i punkty widokowe, często ozdobione rzeźbami i pomnikami. Wiele z nich – szczególnie na Kujawach powstało na rocznicę 1000-lecia państwa polskiego – zarówno ich lokalizacja, jak i urządzenie miały wymowę patriotyczną. Dziś, w większości zapomniane i nieremontowane, niestety niszczące, choć nadal spełniają swoją funkcję i pozwalają na chwilowy oddech w podróży.

Znamiennym symbolem niewydolności systemu i zwiastunem nadchodzącego końca epoki jest nieukończona budowa autostrady na trasie Berlin-Moskwa. Według planów inwestycja miała być oddana przed odbywającymi się w 1980 roku w stolicy ZSRR Igrzyskami Olimpijskimi, stąd powszechna nazwa to „olimpijka”. Trasa drogi pokrywa się z obecnie budowaną autostradą A2 – włączony został do niej odcinek do ruchu w 1985 roku odcinek z Wrześni do Konina. Fragment drogi z Nieborowa do Warszawy nie został nigdy ukończony – na niektórych mapach jest on nadal zaznaczany jako „autostrada w budowie”, lecz od dawna nie są tam prowadzone żadne prace. W okolicach Bolimowa mieszkańcy mają do dyspozycji dwupasmową przecinkę w Puszczy Bolimowskiej, częściowo nawet wyasfaltowaną, zaś niedaleko wsi Baranów w powiecie grodziskim można podziwiać prawdziwy las słupów w miejscu projektowanego wiaduktu nad torami Centralnej Magistrali Kolejowej.



Przydrożny parking, 1969 r.

Inną ciekawostką drogownictwa okresu PRL są pojawiające się nagle na dość krętych i wąskich powiatowych oraz wojewódzkich drogach proste odcinki o długości ok. 2 km i szerokości przynajmniej 10 m. Zdezorientowany kierowca ma przez chwilę wrażenie, że znalazł się w innym świecie... ale złudzenie szybko mija. Drogowe Odcinki Lotniskowe, bo o nich mowa, są pozostałością czasów Układu Warszawskiego i dostosowywania infrastruktury do nieuchronnej konfrontacji zbrojnej z kapitalistycznym Zachodem.

W całym kraju było 21 takich odcinków znajdujących się w pobliżu regularnych lotnisk wojskowych, lecz poza jednym nie są już wykorzystywane. Jedynie znajdujący się na północ od Szczecina DOL „Kliniska”

w ciągu drogi wojewódzkiej nr 142 jest nadal utrzymywany w stanie umożliwiającym bezpieczne lądowanie samolotów. Polska była jednym z niewielu krajów europejskich regularnie trenujących swoich pilotów w korzystaniu z tego typu lotnisk polowych, często również zapraszano pilotów zza granicy, którzy nie posiadali u siebie odpowiedniej infrastruktury. Obecnie dwa nowoczesne Drogowe Odcinki Lotniskowe znajdują się w ciągu autostrad: jeden niedaleko Wrześni na A2, a drugi w pobliżu MOP „Jastrząbka” w okolicach 518. kilometra A4.

Bilans 35-lecia Polski Ludowej zamknął się liczbami: 54 tys. km wybudowanych i 87 tys. km zmodernizowanych dróg, w efekcie czego ich gęstość wynosiła 46,8 km/100 km². Powstało jedynie 127 km autostrad.



Budowa autostrady, lata 70. XX w.



Budowa trasy Piechowice-Szklarska Poręba-Jakuszyce-Szczucin

W tym czasie rozpoczął się „I etap reformy gospodarczej”, jak eufemistycznie rząd określał próby ratowania gospodarki kraju, który nieuchronnie dryfował w kierunku katastrofy ekonomicznej. W rzeczywistości polegał on na stopniowym wprowadzaniu mechanizmów rynkowych w system gospodarczy – niestety prawdziwym efektem był ogólny zamęt prawny, organizacyjny i kompetencyjny. Wprowadzono zasadę samofinansowania się przedsiębiorstw i samorządów, co w rzeczywistości ograniczyło się do potężnych cięć centralnych dotacji przy bardzo skąpych rzeczywistych dochodach tych instytucji. W tej sytuacji większość inwestycji została wstrzymana, natomiast na bieżące utrzymanie dróg przeznaczano kwoty zdecydowanie zbyt małe – często niewystarczające nawet na wszystkie konieczne i bieżące naprawy. ■



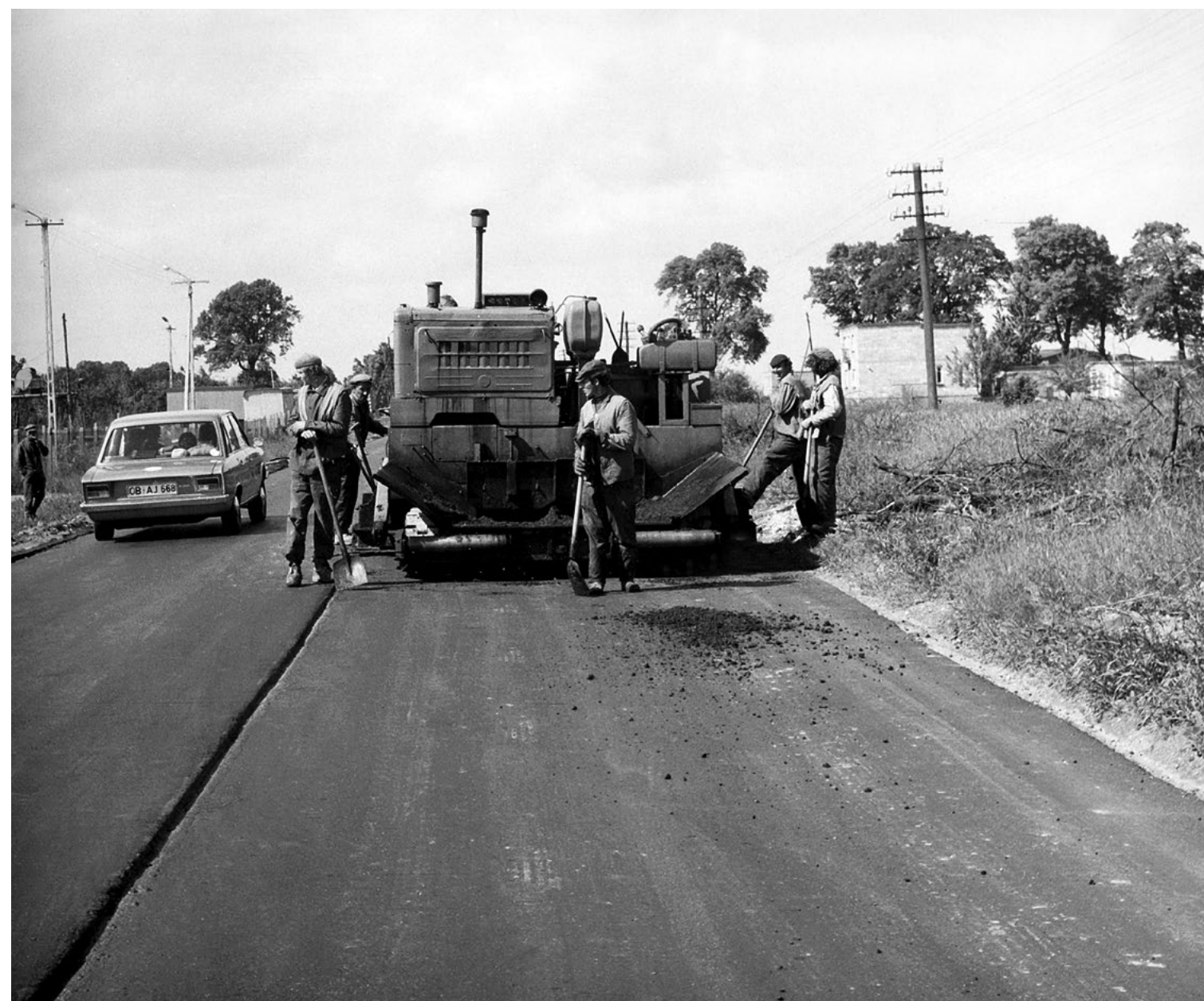
Budowa drogi Parłówko-Ploty, lata 70. XX w.



Wytwórnice mas bitumicznych, Rożyny, 1977 r.



Wytwórnice mas bitumicznych, Kębłowo, 1977 r.



Budowa drogi w okolicach Bydgoszczy, 1975 r.

Polskie drogownictwo po 1989 roku



Budowa autostrady A2, której zarządcą jest Autostrada Wielkopolska, GDDKiA

Pełne odzyskanie niepodległości, czyli wybory do sejmu kontraktowego i transformacja ustrojowa zastały Polskę z 216 tys. km dróg, z czego 181 tys. km miało nawierzchnie ulepszone. Otwarcie granic i „powrót do Europy” stworzyły dla naszego kraju nowe perspektywy, ale równocześnie postawiły nowe zadania. Możliwość stania się głównym szlakiem komunikacyjnym w wymianie gospodarczej wschód-zachód dawało z jednej strony ogromną szansę na rozwój, a z drugiej strony wymagało wybudowania dróg mających odpowiednią jakość i przepustowość.

Dlatego dość szybko, szczególnie biorąc pod uwagę sytuację polityczną, przyjęto Program Budowy Autostrad. Pierwotny projekt powstał w 1993 roku, a w rok później sejm uchwalił ustawę o autostradach płatnych, która powoływała również do życia Agencję Budowy i Eksploatacji Autostrad.

W 1994 roku gęstość sieci drogowej przekroczyła poziom 110 km/100 km², co przy średnim wskaźniku w Unii Europejskiej na poziomie 130 km/100 km² było wynikiem bardzo dobrym. Jednak podstawowym problemem była nie ilość dróg tylko ich jakość. Większość z nich miała charakter lokalny, a tzw. współczynnik autostrad, który w UE wynosił ok. 1,2%, był u nas 10 razy mniejszy.



Układanie gruntów słabonośnych na A2, Autostrada Wielkopolska

Jednym z głównych mankamentów polskiej sieci komunikacyjnej była zbyt mała nośność dróg. Większość z nich została przystosowana do ruchu o nacisku 80 kN lub 100 kN na oś, podczas gdy normy UE wynoszą 115 kN na oś. Problem ten do dzisiaj w pewnym, chociaż już dużo mniejszym stopniu, dotyka nasze drogownictwo. Drugim niezwykle ważnym zagadnieniem było i jest bezpieczeństwo w ruchu drogowym. Chociaż od 2010 roku sytuacja systematycznie się poprawia, to ciągle należymy do niechlubnej czołówki w europejskim rankingu, a jeszcze niedawno statystyki wyglądały wręcz tragicznie. W latach 2001-2005 na naszych drogach dochodziło średnio do prawie 11 tys. wypadków rocznie z ponad 2 tys. ofiar śmiertelnych i liczbą



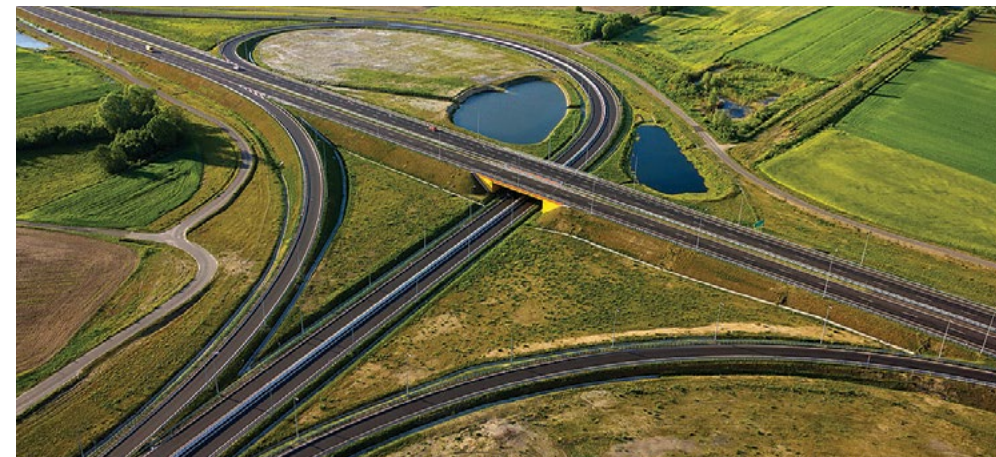
Droga S8 w miejscowości Konotopa, Budimex

rannych przekraczając 14 tys. Wskaźniki te, w przeliczeniu na liczbę mieszkańców, pokazywały, że zagrożenie utraty życia na drogach jest w Polsce dwukrotnie wyższe niż w rozwiniętych krajach Europy Zachodniej.

Problem bezpieczeństwa wiązał się w dużym stopniu z układem sieci drogowej. Większość tras tranzytowych przebiegała bowiem przez tereny zabudowane, co ogromnie zwiększało zagrożenie wypadkami, ograniczało przepustowość i zmniejszało średnią szybkość jazdy. Od 2005 roku, w ramach międzynarodowego programu EuroRAP, opracowywana jest mapa ryzyka na drogach krajowych. Przez pierwsze lata najwyższy stopień zagrożenia, tzw. czarne odcinki, występował aż na 60% długości wszystkich tras tranzytowych. Po 2007 roku sytuacja zaczęła się powoli polepszać, a od 2011 roku odsetek dróg o najwyższym zagrożeniu spadł do 34%. Jednak wskaźnik ten jest nadal zdecydowanie powyżej średniej europejskiej. W Austrii i Holandii „czarne odcinki” stanowią tylko 1% długości dróg krajowych, a we Włoszech 2%.

Trudne początki

Pierwsze lata polskiego drogownictwa po 1989 roku raczej trudno było uznać za powód do chluby. Brak funduszy powodował, że „inwestycje” w zdecydowanej większości polegały na tworzeniu nowych planów i przepisów, które zresztą później najczęściej nie sprawdzały się w konfrontacji z praktyką. Szukając sposobów na pozyskanie środków finansowych, postanowiono skorzystać z formuły PPP (partnerstwo publiczno-prywatne).



Trasa S3 na odcinku Pyrzyce-Myślibórz, Budimex

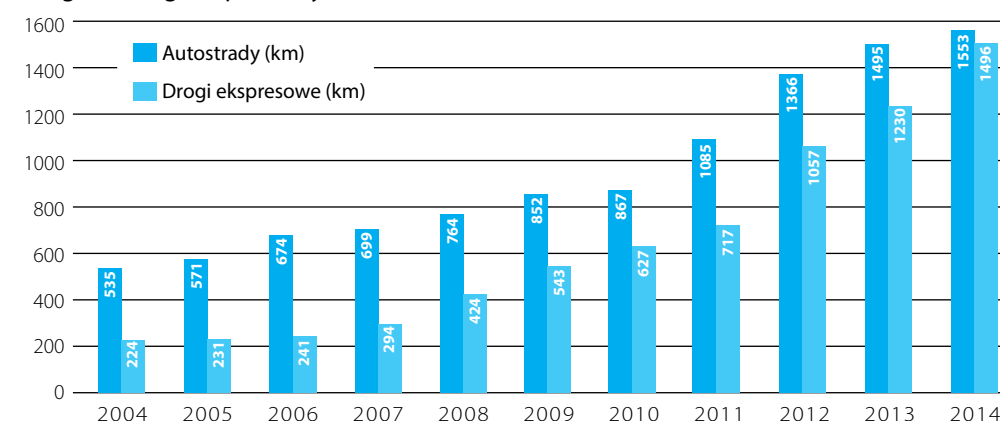
Na pierwszy ogień poszedł odcinek autostrady A4 Katowice-Kraków. W 1995 roku Agencja Budowy i Eksploatacji Autostrad (poprzednik GDDKiA) rozpoczęła postępowanie przetargowe, a 19 września 1997 roku podpisana została umowa ze Stalexport S.A. W zamian za przyznaną na 30 lat koncesję obejmującą przede wszystkim wpływ z opłat za przejazd, spółka zobowiązała się do przebudowy oraz bieżącego utrzymania 60-kilometrowego odcinka A4.

Drugą umowę zawarto z Autostradą Wielkopolską SA. Obejmowała ona budowę i eksploatację autostrady A2 na 255-kilometrowym odcinku pomiędzy Świeciem a Koninem. W późniejszym okresie, po pewnych modyfikacjach zasad PPP, podpisano jeszcze umowę z Gdańsk Transport Company SA, dotyczącą trasy A1 pomiędzy Trójmiastem a Toruniem.

Pierwsze poważne plany rozwoju sieci drogowej zostały przedstawione w 2006 roku. Przystąpienie do UE oraz możliwość

uzyskania znaczących środków inwestycyjnych spowodowały pojawienie się realnej szansy na inwestycje drogowe na dużą skalę. Plany rozwoju infrastruktury drogowej zakładały stopniowy wzrost całkowitej długości autostrad w Polsce do 2085 km, natomiast dróg ekspresowych do 5466 km. W październiku 2007 roku wprowadzono korektę planów, związaną z przyznaniem Polsce i Ukrainie organizacji piłkarskich Mistrzostw Europy w 2012 roku. Zakładała ona znaczne przyspieszenie realizacji inwestycji. Przed rozpoczęciem mistrzostw powstać miało ponad 1,6 tys. km autostrad i prawie 1,4 km dróg ekspresowych oraz co najmniej 54 obwodnice miast o łącznej długości około 428 km. Ten bardzo ambitny plan od początku budził duże obawy o możliwość jego zrealizowania. Chociaż okazały się one uzasadnione, to i tak skala rozpoczętych, realizowanych i zakończonych inwestycji drogowych była największa w historii naszego kraju.

Długość dróg ekspresowych i autostrad w latach 2004-2014 w Polsce (km)



Infrastrukturalny rozwój

Podstawą do tworzenia planów rozbudowy infrastruktury drogowej były opracowania prezentujące perspektywy rozwoju transportu – „Polityka Transportowa Państwa na lata 2006-2025” oraz powstała w 2013 roku „Strategia Rozwoju Transportu do 2020 roku z perspektywą rozwoju do 2030 roku”. Zakładają one stworzenie spójnego systemu autostrad i dróg ekspresowych, który odpowiadałby zarówno potrzebom komunikacji wewnętrznej, jak i wymogom kraju tranzytowego. Bardziej szczegółowe opracowania rozwoju infrastruktury zawierały „Narodowe Programy Budowy Dróg”. Przedstawiały one konkretne inwestycje, które miały być realizowane na szczeblu „centralnym”, głównie dotyczące budowy autostrad i tras ekspresowych. Drogom gminnym i powiatowym poświęcone były natomiast „Narodowe Programy Przebudowy Dróg Lokalnych”. Oba rodzaje dokumentów tworzone głównie w kontekście tzw. uniijnych perspektyw finansowych na poszczególne lata.

Ponieważ liczba najbardziej potrzebnych i możliwych do wybudowania połączeń drogowych przekraczała dostępne fundusze, tworzenie programu było swoistego rodzaju „bitwą” o wpisanie do niego inwestycji, toczoną przez polityków reprezentujących poszczególne regiony kraju. Lista przeznaczonych do realizacji odcinków autostrad, tras szybkiego ruchu czy obwodnic znana była na długo wcześniej nim powstawał sam dokument, który właściwie sprowadzał się do zwykłej formalności. Jednak bez względu na to, jakie czynniki wpływały na wybór budowanego fragmentu drogi, od samego początku kryterium mającym fundamentalne znaczenie, można powiedzieć warunkiem koniecznym, było znajdowanie się inwestycji w tworzonej sieci komunikacyjnej pomiędzy dużymi miastami i umożliwiającej swobodny ruch tranzytowy. Za kluczowe trasy uznano:

- autostradę A4 – rozpoczynającą się w Jędrzychowicach koło Zgorzelca, gdzie łączy się z niemiecką autostradą z kierunku Drezna. Przebiega przez południową Polskę (Legnicę, Wrocław, Opole, Gliwice,

Katowice, Kraków, Tarnów, Dębicę, Rzeszów) do przejścia granicznego na Ukrainę Korczowa-Krakowiec. A4 ma długość ponad 670 km, a włączając A18 od Krzyżowej do granicy z Niemcami w Olszynie oraz A8 (Autostradową Obwodnicą Wrocławia) liczy ponad 780 km;

- autostradę A2 – przebiegającą od Świecka (gdzie łączy się z niemiecką autostradą A12 w kierunku Berlina) przez Poznań, Konin i Warszawę. Do tego ciągu komunikacyjnego można zaliczyć również S2, znaną także jako Południową Obwodnicę Warszawy;

- autostradę A1 – historycznie nazywaną również Autostradą Bursztynową, łączącą północne i południowe krańce Polski. Docelowo ma przebiegać z Trójmiasta przez Toruń, Łódź, Częstochowę, Pyrzowice, Gliwice do granicy polsko-czeskiej w Gorzyczkach;

- drogę ekspresową S3 – podobnie jak A1 łączącą północne i południowe krańce Polski, jednak usytuowaną zdecydowanie bardziej na zachodzie kraju. Budowana trasa ma przebiegać ze Świnoujścia do Lubawki;

- drogę ekspresową S7 – tzw. krajową „siódemkę”, łączącą Trójmiasto z Warszawą oraz Krakowem i będącą alternatywą dla autostrady A1 w ciągu komunikacyjnym północ-południe;



Budowa odcinka A1 Toruń-Nowe Marzy, most przez Wisłę, Gdańsk Transport Company

- drogę ekspresową S8 – przebiegającą z Wrocławia do Białegostoku, jeden z najważniejszych szlaków transportowych łączących Wrocław, Łódź, Warszawę i Białystok. Odcinek pomiędzy aglomeracją stołeczną a Ostrowią Mazowiecką stanowi fragment międzynarodowej arterii komunikacyjnej – Via Baltica.

Obok budowy dróg jedną z podstawowych inwestycji było wprowadzenie elektronicznego systemu poboru opłat, tzw. e-myta. Miał on objąć swoim zasięgiem nie tylko nowo oddane do użytku trasy, ale również całą sieć dróg krajowych i międzynarodowych, będących w gestii GDDKiA. Przyjęta technologia komunikacji krótkiego zasięgu (RFID) wymagała wybudowania całego systemu punktów kontrolnych, tzw. bramownic.

Zupełnie inne podejście zastosowano w wypadku dróg lokalnych. Nie wprowadzono jakiegos centralnego planu modernizacji czy budowy dróg gminnych i powiatowych, pozostawiając te kwestie w rękach samorządów. Skoncentrowano się natomiast na stworzeniu systemu dotacji celowych, udzielanych najczęściej na zasadach konkursu. „Narodowe Programy Przebudowy Dróg Lokalnych”, uchwalane co 4 lata, określają zasady, na jakich będzie udzielane dofinansowanie, oraz kwotę, jaka będzie przeznaczona na ten cel. Od

nazwiska ministra Grzegorza Schetyny, który kierował stworzeniem pierwszego programu, drogi nim objęte nazywane są „schetynówkami”.

Drogowe wyścigi

Ostatnie lata to niewątpliwie największy rozwój infrastruktury drogowej w historii naszego kraju. W ciągu ostatniej dekady tylko krajowe inwestycje drogowe, realizowane przez GDDKiA, pochłonęły około 34 mld euro. Po raz pierwszy możemy się pochwalić znaczącą, bo liczącą ponad 1,5 tys. km, siecią autostrad oraz mającą prawie tyle samo siecią tras ekspresowych. Razem z drogami krajowymi przybyło ok. 3400 km arterii komunikacyjnych na szczeblu „centralnym”, a do tego dochodzą jeszcze remonty i „schetynówki”. W ciągu kilku lat awansowaliśmy do europejskiej czołówki pod względem długości autostrad i tras szybkiego ruchu. Już w 2013 roku znaleźliśmy się na szóstym miejscu, wyprzedzani jedynie przez Niemcy, Francję, Włochy, Hiszpanię i Wielką Brytanię, a prognozy wskazują, że za 2-3 lata możemy również być lepsi od tych ostatnich. Tak spektakularny rozwój zawdzięczamy głównie wejściu Polski do Unii Europejskiej. Z jej pieniędzy udało się zrefundować kwotę około 45 mld zł (ponad 10 mld euro), a co równie ważne, przyznane fundusze po prostu „zmusiły” nas do budowy infrastruktury drogowej.



Węzeł Murkowska w Katowicach przy autostradzie A4 wykonany przez firmę Budimex

Największą liczbę inwestycji rozpoczęto przed piłkarskimi Mistrzostwami Europy. Miało to swoje reperkusje w postaci kilku wpadek, z których najbardziej znane to niedokończenie inwestycji przez kilku generalnych wykonawców (chińska firma Covec, irlandzka SRB Civil Engineering, austriackie Alpine Bau czy polska spółka Hydrobudowa). Narzucany przez zbliżającą się imprezę, często nierealny okres realizacji budowy był przyczyną niedotrzymywania terminów i licznych opóźnień, a zwiększający się w zawrotnym tempie popyt na materiały i urządzenia budowlane spowodował wzrosty cen, które niejednokrotnie prowadziły do kłopotów finansowych.

Najlepszy i rekordowy wynik osiągnięto w 2012 roku, kiedy oddano do ruchu prawie 650 km dróg (w tym 294 km autostrad i 330 km tras ekspresowych). Następny rok przyniósł spadek do poziomu 350 km (w tym 120 km autostrad i ponad 180 km tras ekspresowych), ale wynik ten i tak był lepszy niż w 2011 roku, kiedy wybudowano łącznie 267,7 km nowych dróg (205,5 km autostrad i 62,2 km tras ekspresowych). Podobny poziom osiągnięto w 2014 roku, w którym oddano do użytku 328 km dróg, w tym niecałe 63 km autostrad.

Cechą charakterystyczną inwestycji w ostatnich latach jest spadający udział autostrad w stosunku do tras szybkiego ruchu. Tendencja

ta ma zostać utrzymana w następnych latach. Program na lata 2014–2020 przewiduje powstanie prawie 72 km autostrad, ponad 1790 km dróg ekspresowych oraz 35 obwodnic o łącznej długości ok. 366 km.

Pomimo wybudowania ok. 3,4 tys. km nowych arterii komunikacyjnych ciągle jeszcze nie można przejechać przez całą Polskę wygodną, bezpieczną, kilkupasmową trasą, omijającą tereny zabudowane. Wynika to z dużego „rozrzucenia” budowanych odcinków dróg. Najbliżej ukończenia jest ciąg komunikacyjny w ramach autostrady A4. Został tam do realizacji ostatni, ponad 40-kilometrowy odcinek z Rzeszowa do Jarosławia, który ma zostać ukończony w 2015 roku.

Zdecydowanie gorzej wygląda sytuacja na A2. Zakończona została jej budowa pomiędzy Warszawą a zachodnią granicą, ale już przejazd przez stołeczne miasto jest bardzo utrudniony i pozostanie taki aż do wybudowania ostatniego fragmentu południowej obwodnicy. Na wygodne przejechanie odcinka pomiędzy stolicą i Terespołem trzeba będzie jeszcze sporo poczekać. Trochę lepiej wygląda autostrada A1, gdzie do ukończenia został „fragment” pomiędzy Piotrkowem Trybunalskim a aglomeracją śląską.

Dużym sukcesem zakończonych inwestycji jest wygodne skomunikowanie Warszawy z Poznaniem i Łodzią oraz poprzez A1 i S8 z Wrocławiem. Problemem pozostaje jednak połączenie Trójmiasta z Krakowem i chociaż budowa S7 należy do priorytetów na najbliższe lata, to jednak nie możemy na razie liczyć na swobodne i szybkie podróżowanie pomiędzy polskim morzem i górami. ■

Początki mostownictwa w Polsce



Most w Biskupinie – najstarsza konstrukcja mostowa w Polsce datowana na 737 r. p.n.e.

Za datę powstania państwa polskiego uznajemy rok 966, kiedy Mieszko I przyjął w imieniu wszystkich poddanych chrzest i ożenił się z Dobrawą – czeską księżniczką. Podczas ponad tysiąca lat burzliwej historii kraju, jego terytorium wielokrotnie się zmieniało. Obecnie w granicach administracyjnych spotykamy się ze śladami dokonań inżynierskich Rosjan, Niemców i Austriaków, za to dzieła polskich inżynierów znajdujemy w sąsiedniej Rosji, na Białorusi, Litwie czy Ukrainie.

Krajobraz Polski jest w przeważającej części nizinny, a regiony górskie zajmują jedynie około 20% powierzchni. Największymi rzekami stanowiącymi naturalne przeszkody komunikacyjne są przede wszystkim: Wisła, Odra, Warta, Bug, Narew, Pilica oraz Dunajec.

Konstrukcja mostów w środkowych i dolnych biegach tych rzek zawsze była skomplikowana ze względu na geologiczne ukształtowanie dolin, które wymagało głębokiego fundamentowania, a także z powodu okresowych powodzi oraz wiosennych spływów kry, charakterystycznych dla całej środkowej Europy. Podstawowym materiałem używanym w Polsce od wczesnego średniowiecza do początków XIX wieku było dostępne bez ograniczeń drewno oraz występujący lokalnie kamień. Cegiel używano bardzo rzadko. Szybki rozwój inżynierii mostowej datuje się od połowy XIX wieku wraz z upowszechnianiem się transportu kolejowego oraz modernizacją sieci dróg.

Mosty drewniane

W Biskupinie na Pałukach odnaleziono ślady najstarszej konstrukcji mostowej datowanej na 737 rok p.n.e. Istnieją tam pozostałości mostu o długości 120 m, który łączył osadę na wyspie ze stałym lądem. Ponad 1700 lat później Mieszko I wybudował ufortyfikowane osiedle na wyspie na Jeziorze Lednickim. Dwa drewniane mosty o długości 438 m i 187 m stanowiły połączenie Ostrowa Lednickiego ze stałym lądem. Konstrukcje miały od 4,1 do 4,5 m szerokości i wspierały się na przęsłach o długości ok. 4 – 4,5 m.

Mosty wykonane z drewna dębowego, opierały się na podporach zbudowanych z wbitych ukośnie w dno pali. Niektóre miały długość nawet do 14 m. Wszystkie części konstrukcji połączono ze sobą bez użycia metalowych elementów. Na podstawie dendochronologicznej analizy wydobytych z jeziora fragmentów oraz innych historycznych danych ustalono, że mosty funkcjonowały w latach 993-1038. Największym polskim osiągnięciem mostowym ery przedindustrialnej było wybudowanie w XVI wieku drewnianego mostu przez Wisłę w Warszawie. Z rozkazu króla Zygmunta Augusta budowa przeprawy ruszyła w 1568 roku, kierował nią Erazm Ciotko z Zakrocymia, a nadzorował starosta warszawski – Zygmunt Wolski. Według starych rycin i obrazów, most miał ok. 500 m długości i zbudowany był z 23 drewnianych przęseł. Osiemnaście przęseł głównych miało kształt trójkątny i konstrukcję kratownicową. Pięć krótszych – ok. 10-metrowych – można było demontować w celu umożliwienia intensywniej w tym okresie żeglugi. Most otwarto w 1573 roku i służył przez 30 lat zanim został zniszczony przez dryfującą krę. Do celów wojskowych budowano drewniane mosty pływające. Jedną z najbardziej znanych konstrukcji tego typu została wzniesiona podczas wojny z zakonem krzyżackim w latach 1409-1410. Jeszcze przed rozpoczęciem całej operacji militarnej, „prefabrykowane” elementy mostu zostały spławione w dół Wisły i zamontowane w miejscu przeznaczenia w pół dnia. Przeprawa umożliwiła koncentrację polsko-litewskich wojsk na prawym brzegu rzeki, a w konsekwencji zwycięstwo w bitwie pod Grunwaldem 15 lipca 1410 roku.



Most kamienny przez Młynówkę w Kłodzku

Mosty murowane

Mosty z kamienia budowano w południowej części Polski już od XIII wieku i wiele z nich przetrwało do czasów obecnych. Most przez Młynówkę w Kłodzku, wzniesiony w 1390 roku, jest najstarszą strukturą tego typu eksploatowaną przez ponad 600 lat. Długi na 52,2 m most zbudowany jest z czterech nieregularnych kamiennych przęseł, których łuki mają 6,25 m szerokości i 0,5 m grubości.

Od połowy XIX wieku do wybuchu pierwszej wojny światowej mosty murowane na ziemiach polskich budowano powszechnie. Był to okres intensywnego rozwoju sieci kolejowej – powstało około 5 tys. kamiennych i ceglanych przepraw. Najdłuższą tego typu konstrukcją z 1846 roku prowadząca przez rzekę Bóbr w Bolesławcu nadal jest eksploatowana.

Pierwsze mosty żelazne

Żelazo do konstrukcji mostów zastosowano w Polsce w XVIII wieku. Pierwszy na kontynencie most żelazny powstał na Śląsku – działał tam dwie huty, które odegrały znaczącą rolę w budowie konstrukcji żelaznych w tej części Europy. Była to Huta Małapanew w Ozimku działająca od 1755 roku oraz Królewska Odlewnia Żeliwa w Gliwicach – powstało w nich ponad tuzin mostów, zlokalizowanych później na Śląsku i w Niemczech.



Most przez Strzegomkę w Łańcuch



Most kamienny na Nysie Kłodzkiej w miejscowości Bardo

Most przez Strzegomkę w Łańcuchach był pierwszym żelaznym mostem w Europie kontynentalnej, choć pierwotnie planowano w tym miejscu budowę struktury kamiennej. Jednak, zainspirowany mostami w Anglii (Coalbrookdale – 1779 rok) oraz w Ameryce, inwestor – Nicolas August W. von Burghauss – zdecydował o wykorzystaniu żelaza. Konstrukcję zlecił Hucie Małapanew w Ozimku – w tym czasie najnowocześniejszemu zakładowi na Śląsku. Projekt oraz technologię produkcji opracował angielski inżynier John Baidon pod nadzorem hrabiego von Reden – właściciela huty w Ozimku. Most miał jedno przęsło zbudowane z pięciu żelaznych łuków o długości 15,1 m i wysokości 2,89 m, rozmieszczonych w odstępach 1,35 m. Łuki połączono sztabami w połowie przęsła, zostały też wzmocnione poprzecznymi łącznikami. Pomost zbudowano z płyt grubych na 50 mm, o szerokości 0,5 m i długości 5,8 m.

Na krawędziach znajdował się gzyms o wysokości 0,36 m, do którego przymocowano ozdobne balustrady. Nawierzchnię wykonano z kostki brukowej ułożonej na warstwie żwiru. Montaż ważącej 46 ton konstrukcji trwał 10 tygodni i most otwarto 20 maja 1796 roku. Był wykorzystywany do transportu węgla z wałbrzyskich kopalń do portów na Odrze aż do 1945 roku, kiedy został zniszczony przez uśiłujący przez niego przejechać radziecki czołg. Zachowane elementy konstrukcji można dziś oglądać na Politechnice Wrocławskiej.



Most wiszący przez Małą Panew w Ozimku



Most żelazny w Śremie wzniesiony w 1898 r.



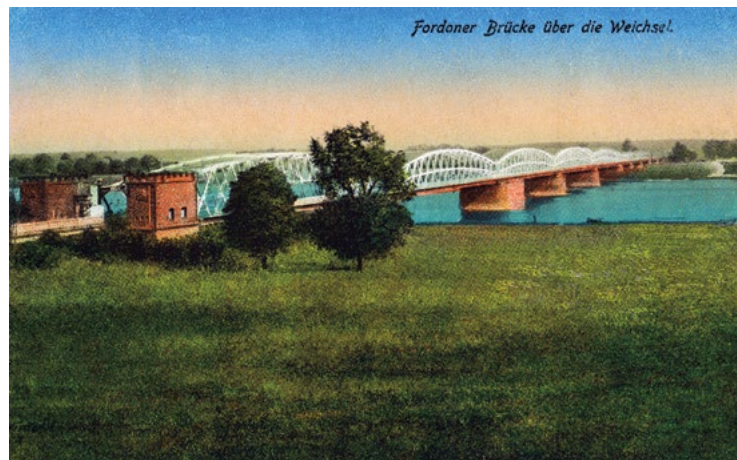
Most w Toruniu powstał w latach 1870-1877



Szczecin – most Długi – przeprawa w tym miejscu istnieje od 1283 r.



Most w Grudziądzu wzniesiony w latach 1876-1879



Most w Fordonie z 1918 r.



Wrocław – most Uniwersytecki wzniesiony w latach 1867-1869



Wrocław – most Lessinga wybudowany w 1875 r.



Wrocław – most Tumski wybudowany w 1889 r.



Poznań – most Teatralny wybudowany w 1908 r.



Poznań – most Wielki (obecnie św. Rocha) wybudowany w latach 1911-1913



Most w Tczewie powstał w latach 1850-1857

Kładka w Opatówku została wybudowana w 1824 roku w parku pałacowym Józefa Zajączka. To jednoprzęsłowa konstrukcja z czterech żeliwnych łuków. Każda z podpór składa się z trzech segmentów połączonych śrubami. Oryginalny pomost zbudowany był prawdopodobnie z drewna, aktualnie stanowią go płyty betonowe. Przyczółki wykonane są z kamienia. Długość przęsła wynosi 10,3 m, całego mostu – 13,8 m, a jego szerokość – 3,5 m.

Most wiszący przez Małą Panew w Ozimku zbudowano w 1827 roku, a jego projektantem i wykonawcą był Karl Schottelius. Jest to konstrukcja wisząca. Odległość pomiędzy pylonami wynosi 31,4 m, a przęsło pomiędzy łożyskami na przyczółkach mierzy 27,73 m. Ażurowe pylony tworzą ozdobne portale, do każdego z nich przytwierdzono cztery zakotwione w fundamentach łańcuchy nośne zbudowane z ogniw łączonych sworzniami. Do głównych łańcuchów przymocowano na specjalnych kształtkach kute ciągnąca podtrzymujące żelazne, walcowane belki przęsła. Jezdnia o szerokości 6,28 m wykonana była z trzech warstw dębowych desek.



Kładka w Opatówku wybudowana w 1824 r.

Era mostów żelaznych trwała od 1779 roku do końca lat 30. XIX wieku. Rozwój technologiczny w metalurgii pozwolił na obniżenie kosztów produkcji stali, materiału o wiele wytrzymalszego oraz bardziej plastycznego od żelaza.

Pierwsze mosty przez Wisłę

Mosty w Malborku i Tczewie zbudowane przez pruskiego inżyniera Carla Lentze na trasie Kolei Wschodnich w latach 1850-1857 stanowią znaczące dokonanie w skali światowej. Tczewską konstrukcję zaprojektowano jako most rurowy wzorowany na Britannia Tubular Bridge. Jednak w odróżnieniu od Stephensa, Lentze zastosował lżejszą konstrukcję kratownicową, o lepszych właściwościach aerodynamicznych.



Most Pomorski we Wrocławiu wzniesiony w latach 1904-1905

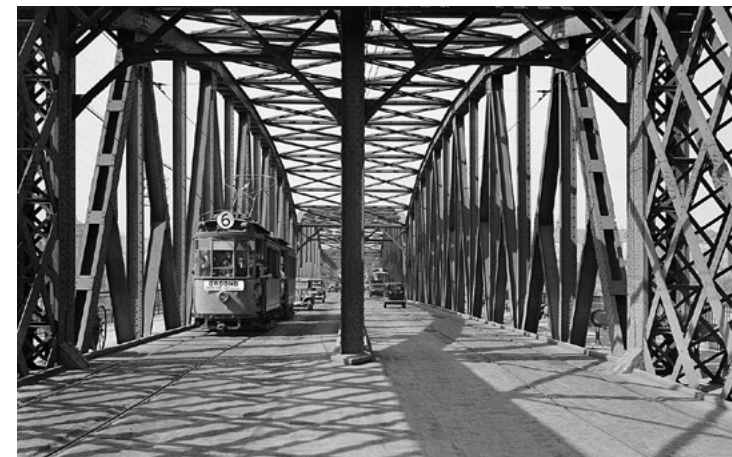
Konstrukcję tworzą trzy sekcje w postaci dwuprzęsłowych, ciągłych belek z równoległymi pasami i gęstym skratowaniem. Rozpiętość przęsła w osiach filarów wynosi 6 x 130,88 m, całkowita długość mostu – 785,28 m. Dźwigary mają 11,8 m wysokości, a prześwit wewnątrz kratownicowego przęsła wynosi 6,5 m. Filary mostu ozdobione wieżami zbudowano z kamienia. Kamienne również są ich fundamenty.

Most przez Nogat w niedalekim Malborku miał identyczną konstrukcję i składał się z jednego dwuprzęsłowego segmentu. Obydwie budowle zostały zaprojektowane dla kolei oraz ruchu kołowego, który wstrzymywano na czas przejazdu pociągu ze względu na wąską szerokość użytkową mostu. Do dnia dzisiejszego zachowały się trzy oryginalne przęsła mostu w Tczewie.

Pierwszy trwały most przez Wisłę w Warszawie został zbudowany przez Stanisława Kierbedzia w latach 1859-1864. Była to stalowa nitowana konstrukcja kratownicowa o długości 475 m, która przypominała nieco most w Tczewie. Jej przęsła miały 79 m długości.

Całą przeprawę podzielono na trzy segmenty – każdy w formie ciągłej, dwuprzęsłowej belki. Rozstaw pomiędzy wysokimi na 9,1 m kratownicami wynosił 10,5 m.

Mostem prowadziły tory tramwajowe i jezdnia. Chodniki dla pieszych umieszczono na zewnątrz kratownic. Podczas pierwszej wojny światowej dwa przęsła zostały wysadzone w powietrze, ale po zakończeniu konfliktu most odbudowano. Po drugiej wojnie światowej nie zdecydowano się już na rekonstrukcję obiektu, jednak jego filary posadowione na stalowych kesonach do dziś są w użyciu – stanowią podpory mostu Śląsko-Dąbrowskiego.



Żelazny most Kierbedzia w Warszawie powstał w latach 1859-1864

Znaczącym osiągnięciem polskiej myśli technicznej było wybudowanie pierwszego na świecie spawanego mostu drogowego. Proces konstrukcji został poprzedzony studiami teoretycznymi oraz wieloma testami z wykorzystaniem technik spawania elektrycznego i gazowego. Rezultaty badań utwierdziły profesora Stefana Bryłę – prekursora wykorzystania spawania w konstrukcjach budowlanych oraz do budowy statków – o możliwości użycia tego rodzaju połączeń w budowie mostów stalowych.

Wyniki testów oraz intuicja profesora Bryły umożliwiły wybudowanie w 1928 roku, z wykorzystaniem techniki spawania łukowego, drogowego mostu przez Słudwię niedaleko Łowicza. Otwarcie tego obiektu zdynamizowało rozwój technologii stosowania konstrukcji stalowych w inżynierii i budownictwie. W 1929 roku otwarto most dla użytkowników.



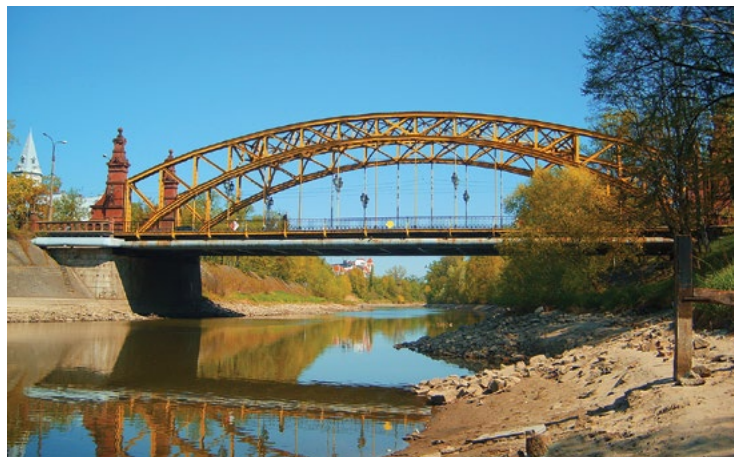
Most Kierbedzia w Warszawie miał długość 475 m

Była to pierwsza tego typu budowla w Europie oraz pierwszy spawany most drogowy na świecie.

Konstrukcja składa się z dwóch głównych kratownic z prostą belką u podstawy oraz paraboliczną u góry. Rozpiętość przęsła wynosi 27 m, a wysokość – 4,3 m. Szerokość mostu między osiami kratownic jest równa 6,76 m, a przestrzeń między ich krawędziami – 6,2 m. Po obu stronach przeprawy znajdują się chodniki o szerokości 1,5 m. Główne kratownice nośne połączone są poprzecznymi i poziomymi naciągami znajdującymi się na dole bez usztywniania konstrukcji u góry. Elementy kratownicy przytwierdzono do belki głównej i belek trawersowych na sztywno, a połączenia wzmocnione są dodatkowo blachą trapezową. W roku 1977 most wyłączono z eksploatacji – obecnie stanowi on zabytek techniki.



Żelazny most Kierbedzia w Warszawie



Most Zwierzyniecki we Wrocławiu

Pierwsze mosty betonowe

Pierwszą fabrykę cementu portlandzkiego otwarto na ziemiach polskich w Grodźcu w 1857 roku. Pochodzący z niej materiał był użyty podczas budowy mostów kolejowych na liniach Warszawa-Bydgoszcz (1861-1862) i Kraków-Lwów (1858-1860). Ówczesnie betonu używano wyłącznie w elementach poddanych ścisłaniu – np. w fundamentach podpór czy też sklepieniach niewielkich prześel.

Pierwszym żelbetowym mostem w Polsce była łukowa (sklepiona) kładka dla pieszych zbudowana na dziedzińcu Politechniki Lwowskiej. Powstała ona w 1894 roku wg projektu profesora Maksymiliana Thullie i istnieje do dziś. Długość prześła wynosi 11,05 m, a szerokość obiektu – 2 m. W następnych latach rozwój żelbetowych konstrukcji mostowych był bardzo szybki. Już w 1910 roku firma „Sosnowski i Zacharewicz” wybudowała żelbetowy most o prześłach łukowych przez Wisłokę, długi na 160 m. Most składał się z pięciu prześel: $2 \times 30,5 \text{ m} + 30,8 \text{ m} + 2 \times 30,5 \text{ m}$.

Betonu sprężonego użyto po raz pierwszy na obecnych ziemiach polskich w czasie drugiej wojny światowej – w ciągu autostrady Wrocław-Opole znajduje się most o tej konstrukcji, będący chronologicznie czwartym tego typu obiektem na świecie. Został wybudowany w latach 1941-1942 przez niemiecką firmę Wayss und Freytag na licencji udzielonej przez Eugène Freyssineta. Most przekracza Nysę Kłodzką w miejscowości Sarny Wielkie na Śląsku. Zbudowany jest z jednego prześła o długości 42,2 m, składającego się z siedmiu prefabrykowanych sprężonych belek, które rozmieszczono w odstępach między osiami co 1,7 m. Na belkach wykonano żelbetową płytę o grubości 0,15 m. Prześło – niosące jedną nitkę autostrady – ma szerokość 12,23 m. Most jest nadal w dobrym stanie i znajduje się w ciągłej eksploatacji.

Pierwsze mosty łukowe, podwieszane i wiszące

Budowa mostów o prześłach łukowych rozpowszechniła się w okresie rozwoju sieci kolejowej, a później konstrukcje te budowano w przypadku konieczności zastosowania prześel o większej rozpiętości.



Most Grunwaldzki we Wrocławiu

Most Zwierzyniecki we Wrocławiu powstał w latach 1895-1897. To interesująca architektonicznie, jednoprzęsłowa, stalowa konstrukcja łukowa, o długości prześła 60,63 m, prześwicie pomiędzy łukami kratownicowymi 12,54 m. Łuki łączą się ponad jezdnią za pomocą kratownicowych stężeń. Most został zamontowany na rusztowaniach tuż obok uprzednio istniejącej przeprawy, po demontażu której przesunięto go poprzecznie do położenia docelowego. Szerokość jezdni na moście wynosi 10 m, a szerokość chodników umieszczonych na zewnątrz łuków wynosi $2 \times 4,63 \text{ m}$.

We Wrocławiu znajduje się także najważniejszy wiszący most w Polsce – most Grunwaldzki przez Odrę, nazywany przed wojną mostem Cesarskim. Jest to obecnie jedyny drogowy most wiszący, na którym odbywa się również ruch tramwajów. Konkurs na projekt mostu został ogłoszony w 1905 roku, zwyciężyła koncepcja przeprawy wiszącej autorstwa R. Weyrauch'a i M. Mayera. Budowę rozpoczęto w 1908 roku i ukończono we wrześniu 1910 roku. Pochłonęła ona m.in. 1976 ton stali węglowej, 1,4 tony miedzi oraz 716 m^3 betonu, a wykonawcą była firma Beuchelt u. Sohn. Pylony zbudowano z klinkieru i oblicowano granitowymi płytami. Stalowe prześło ma budowę kratownicową, a liny nośne wykonano ze stalowych taśm. Wszystkie połączenia mostu są nitowane. Długość mostu, pomiędzy osiami pylonów, wynosi 126,6 m, a rozpiętość prześła 114 m.

Natomiast pierwszą podwieszaną konstrukcją w Polsce była kładka dla pieszych przez Dunajec w Tylmanowej zbudowana w 1959 roku, lecz większość aktualnie istniejących mostów tego typu powstała dopiero w ciągu ostatniego 15-lecia. ■

Mostownictwo po 1989 roku



Most w Ostrołęce wybudowany w 1995 r.

Mamy coraz więcej mostów budowanych na europejskim poziomie, zwłaszcza przez Odrę i Wisłę. Nie bez znaczenia jest obecność nadzoru budowlanego, unowocześnienie sprzętowe, a także wdrażanie nowych technologii. Wysokie wymagania materiałowe, będące wynikiem wprowadzania norm europejskich, stoją na straży jakości i trwałości obiektów mostowych. O ile w sferze wykonawczej dominują firmy z kapitałem zagranicznym, to w dziedzinie projektowania mamy dużo liczących się biur projektowych, dla których rynek nie został jak na razie zamknięty. Przedsiębiorstwa te utrzymują się dzięki stosowaniu nowoczesnych narzędzi obliczeniowych i rozwiązań. Gorzej sytuacja wygląda z przetargami, które są krytykowane za wadliwie ustawione kryteria, a właściwie jedno podstawowe: najniższa cena. Próby podejmowane przez środowisko mostowe w Polsce w kierunku zmiany zapisów w ustawie o zamówieniach publicznych nie przynoszą na razie spodziewanego skutku.

Dwie ostatnie dekady obfitowały w znaczące realizacje mostowe świadczące o niwelowaniu różnicy, jaka nas dzieliła w stosunku do rozwiniętej techniki światowej. Presja społeczna, wynikająca z intensywnego rozwoju motoryzacji w Polsce, której jesteśmy świadkami, wymusza budowę i modernizację sieci dróg, w tym obwodnic i tras szybkiego ruchu w dużych miastach. Wymaga to zatem tworzenia nowych obiektów mostowych najczęściej małej i średniej rozpiętości, które są rzadko zauważane. Natomiast konstrukcje o dużej rozpiętości lub długości są przedmiotem większego zainteresowania nie tylko wśród specjalistów z branży, ale i mediów.

Duże obiekty mostowe

Pierwszym obiektem godnym uwagi, ilustrującym też o postępie krajowego budownictwa mostowego, jest oddany do użytku w 1995 roku most łukowy przez Narew w Ostrołęce, zaprojektowany w zespole Marka Łagody z Instytutu Badawczego Dróg i Mostów. Autorów projektu zainspirowała niewątpliwie słynna konstrukcja Barqueta w Sewilli, zbudowana na Expo'92. Most w Ostrołęce jest obiektem czteroprzęsłowym, którego łuk prześła nurtowego, o rozpiętości wynoszącej 110 m, jest rozdwojony na końcach. W ten sposób tworzy on ramę podporową.

W kategorii mostów zespolonych stalowo-betonowych na uwagę zasługiwały w owym czasie: most przez Odrę w Rogowie Opolskim, przez Bug w Broku, przez Wisłę w Wyszogrodzie i przez Regalicę w Szczecinie. W tym ostatnim zastosowano dwa zespolenia: płyty żelbetowej z pasem górnym oraz w sąsiedztwie podpór z pasem dolnym blachownicy.

W powstałym w 1995 roku obiekcie w Broku (długość prześel: $58 + 3 \times 69 + 88 + 49 \text{ m}$) płytę pomostu sprężono w strefach przypodporowych w wyniku wymuszonych przemieszczeń konstrukcji w fazach montażowych oraz oddziaływania podłużnych kabli sprężających. Kratowa konstrukcja stalowa była całkowicie spawana. Po raz pierwszy w Polsce w tak dużym obiekcie zastosowano metalizację natryskową cynkiem jako podstawowe zabezpieczenie antykorozyjne. Dokumentację techniczną obiektu opracowała firma POMOST z Warszawy, a wykonawcą był warszawski Mostostal.

Ostatnie 20-lecie to okres dużych zmian w budownictwie mostowym w Polsce. Otwarcie naszego rynku po wejściu do Unii Europejskiej spowodowało wiele przeobrażeń korzystnych dla jakości i trwałości wykonywanych konstrukcji. Nie obyło się jednak bez kosztów społecznych – sporo rodzimych firm nie sprostało narzuconym przez konkurencję warunkom i upadło. Ogólny bilans jest jednak dodatni.



Most przez Wisłę w Wyszogrodzie

W zbudowanym w 1996 roku według projektu Józefa Głomba i Józefa Polańskiego wiadukcie w Chabówce po raz pierwszy zastosowano beton wysokiej wytrzymałości klasy B60. Jest to obiekt ciąglej dziewięcioprzęsłowy o przekroju skrzynkowym z betonu sprężonego. Jego długość wynosi około 270 m. Budowano go metodą nasuwania podłużnego na podpory. Wykonawcą wiaduktu było Kieleckie Przedsiębiorstwo Robót Mostowych.

W 1997 roku w Świnnej Porębie zakończono budowę mostu zakrzywionego w planie wykonanego metodą nasuwania podłużnego (pierwszy most zakrzywiony w planie wykonano w 1991 roku w Cieszynie nad Olzą). Konstrukcja o długości 217 m składa się z pięciu przęseł o rozpiętości $38 + 3 \times 47 + 38$ m, a promień łuku poziomego wynosi 500 m. Kable sprężające przekrój skrzynkowy usytuowano poza przekrojem betonu. Stało się to możliwe dzięki opracowaniu odpowiednich technologii sprężania i ich zabezpieczenia antykorozyjnego.

W tym samym roku ukończono prace przy granicznym moście łukowym przez Odrę w Świecku o rekordowej wówczas w Polsce rozpiętości przęsła z betonu zbrojonego – 82,3 m. Wieloprzęsłową konstrukcję łukową o długości około 570 m oparto na starych podporach obiektu z lat 1953-1957. Pomost w postaci belki ciągłej usytuowano na łukach



Most w Wyszkowie



Most przez Bug w Broku

za pośrednictwem ścian. Most łączy autostradę A2 z niemiecką A12. Wykonywała go spółka utworzona przez niemiecką firmę Philipp Holzmann i Dromex.

W 1998 roku oddano do eksploatacji most przez Wisłę na autostradzie A1 o długości nieco ponad 1 km. Jest to konstrukcja trzynastoprzęsłowa o rozpiętości przęseł od 44,7 do 130 m. Przekrój poprzeczny stanowi skrzynka z betonu sprężonego o zmiennej wysokości w części nurtowej od 4 do 8 m oraz stałej wysokości 4 m w częściach zalewowych. Obiekt wykonywano dwiema metodami: betonowania dwuwspornikowego i nasuwania podłużnego na podpory. Po raz pierwszy w Polsce zastosowano w nim na taką skalę metodę betonowania wspornikowego oraz system kabli sprężających wewnętrzno-zewnętrznych. To pierwsza tak duża inwestycja mostowa wykonywana w systemie przetargowym, który wygrały Zakłady Budownictwa Mostowego (ZBM) wspólnie z firmą INKOM z Pszczyny. Od 1995 roku jedynym wykonawcą było ZBM, a podwykonawcą firma ESPEBEPE ze Szczecina. Na uwagę zasługiwały zastosowane nowoczesne urządzenia i rozwiązania: system sprężania szwajcarskiej firmy VSL, beton klasy B50, pręty sprężające Dywidag, łożyska i urządzenia dylatacyjne szwajcarskiej firmy Mageba, hydroizolacja z papy zgrzewalnej firmy Nord Bitumi, dreny poziome z hydroizolacji z włókny, sączki poliestrowe, krawężniki z polimerbetonu, nawierzchnia



Most przez Odrę w Świecku



Wiadukt – Świnna Poręba

na chodnikach z kompozytu na bazie żywicy epoksydowej, lakierowane poręcze aluminiowe z wbudowaną linią bezpieczeństwa, umocnienie skarp siatkami Tensar i geowłókniną. Generalnym projektantem mostu był Transprojekt Gdański, a głównym autorem Stefan Jendrzek. W 2011 roku ukończono drugą nitkę tego obiektu o identycznym ustroju niosącym. Zbudowała ją firma Gdańsk Transport Company S.A.

Most przez Odrę na obwodnicy Opola zbudowano w 1999 roku. Obiekt ma konstrukcję siedmioprzęsłową, z których trzy wykonano metodą wspornikową, a pozostałe na rusztowaniach stacjonarnych. Budowę zrealizowała firma KPRM wraz z BBR Polska.



Most Piastowski w Opolu



Most autostradowy A1 w Czerniewicach

Oddany do użytku w 1999 roku most przez Wisłę w Wyszogrodzie składa się z 17 przęseł o rozpiętości od 50 do 100 m. Ciekawa była technologia jego montażu, związana z krzywoliniowym pasem dolnym 100-metrowej długości. Scalane elementy nasuwano podłużnie po torze ślizgowym złożonym z dwóch blachownic usytuowanych w osiach dźwigarów. W celu utrzymania wspornika zaprojektowano pylon z odciągami. Projektantem obiektu był Witold Doboszyński z warszawskiego Transprojektu, a wykonawcą krakowski Mostostal oraz Dromex.

Wspomnieć też trzeba o dwóch mostach ukończonych w 2003 roku: przez rzekę Elbląg

w Elblągu i przez Zalew Zegrzyński w Zegrzu. Jedenastoprzęsłowy most w Elblągu o długości 437 m ma przęsło nurtowe o rozpiętości 75 m, a sąsiadujące z nim przęsła mają po 50 m. Natomiast w czteroprzęsłowym obiekcie w Zegrzu, o rozpiętości przęseł po około 80 m, zastosowano oryginalny sposób nasuwania konstrukcji z krzywoliniowym pasem dolnym przez podparcie poprzecznic na saniach, a końca nasuwanej konstrukcji na barce stanowiącej pływającą podporę.

W 2000 roku ukończono budowę mostu Świętokrzyskiego – ósmego stałego obiektu przez Wisłę w Warszawie i pierwszego dużego podwieszonego mostu w Polsce.



Most w Zegrzu



Most Śląsko-Dąbrowski w Warszawie



Most przez Wisłę w Bydgoszczy



Most przez Wisłę w Płocku



Most Piłsudskiego w Toruniu



Most Świętokrzyski w Warszawie

Wyróżniał się on także tym, że był wówczas: najwyższym (87,5 m od poziomu zera Wisły), z najdłuższym przęsłem (180 m), najszerszym (30 m) oraz posadowionym na 44 najdłuższych palach (31 m). Konstrukcję pomostu tworzy ruszt stalowy z żelbetową płytą współpracującą, z głównymi przęsłami podwieszonymi (180 i 140 m) do jednego pylonu żelbetowego w kształcie litery A. Przęsła umocowano na 48 linach szwajcarskiej firmy BBR. Na budowie wykonano największe w Polsce próbne obciążenie fundamentu pylonu wynoszące 13,72 MN. Projekt powstał w polsko-fińskim konsorcjum BMJ GROUP, a realizacją zajęł się warszawski Mostostal.

W 2001 roku ukończono, po 27 miesiącach intensywnych prac, budowę mostu III Tysiąclecia im. Jana Pawła II przez Martwą Wisłę w Gdańsku. To pierwsza w Polsce konstrukcja podwieszona budowana metodą wspornikową bez użycia podpór tymczasowych w nurcie rzeki. Rozpiętość głównego przęsła tego obiektu wynosi 230 m. Ruszt stalowy pomostu składa się z dwóch podwójnych blachownic spawanych i poprzecznic. Zakotwienia bierne lin usytuowano w pylonie, zaś czynne – w pomoście. Podpory posadowiono na palach wierconych o średnicy 1,5 i 1,8 m oraz o długości do 30 m. Projektantem mostu był Krzysztof Wąchalcki z Biura Projektów Budownictwa Komunalnego w Gdańsku, a wykonawcą francusko-polska spółka Demathieu et Bard oraz Mosty Łódź S.A.

Most Siekierski w Warszawie oddano w 2002 roku po 18 miesiącach budowy. Obiekt zaprojektowany przez zespół Stefana Filipiuka z Transprojektu Gdańskiego był wówczas największą w Polsce konstrukcją podwieszoną i pierwszą umocowaną do dwóch pylonów. Jego długość wraz z wiaduktami dojazdowymi wynosi 826 m, zaś rozpiętość przęsła

środkowego liczy 250 m. Most ma konstrukcję zespoloną stalowo-betonową. Część główną tworzy ruszt składający się z dwóch blachownic o stałej wysokości środników oraz poprzecznic. Zakotwienia czynne lin podwieszenia umieszczono w korpusach pylonów w kształcie litery H, a w ich częściach szczytowych wbudowano skrzynie stalowe do przeniesienia sił rozciągających od lin. Bierne zakotwienia lin znajdują się na poziomie pomostu. Do każdego z pylonów dochodzi 28 lin o długości od 54 do 131 m. Oba pylony żelbetowe (po 92,7 m wysokości) posadowiono na palach o średnicy 1,5 m i długości dochodzącej do 29 m. Most budowało konsorcjum trzech firm: warszawskiego Mostostalu, Warbudu i francuskiej firmy Campenon Bernard SGE. W ciągu Trasy Siekierskiej w 2003 roku zbudowano węzeł Czerniakowska. Składa się on z estakady głównej, którą tworzą 22 przęsła w dwóch równoległych nitkach o długości po 807 m, oraz z dwóch estakad lewoskrętnych. Dzięki zastosowaniu metody nasuwania podłużnego, w ciągu 9 miesięcy wykonano 1200 m konstrukcji skrzynkowej z betonu sprężonego, co było ówczesnym rekordem w budowie tego rodzaju obiektów w Polsce. Do nasunięcia części estakady o masie ponad 7500 ton użyto dwóch siłowników, które pozwalały wywrzeć sumaryczną siłę 60 MN. Operacja ta nie była prosta, gdyż estakady nie dość, że były położone w łukach poziomym i pionowym, to jeszcze miały pochylenie poprzeczne. Technologię nasuwania opracowała firma Freyssinet Polska we współpracy z Freyssinet International i biurem Mosty Wrocław. Projektantem obiektu był Transprojekt Gdański, a głównym wykonawcą firma Warbud SA.

W 2004 roku otwarto most Milenijny na obwodnicy Wrocławia w rejonie Osobowic o rozpiętości przęsła środkowego wynoszącej 152 m. To pierwszy w Polsce obiekt podwieszony, którego pomost wykonano



Most im. Jana Pawła II przez Martwą Wisłę w Gdańsku



Wiadukt w Milówce, GDDKiA, fot. Dorota Marzyńska

metodą wspornikową całkowicie z betonu sprężonego klas C50/60. Tworzą go dwa dźwigary o przekroju skrzynkowym i o stałej wysokości 2,5 m, połączone płytą pomostową grubości 22 cm. Obiekt zaprojektował Piotr Wanecki z firmy BBR Polska, a przetarg na budowę wygrała firma Skanska, Oddział KPRM Skoczów.

W klasie konstrukcji belkowych znaczącymi osiągnięciami na przełomie wieków były mosty: Zwierzyniecki przez Wisłę w Krakowie, o rekordowej wówczas rozpiętości przęsła 132 m, ukończony w 2001 roku, oraz przez Odrę w Krzyżanowicach, oddany w tym samym roku, o rozpiętości przęsła 80 m, zbudowany metodą betonowania wspornikowego. Most Zwierzyniecki jest o tyle ciekawy, gdyż w obiekcie o tak dużej rozpiętości przęsła środkowego, oba przęsła (przęsełka) skrajne liczą



Węzeł Czerniakowska według projektu Transprojektu Gdańskiego

zaledwie po 12 m rozpiętości. Mają one postać masywnych ram, a ich końce połączone są z przyczółkami pionowymi kablami sprężającymi. Stanowią zatem utwierdzenie przęsła nurtowego.

Ukończony w 2006 roku, wyjątkowo estetyczny, betonowy most w Milówce składa się z 12 przęseł, z których trzy środkowe, łukowe z jazdą górą, mają rekordową rozpiętość – po 103 m. Obiekt metodą rusztowań przejezdnych zrealizowała firma Skanska SA.

Do znaczących osiągnięć w klasie konstrukcji stalowych należały zbudowane na początku obecnego stulecia mosty: Kotlarski w Krakowie oraz w Wolinie na obwodnicy miasta. Oba są obiektami łukowymi z jazdą dołem, ale o bardzo odmiennych rozwiązaniach konstrukcyjnych.



Most Siekierski w Warszawie, Mostostal Warszawa



Most Kotlarski w Krakowie

Most Kotlarski (2001 rok) ma wyjątkową sylwetkę opracowaną przez Witolda Gawłowskiego, który wygrał konkurs Stowarzyszenia Architektów Polskich (SARP) na jego koncepcję architektoniczno-urbanistyczną. To obiekt łukowy o rozpiętości przęsła wynoszącej 166 m. Ustrój niosący mostu tworzy przestrzenna struktura stalowa składająca się z czterech soczewkowych dźwigarów łukowych i ortotropowego pomostu. Łuki górne mają kształt paraboliczny, a dolne – kołowy. Pomost podwieszono do łuków za pomocą wieszaków prętowych. Obiekt jest bardzo szeroki (36,84 m), gdyż znajduje się na nim także torowisko tramwajowe. Dokumentację projektową opracował Transprojekt Kraków, a zbudował go krakowski Mostostal.

W odróżnieniu od mostu Kotlarskiego, obiekt w Wolinie przez rzekę Dziwną, oddany w 2003 roku, ma już bardziej znaną sylwetkę, choć jeszcze rzadko wówczas w Polsce spotykaną. Konstrukcję głównego przęsła stanowią dwa pochylone ku sobie paraboliczne łuki stalowe ze ściągiem. Rozpiętość łuków wynosi 165 m, przy strzałce 24 m. Ściągą tworzy ruszt stalowy ze sprężoną podłużnie betonową płytą pomostu.

Wieszaki podtrzymujące pomost są wykonane z lin i krzyżują się w płaszczyznach łuków. Zakotwienia czynne wieszaków usytuowano wewnątrz łuków. Głównym elementem niosącym pomostu są poprzecznice rozmieszczone co 6 m. Stalowa konstrukcja mostu jest całkowicie spawana. Obiekt zaprojektował Krzysztof Topolewicz z Transprojektu Gdańskiego, a generalnym wykonawcą było konsorcjum hiszpańskiej firmy NECSO Entrecanales Cubiertas i warszawskiego Mostostalu.

Wśród mostów stalowych wyróżnia się obiekt podwieszony w Płocku, którego budowę ukończono w 2005 roku. Konstrukcja ta charakteryzuje się największą w Polsce rozpiętością przęsła (375 m) i jest pierwszą, w której zastosowano odciąg w jednej płaszczyźnie. Most ma pod pylonami jedno z największych łożysk soczewkowych w Europie o nośności 110 MN i blisko 2,5 m średnicy. Wysokość pojedynczych stalowych pylonów od poziomu pomostu wynosi blisko 64 m. Montaż części głównej ze stalowych elementów skrzynkowych odbywał się metodą wspornikową. Liny odciągów przymocowano natomiast opatentowaną przez Freyssineta metodą, umożliwiającą wyrównywanie naciągu



Most Milenijny we Wrocławiu

poszczególnych splotów podczas ich montażu. Podwieszenie składa się z 56 lin o długości od 50 do 190 m, z których największa ma nośność 23 MN, liczy 84 sploty, a jej masa wynosi 20 ton. Ówczesnie była najmocniejszą i najcięższą liną zastosowaną w Polsce. Innowacją było także umieszczenie na zewnętrznej powierzchni rur osłonowych z HDPE spiralnego żebra redukującego drgania od deszczu i wiatru. Obiekt zaprojektowali Nikola Hajdin i Bratislav Stipanić z Belgradu, którzy wygrali w 1997 roku konkurs organizowany przez miasto Płock. Wykonawcą było konsorcjum firm polskich: Mosty Łódź i Mosty Płock.

Zrealizowany w 2008 roku most im. Jana Pawła II przez Wisłę w Puławach był ówczesnie największym stalowym obiektem łukowym w Polsce i piątym w Europie o rozpiętości przęsła łukowego wynoszącej 212 m. Schematem statycznym obiektu jest czternastoprzęsłowa belka wzmocniona w przęśle nurtowym łukiem stalowym. Konstrukcja przęsła nurtowego składa się z dwóch pochylonych ku sobie łuków. W górnej części są one stężone sześcioma ryglami. W węzłowiach przechodzą natomiast w zastrzały zespolone z przęsłami zalewowymi. Strzałka łuków od poziomu łożysk wynosi 36 m. Pomost pełniący rolę ściągu podwieszono do łuku za pomocą 14 par wieszaków w postaci czterech ciągów prętowych. W ciągach dłuższych od 12 m zastosowano przewiazki tłumiące ich drgania. Most był pierwszym całościowo monitorowanym obiektem w Polsce. Zamontowany system czujników zapewnia ocenę bezpieczeństwa pracy konstrukcji, obserwację ruchu drogowego oraz zdarzeń drogowych. Obiekt zaprojektowały biura DHV Polska oraz POMOST Warszawa, zaś za wykonanie odpowiadało konsorcjum: Mosty Łódź S.A., Hermann Kirchner Bauunternehmung GmbH i Vistal Sp. z o.o.

W latach 2008-2011 w ciągu Autostradowej Obwodnicy Wrocławia powstał most Rędzński przekraczający koryto Odry i służy Rędzin. Część główna obiektu składa się z czterech przęseł: skrajnych o rozpiętości po 50 m oraz dwóch środkowych, liczących po 256 m, które podwieszono za pomocą 80 par lin do pojedynczego pylonu usytuowanego centralnie między nimi. Pylon, o rekordowej wysokości wynoszącej 122

m, ma kształt litery H, a jego nogi wykonano jako żelbetowe. Tylko górne części mają konstrukcję zespoloną. Zakotwienia bierne znajdują się w pylonie, natomiast czynne – w pomoście. Ustrój niosący mostu Rędzńskiego składa się z dwóch oddzielnych, trójkomorowych konstrukcji skrzynkowych o stałej wysokości wykonanych z betonu sprężonego. Most wyposażono w nowoczesny system monitoringu, pozwalający na pomiar sił w linach, wychyleń gałęzi pylonu i pomostu, prędkości i kierunku wiatru, temperatury otoczenia i konstrukcji oraz jej odkształceń. W kategorii mostów betonowych zajmował czwarte miejsce w świecie i drugie w Europie. Projektantem mostu był Jan Biliszczuk z zespołem z biura Mosty Wrocław, a wykonawcą warszawski Mostostal. W 2014 roku obiekt uzyskał nominację do prestiżowej nagrody fib.

W Polsce pojawiło się ostatnio kilka obiektów podwieszonych z betonowym pomostem. Do kategorii tej zaliczają się m.in.: wiadukt nad A4 w Wykrotach (2008 rok), wiadukt w Opolu (2010 rok), most przez Skawę w Zembrzycach (2010 rok), most przez Motławę w Gdańsku (2012 rok) czy wiadukt nad S8 w Oleśnicy (2012 rok).

Most przez Wisłę pod Grudziądzem w ciągu autostrady A1 zbudowano w latach 2009-2011. Jest to obiekt belkowy z betonu sprężonego

o długości wynoszącej 1954 m. Żelbetowe przęsło nurtowe nad Wisłą liczy 180 m, natomiast długość dwóch przęseł skrajnych wynosi po 110 m. Rekordowa była wówczas estakada wykonana metodą nasuwania podłużnego (991 m). Obiekt projektu Piotra Waneckiego zbudowało konsorcjum Skanska-NDI.

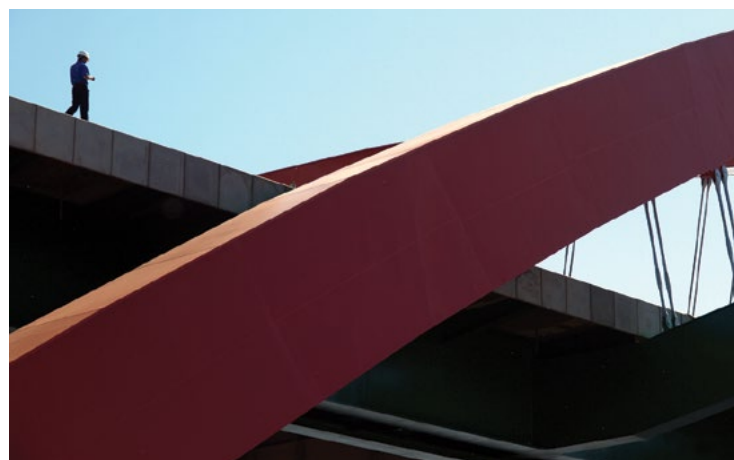
Most Północny z 2012 roku (o długości 795 m) jest dziesiątym obiektem przez Wisłę w Warszawie, a ósmym drogowym. Znajdują się na nim dwie jezdnie oraz dwutorowa trasa tramwajowa. Obiekt składa się z dziesięciu przęseł o rozpiętości od 45 do 160 m. Przęsło nurtowe miało największą rozpiętość w klasie stalowych mostów belkowych. Szerokość trzech niezależnych nitek wynosi łącznie 46 m. Konstrukcję niosącą stanowią otwarte skrzynki stalowe o zmiennej wysokości od 3,3 do 8,6 m oraz współpracujące z nimi żelbetowe płyty pomostu o grubości od 30 do 50 cm. Stalowy ustrój niosący montowano trzema metodami: przez nasuwanie podłużne na podpory, tradycyjnie – przy użyciu żurawi oraz przez podciąganie za pomocą prętów lub lin do sprężania. Projekt mostu opracowało biuro Schüssler-Plan Inżynierzy Sp. z o.o. (projekt wykonawczy – POMOST S.C.), a odpowiedzialnym za jego budowę było Sando Budownictwo Polska Sp. z o.o.



Most Solidarności w Płocku



Most w Puławach, GDDKiA



Most Rędziński we Wrocławiu



Wiadukt nad A4 w Wykrotach



Most nad Skawą w Zembrzycach



Most Rędziński we Wrocławiu, Mostostal Warszawa

Wśród stalowych obiektów łukowych z pomostem betonowym wyróżnia się oddany do ruchu w 2012 roku wiadukt w ciągu trasy Juliusza Słowackiego w Gdańsku. Główne przęsło tego czteroprzęsłowego wiaduktu z betonu sprężonego, o rozpiętości 120 m, podwieszono centralnie do konstrukcji łukowej. Konstrukcja rurowa natomiast składa się z dwóch, przesuniętych o 4 m względem siebie i skrzyżowanych przy podporach, łuków. Obiekt zaprojektowali Krzysztof Topolewicz z TOP PROJEKT i Tymon Galewski z GTI, a realizacją zajęła się firma Budimex.

W ostatnich latach coraz śmielej zaczęto budować nietypowe, ale znane w świecie konstrukcje mostowe. Należą do nich mosty typu *extradosed*, wstęgowego czy z drewna klejonego. Obiektów tego pierwszego rodzaju pojawiło się kilka. Największe z nich to: most przez Wartę w Koninie (2007 rok), most przez Rabę w Dobczycach (2012 rok) oraz oddany w 2013 roku most przez Wisłę w Kwidzynie. Obiekty typu *extradosed* stanowią konstrukcją pośrednią między podwieszoną a belkową sprężoną kablami o dużym mimośrodku.

Most w Kwidzynie to jeden z najdłuższych (ponad 800 m) obiektów typu *extradosed* na świecie. Rozpiętość każdego ze środkowych przęseł wynosi po 204 m. Most posiada trzy krótkie (20 m wysokości) pylony, spełniające rolę dewiatorów. Odważną konstrukcję zaprojektowali inżynierowie z Transprojektu Gdańskiego pod kierunkiem Adama Nadolnego, a wykonało konsorcjum polsko-hispańskie: Budimex S.A. i Ferrovial Agroman.



Budowa mostu Północnego w Warszawie

Oddana do eksploatacji w 2012 roku kładka pieszo-jezdna przez rzekę Rabę w miejscowości Lubień, w powiecie myślenickim jest również obiektem wyjątkowym. Konstrukcję niosącą zaprojektowano jako wstęgową z betonu sprężonego. To pierwsza tego typu kładka w Polsce i jedna z niewielu na świecie. Długość jej przęsła wynosi 92 m, a szerokość 5,5 m. Mogą się po niej poruszać także samochody o masie do 15 ton. Pomost tworzą elementy prefabrykowane podwieszone do ośmiu ciągów linowych zakotwionych w betonowych przyczółkach. Kładkę zaprojektowało biuro DHV POLSKA, a generalnym wykonawcą była firma IMB Podbeskidzie Sp. z o.o.

W 2006 roku w Sromowcach Niżnych nad Dunajcem oddano kładkę dla pieszych z drewna klejonego o rekordowej rozpiętości przęsła wynoszącej 90 m, podwieszono do jednego pylonu. Projektantem mostu był Jan Biliszczuk z zespołem Mosty Wrocław, a wykonawcą Schmees & Lühn Polska i REMOST P.H.U. Dębica.

Rekordową rozpiętość w kraju wśród konstrukcji tego typu posiada oddana w 2010 roku stalowa, wisząca kładka dla pieszych przez San

w Witryłowie. Rozpiętość jej przęsła liczy 150 m, a długość całego obiektu wynosi 234 m. Dwie liny (o średnicy 40 mm) niosą stalowy pomost usztywniony 12 przeciwwiatrowymi linowymi odciegami (o średnicy 35 mm). Pylony wykonano z rur o średnicy 60 cm. Kładkę wybudował Mostostal Ropczyce według projektu Tomasza Siwowskiego.

W grudniu 2013 roku oddano do użytku stalowy most o konstrukcji łukowej im. gen. Elżbiety Zawackiej w Toruniu (zwany również mostem Wschodnim). To trzeci obiekt przez Wisłę w Toruniu stanowiący część drogi krajowej nr 91 w kierunku Gdańska i Łodzi. Nowy most ma 540 m długości i 24 m szerokości. Jego konstrukcję stanowią dwa stalowe łuki o rekordowej rozpiętości 270 m i wysokości 50 m. Przęsła oparte są na dwóch podporach na brzegach rzeki oraz na trzeciej, centralnej podporze usytuowanej w jej nurcie. Estakady lewobrzeżne opierają się na 18, a prawobrzeżne na 12 podporach. Na potrzeby realizacji toruńskiej inwestycji zespół specjalistów opracował innowacyjny sposób montażu przęseł. Gotowe łuki mostu o łącznej masie ok. 5,5 tys. ton zostały zwodowane holownikami i wbudowane w miejsce docelowe na podpory stałe. W Polsce elementy o podobnych gabarytach i tonażu nie były nigdy wcześniej montowane. Na nowym moście powstały dwie dwupasmowe jezdnie, chodnik i ścieżka rowerowa o łącznej szerokości 30 m. Budowę obiektu w latach 2010-2013 realizowało konsorcjum Strabag AG i Hermann Kirchner Polska.

W tym samym roku oddano do użytku nowy podwieszony most drogowy nad rzeką Brdą w Bydgoszczy, będący elementem czteropasmowej Trasy Uniwersyteckiej. Jej długość całkowita wynosi 1,58 km, z tego 720 m prowadzona jest po moście i estakadach. Most nurtowy przez Brdę jest obiektem dwuprzęsłowym o długości 200 m i rozpiętościach przęseł 110 + 90 m. Pylony mostu o wysokości 68,7 m ukształtowano w formie przenikających się podków o kształtach liter greckich alfa i omega. Pomost pod obie jezdnie o zmiennej szerokości: 20,1-31,4 m jest podwieszony do pylonów za pomocą 16 lin. Konstrukcja przęseł jest stalowa, zespolona z betonową płytą współpracującą. Kładka dla pieszych nad trasą drogową stanowi akcent widokowy trasy. Wykonano ją jako jednoprzęsłową konstrukcję stalową podwieszoną do dźwigarów w formie nieregularnych łuków. Generalnym projektantem dokumentacji powstałej w gdańskim Transprojekcie był Tadeusz Stefanowski. Realizacją zajęło się konsorcjum firm: Przedsiębiorstwo Robót Mostowych Mosty Łódź, Firma GOTOWSKI Budownictwo Komunikacyjne i Przemysłowe wraz z Przedsiębiorstwem Budowy Dróg i Mostów KOBYLARNIA.

W ostatnim dwudziestolecu nastąpił rozwój oraz wdrażanie nie tylko nowoczesnych technologii, ale i materiałów – betonów niekonwencjonalnych (lekkich, samozagęszczalnych oraz antykorozyjnych). Stosowanie betonów samozagęszczalnych do budowy mostów ma sens, gdyż duże objętości elementów wymagają zagęszczania warstwowego, elementy mostów są gęsto zbrojone, np. w sąsiedztwie zakotwień kabli, a także mają niekiedy skomplikowane kształty i zmiany przekrojów. Pierwsze znaczące użycie betonu samozagęszczanego to budowa mostu Zamkowego w Rzeszowie w 2002 roku według projektu Tomasza Siwowskiego. Jest to obiekt pięcioprzęsłowy o zespolonej skrzynkowej konstrukcji pomostu. Dwa przęsła nurtowe podparto na trzech żelbetonowych łukach bezprzegubowych o rozpiętości 50 m, wykonanych z betonu samozagęszczanego klasy C50.

Obiekty mostowe średniej rozpiętości

Wśród obiektów średniej rozpiętości wyróżniają się, popularne w ostatnim dwudziestolecu, kładki w miastach oraz niektóre wiadukty nad autostradami. Ich forma architektoniczna ma przyciągać uwagę, współgrać z otoczeniem lub być punktem orientacyjnym urozmaicającym monotonię jazdy autostradą. Wśród nich warto zwrócić uwagę na obiekty z betonu sprężonego nad autostradą A4 na odcinku Wrocław-Katowice, projektowane głównie przez Mosty Wrocław.

W ostatnich latach nastąpiły liczne zmiany technologiczne: zakres prefabrykacji uległ ograniczeniu; zmieniono ukształtowanie pomostów z belek prefabrykowanych, zwiększono sztywność przęseł (przez stosowanie monolitycznej płyty zespalającej grubości co najmniej 21 cm) czy uciągania przęseł nad podporami pośrednimi. Zaczęto również stosować mieszanki betonowe z wysokiej jakości kruszywa i cementów specjalnych produkowane w cementowniach w Małogoszczy i Rejowcu. Niektóre firmy podjęły się stosowania na szeroką skalę ciekawych technologicznie rozwiązań z prefabrykowanych i scalanych na budowie dużych elementów betonowych.

W drugiej połowie lat 90. XX wieku, przede wszystkim we wrocławskich biurach, powstały projekty lekkich, estetycznych kładek dla pieszych w postaci kratownic trójpasowych budowanych z prętów rurowych (Osjałów – 1997 rok, Podtynie – 1998 rok). Rozpiętości przęseł dochodziły do 50 m, a z połączeń spawanych rur wyeliminowano blachy węzłowe. Zaprojektowano także wiele łukowych i podwieszonych kładek dla pieszych, głównie nad autostradami i drogami ekspresowymi oraz w miastach, gdzie stanowią one ciekawy element architektoniczny. Rozwinęła się także technologia budowy przepustów oraz przebudowy obiektów niedużej rozpiętości przy zastosowaniu stalowych blach falistych. Są to konstrukcje podatne, dostosowujące swój kształt do przesklepionego nad nimi zagęszczonego gruntu. Kilkanaście takich obiektów wykonano jako przejścia ekologiczne dla zwierząt. ■



Most w Sromowcach Niżnych, fot. Krzysztof Janczewski



Most w Kwidzynie, Budimex



Kładka Krzywy Kij nad A4



Kładka o. Leona Bernatka w Krakowie



Wiadukt w Gdańsku nad A1



Wiadukt w Mszanie



Wiadukt nad A4 w Rudzie Śląskiej



Kładka w Witryłowie



Most Zamkowy w Rzeszowie



Węzeł Murckowska w Katowicach, MOSTY Katowice



Kładka dla pieszych w Pszczynie



Kładka Tęcza na autostradzie A2, GDDKiA

Rozdział 2



JAK TO JEST ZROBIONE,
CZYLI
BUDUJEMY DROGĘ

Zarządzanie i nadzór nad inwestycją drogową



Od chwili rozpoczęcia budowy drogi, na wszystkich jej etapach, przez cały czas działa nadzór inwestorski, który może być wykonywany własnymi siłami zlecniodawcy lub poprzez inwestora zastępczego. Nadzór inżynierski prowadzony jest w zasadzie nad wszystkimi pracami: geodezyjnymi, budowlanymi, finansowymi i związanymi z ochroną środowiska, zawsze w celu weryfikacji zgodności wykonawstwa z projektem. Profesjonalne zarządzanie i nadzorowanie inwestycji jest kluczem do jej wykonania w ramach założonego budżetu i w przewidywanym terminie przy zachowaniu najwyższej jakości.

Z reguły nadzór nad realizacją inwestycji obejmuje zarządzanie i kontrolę oraz koordynację budowy aż do uzyskania przez wykonawcę prawomocnych decyzji o pozwoleniu na użytkowanie. W ramach tych usług prowadzone są również działania informacyjne i promocyjne, wypełnianie obowiązków sprawozdawczych oraz wspieranie zamawiającego we wszystkich czynnościach związanych z realizacją projektu.

Nie ma przepisów, które definiują rolę inwestora zastępczego (nazywanego czasem *project manager*), dlatego szczególnego znaczenia nabiera praktyka procesów budowlanych. Jedyna wskazówka dotycząca tej funkcji znajduje się w Polskiej Normie z 25 kwietnia 2000 roku (PN-ISO 6707-2:2000 Budownictwo – Terminologia – Terminy stosowane w umowach – Umowa o zastępstwo inwestycyjne). Jest tam powiedziane, że inwestor zastępczy to jednostka organizacyjna działająca odpłatnie w imieniu zamawiającego i odpowiedzialna przed nim za organizację i koordynację działań wszystkich stron uczestniczących w procesie inwestycyjnym. Inwestor zastępczy jest zazwyczaj osobą fizyczną lub firmą prowadzącą odpłatnie działalność w imieniu zlecniodawcy i odpowiedzialną przed nim za zarządzanie pracą wszystkich uczestników budowy. W zależności od zakresu umowy inwestor zastępczy reprezentuje interesy inwestora w całym procesie inwestycyjnym lub tylko na budowie. Tak więc jego rola nie jest związana z wykonaniem inwestycji lecz z zastępowaniem inwestora głównego

w określonych czynnościach organizatorskich oraz/lub podczas wszystkich procesów budowlanych.

Inwestor zastępczy wypełnia zlecone mu obowiązki na podstawie umowy. Z uwagi na to, że żaden akt prawny nie opisuje nadzorczych czynności inwestora zastępczego, ważne jest szczegółowe wyznaczenie zakresu jego obowiązków. Niezbędne jest zawarcie takiej umowy, która *de facto* jest umową o świadczenie usług. W celu uniknięcia ewentualnych sporów lub wątpliwości w umowie jasno powinno być określone, za co odpowiedzialny będzie inwestor zastępczy. Powinna ona zawierać ponadto możliwie szczegółowy zakres czynności, które miałby on wykonywać. A wynikają one wprost z obowiązków inwestora głównego, zapisanych w art. 18 prawa budowlanego.

Wypracowana praktyka sugeruje, że w przypadku powierzenia inwestorowi zastępczemu tylko realizacji inwestycji zakres jego obowiązków obejmuje m.in.: przeprowadzenie przetargu na wybór generalnego wykonawcy i przekazanie mu kompletnej dokumentacji oraz terenu budowy, zgłaszanie projektantowi wszelkich zastrzeżeń do projektu, nadzór inwestorski nad wszystkimi branżami, sprawdzanie jakości wykonywanych robót i użytych materiałów, kontrolę i odbiór robót, uczestniczenie w próbach i odbiorach urządzeń technicznych, potwierdzenie faktycznie wykonanych prac oraz usunięcia wad, sprawdzanie dokumentów rozliczeniowych pod względem merytorycznym i rachunkowym,

kontrola stanu zatrudnienia podwykonawców i rozliczeń z nimi generalnego wykonawcy (wynika to z przepisów kodeksu cywilnego zawartych w art. 647¹⁾), odbiór końcowy inwestycji, uzyskanie decyzji administracyjnych po zakończeniu procesu inwestycyjnego oraz ostatecznej decyzji o pozwoleniu na użytkowanie, końcowe rozliczenie i przekazanie inwestycji użytkownikowi. Jak widzimy, są to obowiązki obejmujące w zasadzie rzeczywiste zarządzanie i nadzór nad procesem realizacji projektu. Niezbędny jest do tego zespół ludzi z odpowiednim doświadczeniem i kwalifikacjami.

Możliwa jest również sytuacja, gdy inwestor zastępczy wspiera inwestora głównego już w czasie powstawania projektu. Musi on wówczas otrzymać stosowne pełnomocnictwa, a także możliwość zatwierdzania dokumentacji projektowej. Zakres obowiązków inwestora zastępczego rozszerza się wtedy o: zorganizowanie przetargu na wybór projektanta, uzyskanie wszelkich decyzji administracyjnych umożliwiających rozpoczęcie inwestycji (w tym pozwolenia na budowę), sprawdzanie i odbiór robót projektowych, uczestniczenie we wszystkich spotkaniach koordynacyjnych, ścisłą współpracę z inwestorem i przekazywanie projektantowi wszelkich informacji koniecznych do opracowania projektu, a także prowadzenie rozliczeń finansowych z projektantem.

Innym podmiotem, który może być kojarzony z inwestorem zastępczym, jest inżynier w rozumieniu warunków kontraktowych FIDIC (*Fédération Internationale des Ingénieurs Conseils* / Międzynarodowa Federacja Inżynierów – Konsultantów). Takie

rozwiązanie bywa w pewnych przypadkach bardzo wygodne, a czasem jest wręcz konieczne. Najprościej można uzasadnić powołanie inżyniera kontraktu jako odpowiedź na wciąż rosnące wymagania i konkretne potrzeby współczesnego rynku inwestycji. Pojęcie i funkcja inżyniera kontraktu nie wynika z zapisów prawa budowlanego, lecz została wprowadzona przez Międzynarodową Federację Inżynierów-Konsultantów. W Polsce inżynierowie kontraktów zaczęli funkcjonować po przystąpieniu naszego kraju do Unii Europejskiej. FIDIC opracowała własne wzory kontraktów, które wykorzystywane są często w inwestycjach finansowanych przez Bank Światowy, Europejski Bank Inwestycyjny i Unię Europejską. Występuje w nich inżynier kontraktu, który w pewnym stopniu może być utożsamiany z nadzorczą funkcją inwestora zastępczego. Jednak zgodnie ze statutem FIDIC nie jest on stroną i powinien działać niezależnie, zapewniając przestrzeganie procedur.

Funkcje inżyniera kontraktu sprawuje grupa ludzi, która składa się najczęściej z inżyniera-rezydenta, inspektorów nadzoru inwestorskiego oraz innych specjalistów. Inżynier-rezydent jest koordynatorem całej inwestycji budowlanej, musi na stałe przebywać na terenie budowy i uczestniczyć we wszystkich ważnych zdarzeniach. Podstawowym zadaniem inżyniera kontraktu jest nadzór techniczny nad robotami budowlanymi i jakością ich wykonywania, nadzór nad całością dokumentacji sporządzanej przez wykonawcę, a także sprawowanie kontroli nad stosowaniem procedur unijnych oraz dopełnienie w tym zakresie wszelkich formalności.

BIK
BIK-KOPCZYK
PROFESJONALNE BIURO INŻYNIERSKIE
35-222 Rzeszów, al. gen. L. Okulickiego 17
tel. 606 918 422, fax 17 853 79 37
e-mail: biuro@bikkopczyk.pl
www.bikkopczyk.pl



Biuro Inżynierskie BIK-KOPCZYK świadczy profesjonalne usługi w zakresie obsługi inwestycji budownictwa lądowego: mostów, dróg i lotnisk.

Oferujemy:

- inwestorstwo zastępcze;
- nadzory inwestorskie z pełnieniem funkcji inżyniera kontraktu;
- kompleksowe opracowania projektowe;
- ekspertyzy i orzeczenia techniczne;
- doradztwo techniczne.

Obecnie większość realizowanych budów drogowych, w ramach których zatrudniany jest inżynier kontraktu, stanowią inwestycje współfinansowane z funduszy UE.

Jak już zostało powiedziane, większość czynności związanych z administrowaniem i prowadzeniem inwestycji realizowana jest przez inżyniera kontraktu, jednak odmiennie od klasycznego rozumienia roli inwestora zastępczego zgodnie z regułami FIDIC, część działań wykonuje zamawiający. Jedną z zalet korzystania z kontraktów FIDIC jest to, że zawarte tam warunki podają gotowe do zastosowania zasady i procedury oraz regulują prawa i obowiązki poszczególnych stron biorących udział w kontrakcie. FIDIC podaje nawet zasady i procedury dotyczące organizowania przetargu na generalnego wykonawcę. Niezależnie od tego, czy przedsięwzięcie prowadzi inwestor zastępczy czy inżynier kontraktu, wszelkie czynności podejmowane są na ryzyko faktycznego inwestora. Oznacza to, że to inwestor w każdym przypadku nadal jest stroną procesu budowlanego i to inwestor jest rozliczany z obowiązków na nim ciążyących. Wszystko to sprawia, że właściwy dobór podmiotu mającego wykonywać czynności inwestora zastępczego jest bardzo ważny. Koszt zastępstwa mieści się w przedziale 5-10% całkowitej wartości realizowanego projektu.

W ramach nadzoru inżynierskiego działa inżynier rezydent w świetle ustaleń subklauzuli 3.2 FIDIC-2000 (jest to grupa osób tworzących

biuro inżyniera rezydenta). Zgodnie z zapisami tej subklauzuli, inżynier rezydent musi być zatwierdzony pisemnie przez inżyniera kontraktu, co świadczy o jego randze i pozwala na przekazanie wszystkich funkcji związanych z techniczną stroną prowadzenia kontraktu na rzecz inżyniera rezydenta, który jest uprawniony do wydawania poleceń wykonawcy.

Ostatecznym etapem budowy drogi jest odbiór i przekazanie jej do eksploatacji. Po odbiorze przez jakiś czas działa jeszcze nadzór inżynierski i kontroluje kwestie rozliczeniowe, zamknięcie finansowe kontraktu, a także wszelkie zgłaszane wady i usterki. W tym okresie wykonywane są ostatnie kontrole, by wyznaczyć termin, w którym zgłoszone zastrzeżenia powinny być usunięte.

Zgodnie z kontraktami zawieranymi na zarządzanie i nadzór inżynier kontraktu (inspektor nadzoru inwestorskiego) przez cały okres realizacji umowy sporządza raporty miesięczne. Jednocześnie w ciągu kilku dni po zakończeniu każdego miesiąca przedkładany jest kierownikowi projektu (którego reprezentuje przedstawiciel zamawiającego) raport miesięczny wyszczególniający wykonane prace, kontrolne badania laboratoryjne, informacje o postępie i uzyskiwanym poziomie jakości robót, o sprawach finansowych oraz występujących problemach w realizacji umowy. Ponadto nadzór przygotowuje raport techniczny, informujący o problemach, jakie wystąpiły w trakcie realizacji robót. Raport taki zawsze jest wymagany, kiedy wystąpią poważne zmiany w dokumentacji projektowej.



Autostrada A1 na odcinku pomiędzy Kowalem a Strykowem, ZBM Inwestor Zastępczy

ZBM Inwestor Zastępczy S.A.



ZBM Inwestor Zastępczy SA

03-215 Warszawa, ul. Jagiellońska 88, B.51 BC, lok. 36

tel./fax 22 651 06 50, 22 651 06 52

e-mail: sekretariat@zbm.com.pl

www.zbm.com.pl

Zakłady Budownictwa Mostowego Inwestor Zastępczy SA

istnieje od 1998 roku. Realizuje szeroki zakres usług zarządzania, nadzoru technicznego i kosztowego nad robotami, inwestorstwa zastępczego oraz szeroko rozumiane świadczenia doradcze dostosowane do potrzeb klienta – inwestora. Nasze wsparcie obejmuje nadzory inwestorskie nad realizacją obiektów budownictwa: drogowego, kolejowego, lotniskowego, obiektów inżynierskich, przemysłowego i ogólnego. Zakres naszych usług obejmuje kompleksowe zarządzanie realizacją wszelkich projektów infrastrukturalnych oraz nadzór techniczny nad robotami, zgodnie z warunkami kontraktowymi FIDIC (w charakterze inżyniera) i obowiązującym polskim prawem budowlanym, w szczególności w takich kategoriach jak:

Konstrukcje inżynierskie:

- drogi, w tym: autostrady i drogi ekspresowe;
- mosty, wiadukty, tunele;
- budownictwo kolejowe, lotniskowe i przemysłowe;
- instalacje ochrony środowiska.

Budownictwo ogólne:

- budownictwo mieszkaniowe;
- budynki użyteczności publicznej;
- budownictwo przemysłowe.

Kadra ZBM IZ to zespół złożony z 400 inżynierów i specjalistów o najwyższych kwalifikacjach z wieloletnim doświadczeniem, jak również specjalistów w dziedzinie organizacyjno-prawnej. Najważniejsze dokonania firmy związane są z zarządzaniem i nadzorem nad budową dróg i obiektów inżynierskich. Firma była wielokrotnie nagradzana za wdrażanie nowych technologii. Otrzymała m.in. Nagrodę Ministra Infrastruktury i Rozwoju za najlepszą ofertę w kategorii „drogi” (w roku 2008) oraz nagrodę za kompleksowe i nowoczesne usługi w zakresie zarządzania i nadzoru nad budową dróg w kategorii „technologie i usługi” (w roku 2010). Wartość nadzorowanych robót od początku istnienia ZBM Inwestor Zastępczy SA wyniosła 20 mld zł.



Certyfikaty

ZBM Inwestor Zastępczy SA pracuje zgodnie z najważniejszymi standardami obowiązującymi w sektorze budowlanym.

Do najważniejszych należą:

- system zarządzania jakością zgodny z normą PN-EN ISO 9001:2009. Spółka posiada Certyfikat Systemu Zarządzania Jakością oraz Certyfikat IQNet od 2004 roku;
- spółka jest członkiem Stowarzyszenia Inżynierów Doradców i Rzeczoznawców (SIDiR);
- prowadzone przez spółkę kontrakty są zgodne ze standardami Międzynarodowej Federacji Inżynierów Konsultantów (FIDIC);
- spółka wdraża System Zarządzania Środowiskowego i BHP zgodnie z normami PN-EN ISO 14001 i PN – N- 18001:2004.

Nasi najważniejsi klienci:

GDDKiA, ZMID w Warszawie, MPWiK, PKP PLK, Zarządy Dróg Wojewódzkich, miasto Warszawa, miasto Suwałki.

Nadzorowaliśmy inwestycje

drogowe: autostrada A1 odc. Kowal – Stryków, A4 Rzeszów Centralny – Rzeszów Wschód, A4

Rzeszów Zachód – Rzeszów Centralny, S-19 Rzeszów Zachód – Świlcza, S-19 Świlcza – Kielanówka, S7 Kalsk – Miłomłyn, S7 Gdańsk – Koszwały, S8 odc. al. Prymasa Tysiąclecia w Warszawie – ul. Piłsudskiego w Markach, Rozbudowa DW 503 i DW 650, Trasa Siekierkowska, Rondo Starzyńskiego w Warszawie, tunel z zagłębieniem pod Wisłostradą w Warszawie, przebudowa DK 7 Jazowa – Elbląg, obwodnice: Olecka, Jarosławia, Garwolina, Piotrkowa Trybunalskiego, Gołdapi, Gostynina, Hrubieszowa. Nadzorowaliśmy również budowę sieci kanalizacyjnych i przepompowni w Warszawie. **Nadzorujemy:** S8 odc. Warszawa – Marki etap II, S19 Świlcza – Kielanówka, S8 Mężenin – Jeżewo, S7 Miłomłyn – Olsztynek, węzeł Międzyziesie wraz z tunelem, S8 Radziejowice – Paszków, S7 Koszwały – Nowy Dwór Gdański.

Zachodniopomorskie Laboratorium Drogowe



**Zachodniopomorskie
Laboratorium Drogowe**
75-22 Koszalin, ul. Szczecińska 31
tel. 94 341 96 45, fax 94 340 48 56
e-mail: biuro@zld.koszalin.pl
www.zld.koszalin.pl



Zachodniopomorskie Laboratorium Drogowe w Koszalinie (ZLD)

jest samorządowym zakładem budżetowym Województwa Zachodniopomorskiego. Zatrudnia 11 osób i jest jednostką samofinansującą się, działającą w sektorze finansów publicznych.



Zachodniopomorskie Laboratorium Drogowe w Koszalinie świadczy następujące usługi:

Pracownia badań terenowych:

- badania nośności i zagęszczenia podbudowy z kruszywa stabilizowanego mechanicznie płytą VSS;
- pomiary równości podłużnej nawierzchni planografem;
- pomiary właściwości przeciwpoślizgowych nawierzchni zestawem pomiarowym SRT-3;
- badania ugięć sprężystych nawierzchni belką Benkelmana;
- odwierty konstrukcji nawierzchni;
- odwierty gruntów wraz z rozpoznaniem makroskopowym rodzaju i głębokości zalegania;
- badanie odbłaskowości oznakowania poziomego (pomiar współczynnika luminacji β).

Pracownia mas bitumicznych:

- badanie mieszanek mineralno-bitumicznych;
- badanie zawartości asfaltu i składu ziarnowego;
- opracowanie receptur na podstawie dostarczonych materiałów;
- sprawdzenie receptury klienta na podstawie dostarczonych materiałów lub na podstawie gotowego wyrobu;
- badanie szczepności międzywarstwowej wg Leutnera;
- wytrzymałość mieszanki mineralno-asfaltowej na rozciąganie pośrednie - odporność na działanie wody i mrozu;
- badania emulsji asfaltowej.

Pracownia kruszyw i betonów:

- badania zagęszczenia gruntów po robotach ziemnych: metodą Proctora, lekką sondą dynamiczną, płytą dynamiczną;
- badania: kruszyw stabilizowanych cementem (gruntocementy, podsypki cementowo-piaskowe), gruntów i kruszyw, podbudów z chudego betonu oraz betonów towarowych, obrzeży, krawężników i kostek brukowych, mieszanek mineralno-cementowo-emulsyjnych;
- projektowanie recept (podsypki cementowo-piaskowe, grunty stabilizowane cementem, chudy beton, betony towarowe, mieszanki mineralno-cementowo-emulsyjne).

CENTRALNE LABORATORIUM DROGOWE



CENTRALNE LABORATORIUM DROGOWE
05-304 Stanisławów, ul. Polna 57
tel. 25 752 20 06
e-mail: laboratorium@pbdim.com.pl
www.pbdim.com.pl



W strukturach Centralnego Laboratorium Drogowego jest siedem lokalizacji laboratorium rozsianych po centralnej (woj. mazowieckie, łódzkie) i wschodniej (woj. lubelskie, warmińsko-mazurskie, podlaskie) Polsce.

Od 10 lat Centralne Laboratorium Drogowe posiada wdrożony system zgodności z normą PN-EN ISO/IEC 17025: 2005, która jest potwierdzona otrzymaniem certyfikatu PCA nr AB 638 w zakresie wykonywania następujących badań:

- asfaltów (penetracja igłą, temperatura mięknięcia, gęstość);
- mieszanek mineralno-asfaltowych (zawartość lepiszcza rozpuszczalnego, skład ziarnowy, gęstość objętościowa, gęstość w wodzie, stabilność i odkształcenie – metoda Marshalla, podatność na deformacje pod obciążeniem – mały aparat, wrażliwość na wodę);
- mieszanek betonowych (zawartość powietrza, konsystencja);

- betonu stwardniałego (wytrzymałość na ściskanie, zginanie oraz rozciąganie przy rozłupywaniu, odporność na działanie mrozu, głębokość penetracji wody podciśnieniem, przepuszczalność wody, nasiąkliwość).

Centralne Laboratorium Drogowe oferuje:

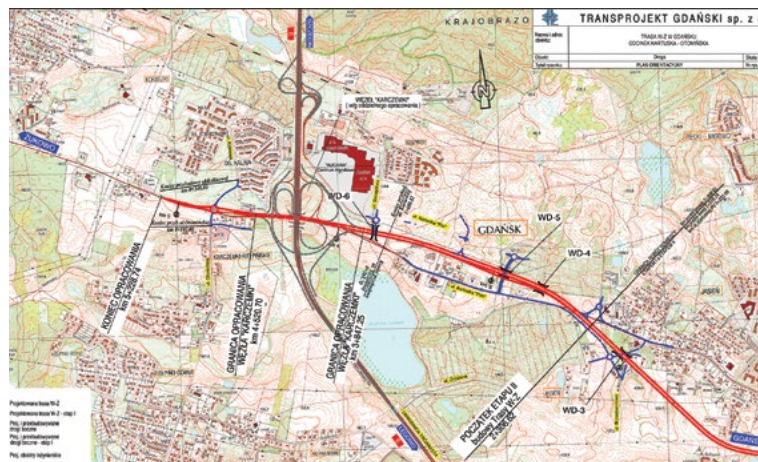
- opracowywania recept oraz wykonywanie badań: kruszyw wg WT-1, mieszanek mineralno-asfaltowych wg WT-2, mieszanek niezwiązanych wg WT-4, mieszanek betonowych oraz stali;
- kompleksową obsługę budów.

Pracowaliśmy przy takich inwestycjach jak:

- budowa centralnego odcinka II linii metra;
- budowa obwodnicy Mińska Mazowieckiego na parametrach autostrady;
- budowa drogi S-8 Piotrków Trybunalski - Rawa Mazowiecka,
- budowa Pomorskiej Kolei Metropolitalnej,
- budowa obwodnicy Krzepic w ciągu drogi krajowej nr 43.



Na początku jest biuro projektów



Współczesne biura projektów zajmują się – w najszerszym znaczeniu – koncepcyjnym przygotowaniem działań, które wdrażane są na placach budów. Są to najczęściej firmy, które wykonują kompleksowe dokumentacje projektowe obejmujące wszystkie etapy przygotowania inwestycji drogowej: dokumentacje przedkoncepcyjne (wyznaczanie korytarzy, studia poszukiwawcze), studia techniczno-ekonomiczno-środowiskowe, koncepcje programowe, rozwiązania szczegółowych zagadnień i problemów drogownictwa, projekty budowlane i wykonawcze, a także dokumentację przetargową i pomiarów geodezyjnych. Na koniec realizują nadzór autorski na budowach.

Wykonując zlecenie inwestora, przygotowują wymagane materiały i uczestniczą w procedurach administracyjnych w celu uzyskania decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach przedsięwzięcia i zezwolenia na realizację inwestycji drogowej, ustalenia lokalizacji inwestycji celu publicznego, pozwolenia na budowę, pozwolenia wodnoprawnego, a jeśli zachodzi taka potrzeba, to również zgody na wycinkę drzew i krzewów.

Podstawowym prawem określającym techniczne warunki dróg publicznych jest ustawa z 21 marca 1985 roku. Definiuje ona pojęcia związane z drogami, podstawowe prawa na temat ich elementów, ich przeznaczenie oraz sposób utrzymywania i finansowania. Kolejnymi aktami prawnymi, które określają technologie dla dróg publicznych, są: ustawa Prawo budowlane oraz uchwalone do niej rozporządzenia, m.in. Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z 2 marca 1999 roku (ze zmianami Ministra Infrastruktury i Rozwoju z 17 lutego 2015 roku), która mówi o warunkach technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie (autostrady płatne i drogowe obiekty inżynierskie są określone w przepisach odrębnych). Ponadto Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad zleciła opracowanie m.in. wytycznych projektowania skrzyżowań drogowych oraz dróg I-VII klasy technicznej.

Projektowanie dróg obejmuje kilka faz:

1. fazę projektowania wstępnego (studium sieciowe SS);

2. fazę uzyskania decyzji administracyjnych:
 - dla decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach (studium korytarzowe SK, studium techniczno-ekonomiczno-środowiskowe STEŚ);
 - dla decyzji o zezwoleniu na realizację inwestycji drogowej (koncepcję programową KP, projekt budowlany PB);
3. fazę projektowania uzupełniającego i końcowego (opracowania z dziedziny ochrony środowiska, opracowania z zakresu organizacji ruchu kołowego, dokumentację przetargową – również dla systemu „projektuj i buduj”);
4. fazę uzyskania funduszy inwestycyjnych (studium wykonalności SW, rezultaty SW).

Każda faza dokumentacji służy osiągnięciu określonego celu, jaki stoi przed inwestorem w kolejnych etapach przygotowania inwestycji. Dokumentacja projektowa we wszystkich stadiach realizacji powinna opierać się na systemie referencyjnym.

Wykonanie studium korytarzowego SK poprzedza sporządzenie STEŚ. Jest ono opracowaniem projektowym, które w zależności od potrzeb może służyć m.in. wstępnemu określeniu zakresu rzeczowego i finansowego przedsięwzięcia oraz ustaleniu jego efektywności ekonomicznej, ustaleniu wariantów korytarza terenowego przebiegu projektowanej trasy (na podstawie analizy wariantów i uzyskanych opinii) oraz ostatecznemu



Europrojekt Gdańsk S.A.



Usługi projektowe, eksperckie i doradcze na najwyższym poziomie gwarantuje wyspecjalizowana i wyszkolona kadra inżynierska i menedżerska. Firma specjalizuje się w kompleksowych realizacjach projektów infrastrukturalnych z zakresu dróg, mostów, tuneli i kolei, wykonuje również projekty hal, obiektów inżynierskich, przemysłowych oraz użyteczności publicznej. Współpraca i doradztwo klientom odbywa się od chwili narodzin pomysłu, do momentu oddania obiektu do użytkowania. Działalność firmy Europrojekt Gdańsk S.A. obejmuje nie tylko Polskę, ale

również kraje całego świata. We współpracy z firmą SSF Ingenieure AG z Monachium zrealizowaliśmy projekty między innymi w Niemczech, Austrii, Holandii, Rumunii, Azerbejdżanie, Arabii Saudyjskiej, Katarze, Indiach i Chinach.

Poprzez nasz udział w tworzeniu nowych technologii z zakresu budownictwa lądowego przyczyniamy się do poprawy stanu infrastruktury, tworzenia wymiernych udogodnień dla jej użytkowników oraz zwiększania bezpieczeństwa na polskich drogach.



Europrojekt Gdańsk S.A. to firma projektowo-doradcza, działająca od 1999 roku



ustaleniu głównych parametrów technicznych wszystkich obiektów budowlanych. STEŚ to najbardziej rozbudowane opracowanie projektowe, zawierające warianty drogi, jej podstawowe obliczenia, a także projekty planu sytuacyjnego, profilu podłużnego i przekrojów poprzecznych, projekty obiektów inżynierskich itd. Umożliwia ono uzyskanie decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach i otrzymanie zgody na realizację przedsięwzięcia drogowego (zezwolenie na realizację inwestycji drogowej ZRID).

Ramowa zawartość STEŚ składa się z części ogólnej, mającej charakter opisowo-rysunkowy (warianty i planowane etapy przedsięwzięcia), ze studium geologiczno-inżynierskiego, dokumentacji projektowej (część drogową), dokumentacji projektowej obiektów inżynierskich, opracowania z zakresu analizy i prognozy ruchu, opracowania dotyczącego organizacji ruchu, audytu bezpieczeństwa ruchu drogowego, opracowania ekonomiczno-finansowego, opracowania z dziedziny ochrony środowiska, podsumowania i wniosków oraz wytycznych techniczno-organizacyjnych realizacji. Oczywiście zakres poszczególnych tematów wymaga dostosowania do specyfiki konkretnej inwestycji. W STEŚ zawarte są także podstawowe informacje i wymagania inwestora. Przyjrzyjmy się niektórym składowym tego studium.

Część rysunkowa zawiera w zależności od celów: plan orientacyjny, plan sytuacyjny (główna mapa dla wykonania STEŚ), poglądowe przekroje normalne oraz w razie potrzeby dokumentację fotograficzną.


BIK-KOPCZYK
 PROFESJONALNE BIURO INŻYNIERSKIE
 35-222 Rzeszów, al. gen. L. Okulickiego 17
 tel. 606 918 422, fax 17 853 79 37
 e-mail: biuro@bikkopczyk.pl
www.bikkopczyk.pl



Studium geologiczno-inżynierskie jest opracowaniem projektowym wykonywanym jako rozpoznawczy etap badań z wykorzystaniem materiałów archiwalnych, opartym głównie na pracach kameralnych i ewentualnie terenowych, w celu wstępnego rozpoznania warunków geologiczno-inżynierskich, hydrogeologicznych i geotechnicznych oraz wstępnego określenia przydatności terenu pod budowę obiektów budownictwa drogowego. Studium powinno dostarczyć dane o podłożu potrzebne do opracowania raportu oddziaływania na środowisko. W opracowaniu znajdują się m.in.: mapa lokalizacji projektowanego obiektu (wszystkie warianty – skala 1:25 000 lub 1:50 000), mapa topograficzna (skala 1:10 000 lub większa) z lokalizacją obiektu, fragment mapy geologicznej lub geologiczno-inżynierskiej (skala 1:50 000 lub większa) najbliższego rejonu (wszystkie warianty), przekroje geologiczno-inżynierskie, fragment mapy hydrogeologicznej (skala 1:50 000 lub większa).

W dokumentacji projektowej części drogowej określone są wszystkie obiekty budowlane, głównie ich typ, rodzaj i konstrukcja dla obiektów nowo projektowanych, a także szacunkowy zakres remontów i/lub przebudów. Projekty poszczególnych obiektów powinny być wykonywane w ścisłej koordynacji międzybranżowej. Analizowane są m.in.: obiekty drogowe, inżynierskie, urządzenia ochrony środowiska, infrastruktura techniczna związana z drogą (np. kanalizacja, oświetlenie), a także ta w pasie drogowym niezwiązana z drogą. Ponadto są tam m.in. inwentaryzacje i oceny stanu technicznego obiektów budowlanych i drogowych, plan sytuacyjny, przekroje normalne i podłużne, charakterystyczne przekroje poprzeczne, schematy węzłów i skrzyżowań.



Biuro Inżynierskie BIK-KOPCZYK – to dynamicznie rozwijająca się firma projektowo-konsultingowa. Firma działa od 2005 r., a jej założycielem i właścicielem jest Piotr Kopczyk, rzeczoznawca budownictwa mostowego i drogowego. Kadra inżynierska Biura realizuje zamówienia dla inwestorów i wykonawców budownictwa drogowego zapewniając wysoką jakość usług. Firma BIK-KOPCZYK wykonała wiele kontraktów projektowych i związanych z obsługą inwestorską wg procedur FIDIC. Oferujemy kompleksowe opracowania projektowe.

Ramowa, wielokryterialna analiza porównawcza wariantów tras przeprowadzana jest w celu wskazania najkorzystniejszego z nich. Integralną częścią STEŚ powinny być konsultacje społeczne, aby poinformować lokalną społeczność i inne zainteresowane strony (np. organizacje ekologiczne) o planowanym przedsięwzięciu.

Dokumentacja projektowa obiektów inżynierskich STEŚ, jej przedmiot i zakres powinien dostarczyć inwestorowi odpowiedni materiał do dokonania wyboru wariantów najlepszych z punktu widzenia ochrony środowiska i techniczno-ekonomicznego. Aby to osiągnąć, trzeba po pierwsze: ustalić zakres rzeczowy i finansowy realizacji obiektów inżynierskich, po drugie: uwzględnić ich oddziaływanie na środowisko podczas budowy i eksploatacji.

W założeniach organizacji ruchu są opisane podstawowe parametry fizyczne projektu i geometryczne drogi, zakres dostępu do niej i sposób sterowania ruchem dla każdego jej wariantu oraz sprawdzenie, w którym z wariantów możliwe jest zorganizowanie bezpiecznego i efektywnego przepływu pojazdów.

Celem tego opracowania jest określenie wariantów przebiegu osi drogi umożliwiających zastosowanie takich parametrów geometrycznych, dla których można na niej zaprojektować płynną i bezpieczną organizację ruchu, zgodną z warunkami technicznymi dla dróg publicznych, uwzględniającą widoczność podczas

wyprzedzania i zatrzymania oraz zgodną z warunkami technicznymi dla znaków, sygnałów i urządzeń bezpieczeństwa ruchu, wstępne określenie poszczególnych wariantów szerokości pasa drogowego, porównanie wszystkich opcji pod kątem efektywności i bezpieczeństwa organizacji ruchu oraz wskazanie wariantu najkorzystniejszego wraz z uzasadnieniem.

Część ekonomiczna STEŚ w postaci opracowania ekonomiczno-finansowego zawiera wyniki obliczeń dotyczących kosztów, finansowania i uzasadnienia przedsięwzięcia z punktu widzenia ekonomii (zbiorcze zestawienie kosztów, analiza efektywności ekonomicznej).

Opracowania z dziedziny ochrony środowiska regulowane są m.in. przepisami ustawy z 3 października 2008 roku o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, która wprowadziła dwuetapowość przeprowadzenia oceny oddziaływania na środowisko. Ocenę wykonuje się w postępowaniu o wydanie decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach oraz w ramach postępowania o wydanie decyzji o pozwoleniu na budowę lub zezwolenia na realizację inwestycji drogowej ZRID.

Wybrane firmy zajmujące się kompleksową obsługą projektów drogowych: Trasa Biuro Projektów Komunikacji; BPBK SA Gdańsk; VIA Projekt; Europrojekt; ProtechniCon; Complex Projekt; Ekkom; Skanska Drogi i Mosty; Drogoprojekt; BPK Poznań; PPPprojekt. ■



Prace geodezyjne i przygotowawcze



Geodeci podczas budowy obwodnicy Lublińca, 2009 r., GDDKiA

Istotną rolę praktycznie w każdym etapie budowania drogi odgrywają geodeci. W studium korytarzowym (SK) wytyczone są np. granice planowanych działek pod budowę. Między innymi na tej podstawie wydawane jest zezwolenie na realizację inwestycji drogowej (ZRID). Są w nim zawarte informacje o podziale nieruchomości i projekt podziału gruntów, co oznacza, że z dniem wydania ZRID stają się one własnością Skarbu Państwa, a ich właścicielom przysługuje odszkodowanie. Pieniędźmi na wykup gruntów powinien dysponować zarządca drogi. Po wydaniu ZRID dokonuje się wyceny gruntów i prowadzone jest postępowanie odszkodowawcze, a pieniądze są wypłacane na mocy ostatecznej decyzji. To jest duża różnica w porównaniu do warunków budowania dróg pod koniec XX wieku lub nawet na początku poprzedniego dziesięciolecia. W tamtych latach, do czasu wprowadzenia obowiązku ZRID, również były wydawane decyzje lokalizacyjne, lecz na ich mocy własność gruntów nie była przenoszona na rzecz Skarbu Państwa, a postępowanie odszkodowawcze było znacznie trudniejsze. Poza tym w ZRID zawarte są także postanowienia o dojazdach do indywidualnych i publicznych działek znajdujących się w pobliżu budowanej drogi. Obecnie bez zapewnienia dojazdu do konkretnej działki nie ma mowy o zatwierdzeniu dokumentacji dotyczącej podziału gruntów.

Budowa drogi w pierwszym etapie ponownie obejmuje prace geodezyjne, polegające na wytyczeniu granic zewnętrznych

pasa drogowego, charakterystycznych punktów osi i korony drogi (wyniesienie punktów głównych pod roboty ziemne i przygotowawcze, sprawdzenie założeń projektowych w terenie, w przypadku wystąpienia rozbieżności niezwłoczne powiadomienie zleceniodawcy), skrzyżowań, drogowych obiektów inżynierskich, urządzeń techniczno-drogowych oraz granic robót ziemnych. Warto podkreślić szczególną rolę geodetów, którzy są obecni we wszystkich fazach budowy drogi, gdyż zajmują się również inwentaryzacją wykonanych prac, m.in. humusowania, skarpowania, plantowania, przebiegu rowów odwadniających, kształtowania korpusu drogi, obsadzenia jej krzewami i drzewami. Wykonywane przez nich pomiary mają na celu kontrolę poprawności wykonanych robót w stosunku do zatwierdzonej dokumentacji.

Równolegle wykonywane są prace przygotowawcze, tzn. wycinanie drzew, wszelkie rozbiórki, zdejmowanie humusu, przekładanie infrastruktury w celu usunięcia przeszkód w postaci podziemnych instalacji. W tym wstępnym, przygotowawczym etapie budowy bardzo ważną rolę odgrywa wycinka drzew. Zniekształcenie krajobrazu czasami jest spore i ma negatywny wpływ na środowisko naturalne. Dlatego przed rozpoczęciem budowy autostrady i drogi ekspresowej sporządzany jest raport oddziaływania inwestycji na środowisko, z którego wynika, czy konieczne są do wykonania działania minimalizujące lub kompensujące negatywny wpływ drogi na otoczenie.

Budowa drogi jest procesem przebiegającym w kilku fazach. Wbiecie pierwszej łopaty poprzedzają procedury administracyjne, prace przygotowawcze i terenowe, które rozpoczynają i kończą geodeci. Oni wytyczają trasę i linie podziału nieruchomości, po czym urzędnicy przystępują do wyceny i wykupu gruntów. Na tak przygotowany teren wkraczają do akcji saperzy; jeśli to konieczne następuje rozbiórka budynków, stanowiska tworzą ekipy archeologów w celu dokładnego przebadania, co znajduje się pod ziemią. Równolegle odbywa się usuwanie kolizji np. z liniami energetycznymi, a niekiedy trzeba przenieść o pół kilometra siedlisko zagrożonego wyginieciem ślimaka.

Podczas zdejmowania humusu przez cały czas budowania drogi funkcję nadzorującą oraz interwencyjną pełni wydział ochrony środowiska oddziału Głównej Dyrekcji Dróg Krajowych i Autostrad. W przypadku stwierdzenia istnienia np. zbiorników wodnych znajdujących się w pasie drogowym, sporządzane są odpowiednie raporty, na podstawie których żyjące tam zwierzęta przenoszone są w inne, bezpieczne miejsca. W studium techniczno-ekonomiczno-środowiskowym (STeS) wskazane są także ścieżki przemieszczania się dzikich zwierząt, gdyż projektowane drogi często przecinają ich naturalne korytarze migracyjne. W takich przypadkach budowane są specjalne obiekty inżynierskie. Mogą to być przejścia dolne, czyli dostosowane do zwierząt ścieżki pod budowanymi estakadami lub wiaduktami. Przejściami dolnymi są także tzw. przepusty ekologiczne. W innych sytuacjach buduje się mosty zielone lub krajobrazowe, na powierzchni których planuje się zagospodarowanie w postaci nasadzeń krzewów i małych drzew w zależności od gatunku zwierząt korzystających z danego przejścia. Niekiedy przeprowadzane są dodatkowe badania, (związane m.in. z migracją np. nietoperzy lub innych zwierząt), które nie były wymienione w STeS. Czynności monitorujące prowadzą

wówczas na wyznaczonych odcinkach budowanej drogi specjalistyczne zespoły. Na podstawie wyników tych badań i raportów czasami mogą być zlecone dodatkowe prace lub projekty obiektów uzupełniających.

W ZRID przewidziane są również powierzchniowo-sondazowe badania archeologiczne, związane z ochroną dóbr dziedzictwa kulturowego lub w potwierdzonych przypadkach prace saperskie. Jeśli w opiniach środowiskowych sporządzonych przed wydaniem ZRID zawarte jest specjalne zalecenie, to po zakończeniu podziału gruntu przez geodetów do pracy przystępują archeolodzy. Zespoły wykonujące tego typu badania są wylaniane w drodze przetargu. Nadzór archeologiczny prowadzony jest na całej trasie budowanej drogi. W zależności od wyników uzyskanych z rozpoznania sondazowego wyznacza się wstępnie lokalizację stanowisk przyszłych wykopalisk oraz ich preliminarzową powierzchnię. Każde stanowisko archeologiczne podlega starannym badaniom i drobiazgowym opisom. W przypadku odkrycia jakiegoś znaleziska wykonywana jest szczegółowa dokumentacja miejsca wraz z podaniem dokładnej jego lokalizacji, a także przypisaniem do odpowiedniej grupy zabytków. Archeolodzy na trasie nowo budowanych dróg poszukują m.in. śladów

starych kultur i cywilizacji, np. kurhanów lub cmentarzysk. W przypadku znalezienia na terenie budowanej drogi szczątków ludzkich, np. na polach bitewnych, eksperci z zakładu medycyny sądowej dokonują szczegółowych analiz ułożenia kości i znajdujących się w ich pobliżu przedmiotów. Niejednokrotnie znajdowane są elementy wyposażenia wojskowego i fragmenty umundurowania, wówczas na podstawie dokumentacji historycznej możliwe jest określenie czasu pochówku. W wielu przypadkach udaje się dokonać szczegółowej identyfikacji znalezionych szczątków. Po każdej wykonanej inspekcji archeologicznej powstają wyczerpujące sprawozdania.

Kolejnymi pracami wykonywanymi w ramach robót przygotowawczych są wszelkie czynności związane z nadzorem saperskim. Tereny, przez które prowadzą budowane drogi ekspresowe i autostrady, mogły w przeszłości być objęte działaniami zbrojnymi. Chodzi o usunięcie znajdujących się na terenie budowy materiałów niebezpiecznych. Prace oczyszczające polegają na wykrywaniu przedmiotów metalowych w gruncie, rozpoznaniu ich pod względem zagrożenia, a następnie wywiezieniu i niszczeniu niewypałów oraz niewybuchów takich jak: miny, pociski, amunicja, granaty, itp. Zasięg strefy zagrożenia dla ludzi i sprzętu podczas wykonywania robót ziemnych wyznacza promień rażenia odłamkami i falą uderzeniową, powstająca po eksplozji np. min przeciwpancernych lub pocisków moździerzowych. Po zakończeniu saperskich czynności nadzorczych sporządzana jest i przekazywana inwestorowi dokumentacja powykonawcza (również fotograficzna) wraz z zestawieniem wykrytych, podjętych i unieszkodliwionych przedmiotów niebezpiecznych.

Po zdjęciu humusu oraz zakończeniu prac archeologicznych i saperskich zaczynają się właściwe roboty drogowe związane z pracami ziemnymi. Podczas wyznaczania tras dróg i autostrad uwzględnia się różne kryteria lokalizacyjne lecz coraz częściej kwestia obecności korzystnych warunków geologicznych schodzi na dalszy plan, gdyż dostępne są rozmaite techniki palowania, które skutecznie stabilizują grunty, skarpy, nasypy, wały i osuwiska.



Na każdym etapie realizacji budowy drogi ważną rolę odgrywają geodeci

Na drogach można wzmacniać istniejące nasypy lub podłoża pod nasypami nowo budowanymi. Trudne warunki gruntowe w większości prowadzą do rezygnacji z posadowienia bezpośredniego drogowych obiektów inżynierskich (co zawsze wiąże się z wykonaniem głębokich wykopów) na rzecz posadowienia pośredniego, tzn. na palach. Zajmują się tym wyspecjalizowane firmy, które w takich przypadkach (przyczółki estakady, mury oporowe) stosują prefabrykowane żelbetowe pale wbijane. Jeśli zachodzi taka potrzeba, mogą być użyte pale wiercone świdrem ciąglym (CFA/FSC), pale przemieszczeniowe formowane w gruncie (FDP/SDP), pale stalowe z rur, dwuteowników lub grodzic stalowych, kolumny bezprzemieszczeniowe betonowe, formowane metodą wgłębnego mieszania gruntu (DSM), iniekcji strumieniowej (*jet-grouting*) i przemieszczeniowe betonowe.

Specyfika robót drogowych często wymaga wykonania zabezpieczeń głębokich wykopów. Tu dobrze się sprawdza technologia wibro-wanych, wciskanych lub/i wbijanych ścianek z grodzic stalowych wspornikowych, kotwionych lub rozpartych, ścian berlińskich wibro-wanych, wbijanych lub wierconych oraz różnego rodzaju palisad. Na palach zazwyczaj posadowione są konstrukcje nośne ekranów akustycznych.

W początkowej fazie wykonywane są także przepusty i fundamenty przyszłych obiektów inżynierskich, jak również budowane są zbiorniki retencyjno-infiltrujące oraz retencyjno-odparowujące. Z uwagi na spore długości zlewni i konieczność przyhamowania oraz możliwość odparowania wody płynącej w rowach przyszłej drogi, przy autostradach i drogach ekspresowych projektowane są rowy osadowo-retencyjne. Czasami w zależności od pochylenia podłużnego dna rowu stosuje się palisady drewniane. Wody opadowe wzdłuż trasy odprowadzane są rowami przydrożnymi do studzienek osadnikowych z piaskownikami, w których są wstępnie oczyszczane, a następnie odprowadzane przewodem kanalizacji deszczowej do zbiornika lub odbiornika naturalnego. Wody z kanalizacji deszczowej, podobnie jak przy odwodnieniu powierzchniowym, można odprowadzić do zbiorników naturalnych lub do zaprojektowanych zbiorników ekologicznych, w miejscach, gdzie nie ma naturalnego odbiornika wód opadowych lub odprowadzanie wody do zbiornika naturalnego jest zakazane ze względów środowiskowych.

Wspomniane zbiorniki retencyjno-infiltracyjne lokalizuje się na terenach, na których grunty mają dobre własności filtracyjne, a wody gruntowe stabilizują się na niskim poziomie. W takich zbiornikach może dochodzić do czasowej retencji wód opadowych,

które następnie odprowadzane są do gruntu. Natomiast zbiorniki retencyjno-odparowujące projektowane są na gruntach słabo przepuszczalnych lub nieprzepuszczalnych. W tych zbiornikach dochodzi do czasowej retencji wód opadowych, które później odprowadzają do atmosfery.

W tym samym czasie odbywają się roboty ziemne związane z budową nasypów i wykonywaniem wykopów, przeprowadzane są badania laboratoryjne dotyczące podłoża gruntowego i zagęszczenia kolejnych warstw nasypów. Przy wykopach używane są ciężkie maszyny, m.in. do przemieszczania mas ziemi z wykopów do nasypów. W zależności od wielkości robót oraz ich objętości może być stosowany bardzo złożony i skomplikowany sprzęt budowlany. Odgrywające bardzo ważną rolę badania laboratoryjne w trakcie zagęszczania kolejno układanych warstw, wykonują laboratoria drogowe wykonawcy lub podlegające bezpośrednio nadzorowi budowy. Podczas robót ziemnych kontrolowane jest nie tylko zagęszczenie, ale także pochylenie skarp nasypów i wykopów, a także wytyczone przez geodetów linie pasa drogowego. W miarę powstawania nasypów kontroluje się także sprawność systemu odwodnieniowego drogi, tj. sprawdzany jest właściwy przepływ wody w przekroju przepustów, rowów, kontroluje się pracę zbiorników retencyjno-infiltrujących oraz retencyjno-odparowujących, weryfikuje się pochylenie i stateczność skarp, itd.

Po zakończeniu robót ziemnych i osiągnięciu odpowiedniego zagęszczenia usypanych warstw gruntu, wykonywany jest właściwy etap prac

związany z budową dolnych warstw konstrukcyjnych nawierzchni drogowej. Jeśli istnieje już podbudowa, to przystępuje się do układania górnych warstw konstrukcji nawierzchni. Wówczas na przyszłą drogę wjeżdżają rozścielacze, układające nawierzchnię z mieszanek mineralno-asfaltowych. Na autostradach może być wylewana nawierzchnia z betonu cementowego. Do tego celu używany jest inny, specjalistyczny sprzęt budowlany.

Równolegle z wykonywaniem nasypów lub wykopów powstają filary i przyczółki obiektów inżynierskich, ściany skrzydłowe, płyty przejściowe. Z reguły zastępują one rzeczywiste przecięcia z drogami istniejącymi. Są wówczas miejscem wyężonych prac drogowych związanych ze zmianą dotychczasowej organizacji ruchu na istniejącej drodze, wybudowaniem tymczasowych dróg, przekładaniem ciągów drogowych, przebudową lub budową nowych skrzyżowań i rond w zależności od rozwiązania projektowego. Te miejsca stanowią koncentrację dużych robót budowlanych oraz dbałości drogowców o zapewnienie płynności i ciągłości ruchu podczas całego okresu budowy. ■



Badanie nawierzchni i pomiary jej równości, DHV Polska

Geotechnika



Keller Polska – pale wiercone CFA (ang. Continuous Flight Auger)

Geotechnika jest dziedziną interdyscyplinarną, zajmującą się zastosowaniem teorii i metod inżynierskich, pozwalających na uzyskanie i wykorzystanie wiedzy o gruntach w celu rozpoznania warunków budowlanych. Obejmuje bardzo szeroki zakres zagadnień teoretycznych i praktycznych związanych z badaniem gruntów pod budowę oraz projektowaniem i wykonawstwem. Wyniki badań geotechnicznych stanowią podstawową informację do projektowania fundamentów konstrukcji budowlanych, prowadzenia wykopów ziemnych, drogowych, nasypów, obwałowań, ustalenia stateczności skarp, zagęszczenia gruntów i ich wzmacniania.

Nauka i sztuka

Aby móc z powodzeniem rozwiązać każde zadanie geotechniczne, spełnione być muszą trzy warunki:

- wybranie odpowiedniej metody obliczeniowej;
- rozpoznanie układu warstw gruntów i ich parametrów geotechnicznych;
- uwzględnienie wszystkich istotnych zjawisk i okoliczności towarzyszących konkretnemu problemowi.

Podstawową nauką w geotechnice jest mechanika gruntów. Jej okres klasyczny rozpoczął się w 1773 roku wraz z opublikowaniem fundamentalnej pracy Ch.A. Coulomba. Natomiast nowoczesna mechanika gruntów związana jest z nazwiskiem K. von Terzaghiego, który w roku 1925 ogłosił metody badań fizycznych i mechanicznych właściwości gruntu. Zasługi dla rozwoju tej dziedziny wiedzy położyli m.in. N.M. Giersiewanow, W.A. Florin, N.A. Cytowicz. Problem stabilizacji gruntów do celów drogowych za pomocą spoiw i lepiszczy został pomyślnie rozwiązany dzięki pracom m.in. M. Cattona, H. Wintercornia, W.M. Biezruka.

Pierwszym poważniejszym opracowaniem w dziedzinie mechaniki gruntów w Polsce była praca doktorska Cz. Rusina napisana w 1939 roku pod kierunkiem prof. W. Żenczykowskiego i obroniona na Politechnice Warszawskiej. Obecnie badania geotechniczne prowadzone są m.in. w Instytucie Badawczym Dróg i Mostów, w Instytucie Budownictwa Wodnego PAN, Instytucie Podstawowych

Problemów Techniki PAN, na politechnikach w Warszawie i Gdańsku.

Niektórzy specjaliści uważają, że geotechnika jest zarówno nauką, jak i sztuką. Nauką jest wówczas, gdy korzystając z gruntoznawstwa oraz mechaniki gruntów i skał analizuje podłoże jako ośrodek nośny, lecz ulegający odkształceniom, a sztuką – gdy z wielu możliwości posadowienia budowli naziemnej lub wykonania budowli ziemnej wybiera rozwiązania najbezpieczniejsze i ekonomicznie najbardziej uzasadnione.

Grunt to stabilizacja

Stabilizacja gruntów w celach budowlanych polega na ich trwałym wzmocnieniu. W budownictwie komunikacyjnym stosuje się np. polepszanie uziarnienia gruntów przez zmieszanie z innymi gruntami (tzw. mieszanka optymalna, np. gliniasto-piaskowa i gliniasto-żwirowa), mieszanie gruntów z cementem (tzw. cementogrunt), z wapnem lub popiołami lotnymi (w celu podwyższenia nośności), wprowadzanie domieszek bitumicznych (w celu zabezpieczenia gruntu przed zawilgoceniem) oraz specjalnych związków chemicznych (dla podwyższenia nośności). Podstawowym warunkiem pomyślnego stosowania każdej z tych metod jest odpowiednie zagęszczenie stabilizowanego gruntu. Stabilizacji wymagają podbudowy pod nawierzchnie na drogach, lotniskach i ulicach, pod nasypy kolejowe o ciężkim ruchu pociągów, jako wypełnienie wykopów pod nawierzchniami drogowymi lub kolejowymi, a także w sąsiedztwie podpór mostów lub przepustów.

Oprócz stabilizacji powierzchniowej (do celów drogowych) bardzo często stosowane jest wgłębne wzmacnianie i uszczelnianie gruntów metodą iniekcji (zastrzyków), spotykane najczęściej przy budowie zapór (w celu wzmocnienia i uszczelnienia skał podłoża), przy budowie tuneli (do uszczelnienia frakcji przepuszczalnych), pod fundamentami maszyn drgających oraz przy wykonywaniu przesłon wodoszczelnych na obwodzie głębokich wykopów (zabezpieczenie przed dopływem wody gruntowej). Iniekcje w spękanych skałach wykonywane są przez wywiercone otwory, a w gruntach – przez wbijane lub wciskane iniektory. Do iniekcji używane są np. zaczyny cementowe, roztwory dwuskładnikowe (szkło wodne i chlorek wapnia), roztwory jednoskładnikowe (szkło wodne i opóźniacz twardnienia), bitumy oraz emulsje bitumiczne. Zastosowanie mają także żywice (np. karbamidowe, fenolowo-formaldehidowe, acetonowo-formaldehidowe) w mieszankach z utwardzaczami.

Fundamenty specjalne

O tzw. fundamentowaniu specjalnym mówimy wówczas, gdy do stabilizacji gruntów używane są np. pale: wielkowymiarowe (0,8 do 2,5 m) i mikropale, wykonywane w otworach wierconych o średnicy 4-8 cm, a następnie rozszerzanych u dołu do średnicy nawet sześć razy większej przez iniekcję cementu pod wysokim ciśnieniem. Uniwersalnymi metodami wzmacniania gruntu, stosowanymi w celu bezpośredniego posadowienia budowli na podłożu o niewystarczającej nośności, są technologie *vibro* głębokiego wzmacniania. Mogą one zwiększyć nośność podłoża niemal w każdych warunkach. Mająca często zastosowanie w praktyce na gruntach sypkich wibroflotacja polega na ich zagęszczaniu za pomocą wibracji i na uformowaniu słupów z zagęszczonego piasku i żwiru, które tworzą siatkę dość nośnych pali wielkowymiarowych. Zasada wgłębego wzmacniania sprowadza się do wprowadzenia (można powiedzieć: wplukania) wibratora na żadaną głębokość i zagęszczania gruntów przez utworzone słupy w ślad za wyciąganym wibratorem. Wibrowane elementy palopodobne, np. kolumny betonowe lub cementowane, mogą przejąć i przekazać na głębsze podłoże stosunkowo duże obciążenia. Są używane wówczas, gdy kolumny z kruszywa nie zapewniają trwałego wzmocnienia. Za pomocą palownicy, która pogrąża świder (głowicę przemieszczeniową) w podłoże, wykonywane mogą być kolumny SDC oraz pale SDP. Podczas zagłębiania świda wnętrze rury wypełnia się betonem. Po osiągnięciu projektowanej głębokości następuje faza podciągania świda i betonowania pod ciśnieniem trzonu kolumny lub pala.

Podczas wyznaczania tras dróg i autostrad uwzględnia się różne kryteria lokalizacyjne, lecz coraz częściej kwestia obecności korzystnych warunków geologicznych schodzi na dalszy plan, gdyż dostępne są rozmaite techniki palowania, które skutecznie stabilizują grunty, skarpy, nasypy,

wały i osuwiska. Na drogach można wzmacniać istniejące nasypy lub podłoża pod nasypami nowo budowanymi. Trudne warunki gruntowe w większości prowadzą do rezygnacji z bezpośredniego posadowienia drogowych obiektów inżynierskich (co zawsze wiąże się z wykonaniem głębokich wykopów) na rzecz posadowienia pośredniego, tzn. na palach. Zajmują się tym wyspecjalizowane firmy, np. Keller Polska. W takich przypadkach (przyczółki estakady, mury oporowe) stosowane są np. prefabrykowane żelbetowe pale wbijane. Jeśli zachodzi taka potrzeba, mogą być użyte pale wiercone świdem ciąglym, pale przemieszczeniowe formowane w gruncie, pale stalowe z rur, dwuteowników lub grodzic stalowych, kolumny bezprzemieszczeniowe betonowe, formowane metodą wgłębego mieszania gruntu, iniekcji strumieniowej (*jet-grouting*) i przemieszczeniowe betonowe. Na palach zazwyczaj posadowione są konstrukcje nośne ekranów akustycznych.

W tzw. wykopach wąskoprzestrzennych wykonywane są elementy konstrukcyjne w postaci ścian szczelinowych. Stateczność takiego wykopu osiągana jest poprzez wprowadzenie w szczelinę prefabrykowanego zbrojenia, a następnie wypełnienie jej mieszanką betonową. Tego typu ściany żelbetowe lub betonowe mogą stanowić konstrukcje oporowe zabezpieczające wykoppy oraz jednocześnie docelową konstrukcję ścian podziemi. Stosując systemy rozpór stalowych, kotew gruntowych lub metody podstropowe zabezpieczające stateczność ścian szczelinowych, wykonuje się głębokie wielopoziomowe podziemia. Ściany szczelinowe wykonywane są z krótkich segmentów, tzw. sekcji, dzięki czemu możliwe jest formowanie dowolnych kształtów kondygnacji podziemnych. Pojedyncze sekcje ścian szczelinowych lub grupy sekcji mogą być stosowane jako pale wielkośrednicowe, przenoszące bardzo duże obciążenia. Ściany szczelinowe charakteryzują się licznymi zaletami, m.in. możliwością realizacji w różnych rodzajach gruntu.

W praktyce inżynierskiej podczas wykonywania większych wykopów i nasypów mogą wystąpić osuwiska i tzw. zsuwy zboczy naturalnych lub skarp. Są one bardzo kłopotliwe w czasie budowy i bardzo niebezpieczne podczas eksploatacji budowli. Istnieje pogląd, że są to najtrudniejsze zagadnienia geotechniczne ze względu na duże trudności badania gruntów i określenia możliwości powstania osuwisk oraz zabezpieczenia terenu przed nimi.

Specyfika robót drogowych często wymaga wykonania zabezpieczeń głębokich wykopów. Tu dobrze się sprawdza technologia wibrowanych, wciskanych lub/i wbijanych ścianek z grodzic stalowych wspornikowych, kotwionych lub rozpartych, ścian berlińskich wibrowanych, wbijanych lub wierconych oraz różnego rodzaju palisad. ■

Kruszywa



Dawny kamieniołom kwarcytu Wiśniówka

Kruszywa są składnikiem budowlanym stosowanym od wieków i stanowią podstawowy materiał konstrukcyjny zarówno w budownictwie komunikacyjnym, infrastrukturalnym, mieszkaniowym, jak i w prefabrykacji. W budownictwie komunikacyjnym kruszywa wykorzystywane są przede wszystkim do robót ziemnych, podbudów, mieszanek mineralno-asfaltowych (MMA), nawierzchni kolejowych czy betonów cementowych.

Według aktualnego systemu normalizacyjnego kruszywa, z uwagi na pochodzenie, dzieli się na naturalne, sztuczne oraz z recyklingu. Pierwsze z nich – pochodzenia naturalnego – poza obróbką mechaniczną nie zostały poddane żadnej innej obróbce. Kruszywa sztuczne – pochodzenia mineralnego – uzyskuje się w procesie przemysłowym, obejmującym termiczną lub inną modyfikację. Trzeci ich rodzaj powstaje natomiast w wyniku przeróbki nieorganicznego materiału zastosowanego uprzednio w budownictwie.



Kopalnia bazaltu Łądek Zdrój

W zależności od rozmiaru ziaren kruszywa dzieli się na:

- grube – o wymiarach ziaren $D \leq 125$ mm (w zależności od zastosowania) oraz $d \geq 2$ mm (D – górne sito, d – dolne sito);
- drobne – o wymiarach ziaren $D \leq 4$ mm;
- o ciągłym uziarnieniu – mieszanka kruszywa drobnego i grubego;
- wypełniacz – kruszywo, którego większość ziaren przechodzi przez sito $0,063$ mm; następnie jest ono dodawane do betonu lub do mieszanek mineralno-asfaltowych w celu uzyskania określonych właściwości.



W zależności od rozmiaru ziaren kruszywa dzieli się na grube, drobne, o ciągłym uziarnieniu i wypełniacze



Rodzaje kruszyw

Kruszywa pochodzenia naturalnego

Z danych Polskiego Związku Producentów Kruszyw wynika, że produkcja kruszyw pochodzenia naturalnego w roku 2011 wyniosła ok. 333 mln ton, a w 2012 roku – 210 mln ton.

Warunki geologiczne Polski zdecydowały o tym, że największa koncentracja złóż do produkcji kruszyw łamanych znajduje się na południu kraju, głównie na terenie województw: dolnośląskiego, świętokrzyskiego i małopolskiego. Natomiast kruszywa żwirowe eksploatowane są przede wszystkim w województwach: mazowieckim, łódzkim, wielkopolskim i podkarpackim. Wydobywane są też ze złoża morskiego, z terenu Bałtyku (Południowa Ławica Środkowa, Ławica Słupska, Zatoka Koszalińska).

Niemalą ilość kruszyw wykorzystywanych w budownictwie drogowym stanowią łupki powęglowe uzyskiwane w procesie wydobywania węgla na terenie Górnego Śląska. Surowce skalne, z których produkowane są kruszywa naturalne, z uwagi na swoje pochodzenie, czyli warunki powstania, dzieli się na magmowe, osadowe i metamorficzne (przeobrażone).

Skały magmowe powstały w wyniku krzepnięcia magmy. W zależności od tego, gdzie ten proces miał miejsce, wyróżnia się skały głębinowe i wylewne. Pierwsze

z nich powstały w głębi ziemi przy powolnym krzepnięciu magmy. Zaliczamy do nich: granity, sienity, gabry i dioryty. Skały wylewne natomiast zostały wytworzone na powierzchni ziemi po erupcji wulkanicznej (po zakrzepnięciu lawy). Należą do nich: bazalty, melafiry, diabazy, porfiry czy andezyty. Dodatkowym kryterium podziału tych skał jest zawartość krzemionki SiO_2 . Wówczas wyróżniamy skały kwaśne ($\geq 65\%$), pośrednie ($52 \div 65\%$) i zasadowe ($\leq 52\%$). W Polsce złoża skał magmowych skoncentrowane są na Dolnym Śląsku, w Karkonoszach, Sudetach i okolicach Krakowa.

Kolejną grupę stanowią skały osadowe, które powstają w wyniku wietrzenia bądź

erozji skał starszych i innych produktów (pochodzenia roślinnego i zwierzęcego), a następnie transportu tych okruchów do środowiska wodnego lub lądowego, gdzie następuje ich nagromadzenie. Skały te dzieli się na: okruchowe (sypkie lub scementowane, zwięzłe), węglanowe i chemiczne. Pierwsza grupa powstała w wyniku rozdrobnienia różnych skał, a należą do niej piaskowce, piaski i żwiry. Drugi wymieniony rodzaj został wytworzony ze szczątków zwierzęcych i roślin. Zaliczamy tu wapienie i dolomity. Skały chemiczne powstały natomiast podczas procesów chemicznych polegających na reakcji związków mineralnych z wodą. Są to przede wszystkim trawertyny, gipsy oraz anhydryty.



Kopalnia granitu Siedlimowice



Nowy układ technologiczny w Oddziale Produkcji Kruszyw KGHM METRACO

W Polsce skały osadowe okruchowe występują na różnych obszarach, natomiast złoża pozostałych skał osadowych znajdują się głównie w Górach Świętokrzyskich, Sudetach oraz Karpatach.

Trzecią grupę tworzą skały metamorficzne uformowane w wyniku wtórnego przeobrażenia skał magmowych i osadowych pod wpływem wysokiej temperatury i ciśnienia. Do najczęściej wykorzystywanych w budownictwie drogowym zaliczamy tu: amfibolity, gnejsy, kwarcyty. Do tej grupy skał należą jeszcze marmury, serpentynity i łupki. Największe złoża skał metamorficznych występują na terenie Dolnego Śląska.

Kruszywa sztuczne

Istnieje wiele nieformalnych podziałów kruszyw sztucznych. Powszechnie wykorzystuje się jednak podział zawarty w normie PN-86/B-23006 w zależności od rodzaju surowców i sposobów ich produkowania. W uzupełnieniu do tego podziału obecnie można wydzielić następujące grupy kruszyw sztucznych:

- z surowców mineralnych poddawanych obróbce termicznej: keramzyt (kruszywo lekkie, z wypalanych surowców ilastych), glinoporyt (jak keramzyt, ale po przekruszeniu spieku);



Uruchomienie nowoczesnej koparki głębokoczepalnej w kopalni Dębówko

- z odpadów przemysłowych poddawanych obróbce termicznej: łupkoporyt (z wypalanych łupków przywęglowych po skruszeniu), popiołoporyt, pumeks hutniczy, żużel granulowany;
- z odpadów przemysłowych niepoddawanych dodatkowej obróbce termicznej: elporyt (kruszywo lekkie, z rozdrobnienia żużli odprowadzanych z elektrowni palenisk pyłowych), łupkoporyt ze zwałów, żużel wielkopiecowy, żużel stalowniczy, żużle metalurgiczne (pocynkowe, pomiedziowe, poalumiiniowe, itd.), żużel paleniskowy, popiół lotny.

Kruszywa z recyklingu

Normy dotyczące kruszyw do różnych zastosowań (PN-EN 13450, PN-EN 12620, PN-EN 13242) zwracają uwagę na to, że materiały z recyklingu mogą wymagać bardziej elastycznej oceny ich chemicznych właściwości wiążących się z ich przetworzeniem i wykorzystaniem. Zgodnie z wykazem asortymentowym wyrobów budowlanych objętych działalnością aprobacyjną Instytutu Badawczego Dróg i Mostów, wyróżnia się następujące kruszywa z recyklingu: z gruzu betonowego, murowego i ceglanego, a także ze stłuczki szklanej oraz z destruktu nawierzchniowego.



Kopalnia kwarcytu w Wiśniówce, należąca do spółki Eurovia



COLAS Kruszywa Sp. z o.o.



Kruszywa

COLAS Kruszywa Sp. z o.o.

62-070 Palędzie k. Poznania, ul. Nowa 49

tel. 61 894 54 60-64, fax 61 894 54 65

e-mail: kruszywa@colas.pl

www.colas.pl

Kopalnia Bazaltu Winna Góra
w Piotrowicach
59-424 Męcinka
tel./fax 76 870 88 22

Kopalnia Bazaltu Wilcza Góra
ul. Krzywoustego 26
59-500 Złotoryja
tel./fax 76 878 33 30

Kopalnia Granitu Rogoźnica II
w Rogoźnicy
58-150 Strzegom
tel./fax 74 855 91 75

Kopalnie COLAS Kruszywa eksploatują jedno z najlepszych jakościowo złóż granitu i bazaltu w Polsce. W trzech lokalizacjach produkują materiały o dużej wytrzymałości, wysokiej mrozoodporności oraz niskiej nasiąkliwości i ścieralności.

Kopalnia Granitu Rogoźnica II:

COLAS Kruszywa jest jednym z największych producentów kruszyw granitowych na potrzeby budownictwa tramwajowego i kolejowego w Polsce. Wydobycie i przeróbka mechaniczna granitu w kopalni Rogoźnica II odbywa się w oparciu o nowo wybudowany zakład przeróbczy, wyposażony w maszyny i urządzenia o uznanej światowej renomie, w oparciu o najnowsze technologie.

Kopalnia posiada własną bocznice z systemem automatycznego załadunku kruszyw z magazynów składowych produktów gotowych:

- mieszanki drobne 0/5;
- mieszanki na podbudowę zasadniczą 0/31,5 i 0/63;

- kliniec 5-31,5;
- tłuczeń kolejowy 31,5-50;
- kamień hydrotechniczny 150-450;
- kamień łamany do budowy inż. 200-5000 kg;
- grysy granitowe płukane do betonów od 2/8 do 16/22.

Kopalnia Bazaltu Winna Góra produkuje:

- grysy do produkcji betonów cementowych marki B50 2/8, 8/16 i 16/22;
- piasek łamany 0/2;
- mieszanka łamana 0/4.

Kopalnia Bazaltu Wilcza Góra produkuje asortyment dla firm drogowych:

- grysy od 2/5 do 11/16;
- grysy płukane;
- piaski łamane 0/2.



W szczególności preferowane jest stosowanie mieszanek tych kruszyw. Należy podkreślić, że gruz betonowy, murowy i ceglany, jak również mieszanka tych składników, przeważnie zawsze charakteryzuje się właściwościami wiążącymi, wystarczającymi do uzyskania wymaganego wskaźnika nośności.

Właściwości kruszyw

Właściwości kruszyw można podzielić na dwie kategorie. Pierwsza z nich dotyczy właściwości zależnych od surowca, które obejmują: odporność na ścieranie, rozdrabnianie i polerowanie, mrozoodporność i nasiąkliwość, reaktywność alkaliczną, jakość pyłów (pod względem chemicznym), zawartość związków siarki, podatność na rozpady i pęcznienie (stałość objętości). Do drugiej grupy zaliczamy natomiast właściwości zależne od procesu produkcji (rozkruszenie i sortowanie), czyli: uziarnienie, kształt i powierzchnię ziaren (płaskie i wydłużone, szorstkość). Mrozoodporność to odporność na zmienne i wielokrotne cykle zamrażania i rozmrażania, również w warunkach stosowania środków odladzających. Właściwość ta, bardzo istotna w warunkach polskiego klimatu, jest jedną z najważniejszych cech decydujących o trwałości konstrukcji z kruszywem. Najlepszą mrozoodpornością charakteryzują się kruszywa ze skał magmowych oraz niektóre z metamorficznych, a z grupy kruszyw sztucznych głównie żużle pomiedziowe i kruszywa porytowe na bazie gliny lub popiołu.

Nasiąkliwość, czyli zdolność pochłaniania i przetrzymywania wody w porach ziaren kruszywa, jest związana z mrozoodpornością i również współdecyduje o trwałości całej konstrukcji. Wiąże się z nią ponadto zagadnienie porowatości, co w przypadku mieszanek mineralno-asfaltowych jest ważne, gdyż wpływa na wchłanianie asfaltu przez powierzchnię ziaren kruszyw a w betonach wpływa na mrozoodporność kruszyw. Najczęściej większą nasiąkliwością cechują się skały osadowe, głównie wapienie i piaskowce. W przypadku kruszyw lekkich pod uwagę należy brać nasiąkliwość objętościową.

Odporność na ścieranie to odporność ziarn kruszyw na zużycie w określonych warunkach eksploatacyjnych związanych z ruchem pojazdów lub wzajemnym, dynamicznym oddziaływaniem. Pod względem odporności na ścieranie uznaje się kruszywa bazaltowe, sjenitowe, amfibolitowe oraz żużle pomiedziowe.

Odporność na rozdrabnianie, inaczej odporność na rozkruszanie, ma szczególne znaczenie w warunkach rzeczywistej eksploatacji w podbudowach i nawierzchniach, gdzie ziarna mogą się kruszyć już podczas wbudowania (w tym podczas wałowania) i w trakcie ruchu pojazdów na drodze. Za najbardziej odporne na rozdrabnianie uznaje się kruszywa bazaltowe i żużle pomiedziowe.



Wylanie płynnego żużla szybowego, KGHM METRACO

Budujemy lepszą infrastrukturę



Zakłady wydobywcze LafargeHolcim oferują:

- kruszywa naturalne (piaski, żwiry oraz grysy otoczkowe),
- kruszywa łamane - grysy (dolomity, bazalty, wapienie oraz granodioryty).

Szeroki asortyment produkowanych materiałów umożliwia zastosowanie ich praktycznie we wszystkich aplikacjach budowlanych, między innymi w:

- budownictwie drogowym (podbudowy i nawierzchnie),
- budownictwie kolejowym,
- budownictwie mieszkaniowym i przemysłowym (betony towarowe zwykłe i specjalnego przeznaczenia),
- obiektach infrastruktury technicznej.

Dzięki lokalizacji zakładów oraz świetnie zorganizowanej logistyce, LafargeHolcim w Polsce gwarantuje niezawodne dostawy kruszyw na terenie całego kraju.





Składowisko różnych rodzajów kruszych na placu budowy, Gdańsk Transport Company

Odporność na polerowanie, czyli wygładzanie powierzchni kruszyw, jest istotna dla nawierzchni asfaltowych z uwagi na bezpieczeństwo ruchu. Jest to cecha związana ze ścieralnością. W warunkach polskich najlepszą odpornością na polerowanie charakteryzują się kruszywa granitowe, melafirowe, piaskowcowe, kwarcytowe oraz z żużli stalowniczych.

Stołość objętości to właściwość dotycząca żużli stalowniczych z elektrycznych pieców łukowych i klasycznych pieców tlenowych. Inaczej nazywana jest rozpadem w wyniku zmian chemicznych. W budownictwie drogowym stosować należy tylko kruszywa stabilne objętościowo.

Kolejną istotną właściwością są rozpady żelaza i krzemianu dwuwapniowego, które dotyczą żużli wielkopieczowych chłodzonych powietrzem. Należy bowiem stosować tylko te kruszywa, w których nie występuje podatność na rozpady.

Cechą ważną w przypadku kruszyw przeznaczonych do betonów cementowych jest reaktywność alkaliczna. Niektóre kruszywa zawierają pewne odmiany krzemionki podatne na działanie alkaliów, pochodzących z cementu lub innych źródeł. W obecności wilgoci może wówczas nastąpić reakcja powodująca pęcznienie, w wyniku której powstają spękania lub zniszczenia struktury betonu. W związku z tym, badanie reaktywności alkalicznej jest niezbędne dla kruszyw przewidzianych do betonów cementowych, a szczególnie kruszyw żwirowych, z uwagi na zawarte w nich składniki.

W wykorzystaniu kruszyw do budowy nawierzchni ważną rolę pełni też kształt ziaren. Ziarna płaskie i wydłużone mogą łatwiej rozkruszać się zarówno w procesie produkcji, jak i w trakcie eksploatacji nawierzchni. Dodatkowo kształt ziaren ma wpływ na zdolność do klinowania się i układania w podbudowie, betonie i w mieszance mineralno-asfaltowej, a właściwe „upakowanie” się ziaren wpływa na stabilność całej konstrukcji, przeciwdziałając osiadaniu i koleinowaniu.

Do podstawowych właściwości kruszyw zalicza się również zapylenie. Zbyt duża ilość pyłów na powierzchni ziaren wpływa bowiem niekorzystnie na kontakt (przyczepność) ziarna z betonem lub asfaltem. Poza tym pyły mogą zawierać części szkodliwe – ilaste lub organiczne, które w kontakcie z wodą mają właściwości pęczniące.

Zagęszczalność i nośność to właściwości kruszyw i mieszanek kruszyw szczególnie ważne przy ich stosowaniu w podbudowach i nasypach. Kruszywo, które daje się odpowiednio dobrze zagęścić, zmniejsza zawartość wolnych przestrzeni (porów), przez co zyskuje się lepszą nośność w warstwie nawierzchni.

Kruszywa bazaltowe powinny być dodatkowo badane pod względem „zgorzeli słonecznej”. Zjawisko to charakteryzuje się występowaniem jasnych plam i promieniście rozchodzących się spękań. Bazalt ze „zgorzelą słoneczną” ulega rozpadowi.

W przypadku kruszyw sztucznych i z recyklingu bardzo istotne mogą być cechy takie jak: zawartości zanieczyszczeń oraz promieniotwórczość naturalna. Właściwości te wynikają głównie z samego surowca i powinny być odniesione do Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 28 stycznia 2009 roku w sprawie warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków do wód lub ziemi, oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego (Dz.U. Nr 27, poz. 169).

Warto dodać, że przy zastosowaniu kruszyw do nawierzchni asfaltowych brane jest pod uwagę ich powinowactwo z asfaltem. Niektóre z kruszyw z natury mają dobrą przyczepność do asfaltu, natomiast dla tych, które nie mają tej właściwości na dobrym poziomie, konieczne jest wówczas stosowanie środka adhezyjnego.

W celu zbadania w/w właściwości stosuje się metody badawcze podane we właściwych normach PN, PN-EN lub procedurach badawczych opracowanych przez odpowiednie jednostki naukowo-badawcze.

Zastosowania kruszyw

Właściwy dobór szkieletu mineralnego w mieszance kruszyw ma ogromny wpływ na wytrzymałość, nośność i trwałość nawierzchni drogowych. O przydatności kruszywa decydują przede wszystkim właściwości fizyczne i mechaniczne, chociaż w określonych zastosowaniach właściwości mineralogiczne i chemiczne są nie

mniej ważne. Dlatego też, szczególnej uwagi wymagają badania kruszyw sztucznych i z recyklingu do zastosowań w budownictwie komunikacyjnym. Właściwe badania przeprowadzone na tych kruszywach i odpowiednie ich mieszanki mogą pozwolić na wykorzystanie specyficznych właściwości w nich zawartych – scalających, wiążących, pucolanowych. Wtedy nawet słabsze kruszywa, podlegające zmianom uziarnienia podczas wbudowania, np. kruszywa z recyklingu gruzu murowego, mogą zostać zastosowane do podbudów i nasypów. Ocena właściwości kruszyw prowadzona jest przy użyciu szeregu standardowych metod badawczych (np. normy serii PN-EN 1097 „Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw ...”), w celu określenia ich zachowania się w warunkach podobnych do pracy podczas eksploatacji. Najsurowsze specyfikacje odnoszą się do betonu konstrukcyjnego i budowy nawierzchni dróg.

Kruszywa do mieszanek mineralno-asfaltowych

Najważniejsze właściwości kruszyw przeznaczonych do mieszanek mineralno-asfaltowych dotyczą wysokiej mrozoodporności, niskiej nasiąkliwości, dobrej odporności na rozdrabnianie i ścieranie oraz polerowanie, małej zawartości ziaren płaskich i wydłużonych, małego zapylenia oraz dobrego powinowactwa z asfaltem. Do tego typu zastosowań najczęściej używa się kruszyw bazaltowych, gabra, diabazowych, granitowych, melafirowych, sjenitowych czy amfibolitowych. Do mieszanek mineralno-asfaltowych oprócz kruszywa drobnego i grubego dodaje się wypełniacz. Najczęściej stosuje się wypełniacze wapienne, które powinny zawierać min. 90% CaCO₃, przy odpowiednim uziarnieniu i zawartości szkodliwych pyłów. Wypełniacze badane są również pod kątem swoich właściwości usztywniających.

Kruszywa do betonu

Kruszywa do betonu powinny charakteryzować się odpowiednim uziarnieniem (tzw. stos okrucowy), odpornością na miażdżenie, odpornością na zmienne cykle zamrażania/rozmrzania (w tym działanie środków odladzających), określoną gęstością objętościową, niską nasiąkliwością oraz porowatością, jak również brakiem szkodliwych składników, takich jak grudki gliny lub kredy. Właściwości kruszywa wpływają na właściwości betonu, zwłaszcza jego gęstość, wytrzymałość, trwałość, przewodność cieplną i skurcz. Kształt i struktura powierzchni ziaren kruszywa oraz ich frakcja to istotne czynniki decydujące o urabialności i wytrzymałości betonu.

Kruszywa wydobywane ze zbiorników morskich powinny być między innymi płukane. W przypadku betonów stosowanych do produkcji prefabrykatów najczęściej wykorzystuje się kruszywa żwirowe i bazaltowe. Do betonów konstrukcyjnych powszechnie używane są kruszywa granitowe, żwirowe i bazaltowe oraz coraz częściej kruszywa dolomitowe. Do produkcji betonów wykorzystuje się też kruszywa z recyklingu np. gruzu betonowego, natomiast kruszywa sztuczne stosowane są w minimalnym zakresie (głównie kruszywa lekkie).

Kruszywa do robót ziemnych

Duże ilości kruszyw pochłaniają roboty ziemne, przede wszystkim w konstrukcjach inżynierskich, takich jak nasypy autostradowe i drogowe czy nasypy zapór. Do tego typu zastosowania dostępny jest szeroki asortyment kruszyw od glin i łupków powęglowych do pospótek i kruszyw naturalnych łamanych. Ważny element stanowi sposób ich użycia, gdyż prowadzi to do zapewnienia odpowiedniego zagęszczenia.

Kruszywa do podbudów

Dominującą technologią budowy nawierzchni drogowych są nawierzchnie asfaltowe. W takim przypadku górną podbudowę zwykle wykonuje się z mieszanki mineralno-asfaltowej, która jest elementem nawierzchni asfaltowej. Dolna podbudowa może być wykonana z różnych materiałów takich jak: mieszanka kruszyw mineralnych, kruszywo mineralne związane spoiwem hydraulicznym, kruszywo związane lepiszczem asfaltowym i inne. Jednak ponad 90% podbudów wykonuje się z mieszanek niezwiązanych lub ulepszonych innymi kruszywami, niekiedy o słabych właściwościach wiążących, takich jak kruszywa z żużli paleniskowych.

W przypadku nawierzchni betonowych podbudowę stanowi zazwyczaj chudy beton lub stabilizacja spoiwami, wówczas istnieje możliwość wykorzystania lokalnych kruszyw.

Kruszywa na podsypkę kolejową

Od kruszyw używanych do podsypki kolejowej wymaga się przede wszystkim takich właściwości jak niska ścieralność i wysoka odporność na zamrażanie/odmrażanie. Kruszywa na podsypkę nie mogą być też zapyłone. Jako podsypkę kolejową stosuje się kruszywa o wielkości frakcji 31,5-50 mm lub 31,5-63 mm. Zasadą przy doborze odpowiedniej jakości kruszywa, jako podsypki na danej trasie, jest konieczność uwzględnienia określonej kategorii linii torów, czyli przewidywanej prędkości taboru kolejowego. Najpowszechniej stosowanymi kruszywami na podsypkę kolejową są te pochodzenia naturalnego, a w szczególności: bazaltowe, melafirowe, porfirowe. W odniesieniu do kruszyw sztucznych brak jest praktyki w ich stosowaniu do nawierzchni kolejowych.

Kruszywa do specjalnych zastosowań

Kruszywa o gęstości nasypowej poniżej 700 kg/m³ znajdują zastosowanie w robotach ziemnych do budowy lekkich nasypów, do podbudów, do stabilizacji spoiwami hydraulicznymi i do betonów drogowych i mostowych. Możliwości stosowania kruszyw lekkich w budownictwie komunikacyjnym są duże, a szczególnie przydatne okazują się w przypadku specyficznych i trudnych warunków (np. na podłożach słabych i wysadzinowych). Ponadto mogą być stosowane do wymiany gruntu w istniejących nasypach w celu zmniejszenia osiadania, dla ujednolicenia osiadania przy różnie nośnych podłożach (które mogą występować obok siebie), a także do zasypywania różnego typu instalacji rurowych wbudowywanych w podłoże.



Układanie podbudowy z kruszyw, GDDKiA

Kruszywa lekkie są niereaktywne alkalicznie, a ich zastosowanie w betonie nie powoduje pogorszenia jego właściwości ochronnych w stosunku do zbrojenia stalowego. Użycie kruszyw lekkich wpływa na polepszenie odporności na przenikanie CO₂. Kruszywa lekkie mogą być wykorzystane w drenażujących konstrukcjach jezdni z uwagi na duży współczynnik filtracji, bierność chemiczną i dużą wytrzymałość ziarnową.

Transport kruszyw

W przypadku większości kruszyw transportowanych drogami, średnia odległość dostawy wynosi około 30-60 km. Często zwraca się uwagę na to, aby grunty i kruszywa żwirowe pochodziły z terenów zlokalizowanych w pobliżu budowy drogi, co korzystnie wpływa na zminimalizowanie kosztów transportu. Na duże odległości kruszywa przewożone są transportem kolejowym i dotyczy to przede wszystkim tłuczni do podsypki kolejowej oraz grysów do warstw ścieralnych nawierzchni drogowych. W związku z tym, że transport kruszyw na duże odległości stanowi sporą część ich ceny, podlega on również prognozom uwzględniającym zarówno eksport, import, jak i przewozy tranzytowe. Kolej przewiduje jednak w długim okresie tj. do 2020 roku spadek przewozu kruszyw średnio rocznie o 4,3%.



Kruszywa wykorzystuje się zarówno do podbudów, jak i nasypów, GDDKiA

Aspekty ekonomiczne rynku kruszyw

Koszty eksploatacji złóż i produkcji kruszyw naturalnych, włączając w to uwarunkowania ochrony środowiska naturalnego, są zawsze większe niż w przypadku kruszyw uzyskanych z odpadów. W Polsce brakuje jednak właściwych ekonomicznych uregulowań dla stosowania w pierwszej kolejności kruszyw uzyskanych z odpadów. Kruszywa z łupków powęglowych do budowy nasypów, pomimo bardzo niskiej ceny od 3 do 6 złotych za tonę, nie znajdują możliwości zastosowań bez ulepszeń (np.: mieszania z innymi kruszywami, w tym z popioło-żużłami lub spoiwami drogowymi). Właśnie dla Polski północnej i środkowej, w której brakuje kruszyw przydatnych do budowy podbudów drogowych dla dróg dużych kategorii ruchu, szansę stanowią spoiwa drogowie. Ich dodatek od 3 do 10% do lokalnych kruszyw naturalnych zmniejsza koszt transportu i pozwala na uzyskanie podbudowy stabilizowanej lub ulepszonej. Rynek kruszyw jest bardzo zależny od planowanych robót w kraju oraz od ogólnej sytuacji na świecie. Częste wahania popytu nie pozwalają zakładom produkcyjnym na tworzenie dokładnych, długoterminowych planów. Prognozowanie potrzeb rynku i przewidywanych robót w długim okresie prowadzi do konieczności wykonywania czasami znacznych korekt, z uwzględnieniem aktualnych tendencji. ■



KRUSZYWO PROSTO Z NATURY

- ✓ Budownictwo drogowe
- ✓ Budownictwo kubaturowe
- ✓ Budownictwo inżynieryjno-mostowe



Nordkalk Sp. z o.o. jest wiodącym producentem wyrobów na bazie kamienia wapiennego w Polsce. Produkcja odbywa się w zakładach w Miedziance, Wolicy, Sławnie i Szczecinie. Nordkalk dostarcza kruszywa do produkcji mieszanek mineralno-asfaltowych, betonów oraz materiałów niezwiązanych i związanych hydraulicznie stosowanych w budownictwie drogowym i obiektach inżynierskich.

Kruszywa Nordkalk, z uwagi na bardzo dobre parametry fizyko-mechaniczne spełniają wybrane wymagania stawiane przez dokumenty techniczne WT-1 oraz WT-4. Stanowią trwały i sprawdzony materiał do budowy dróg.

pl. Na Groblach 21
31-101 Kraków
tel.: (12) 428 65 80, faks: (12) 429 50 05
www.nordkalk.pl

Nordkalk
Member of Rettig Group

Nawierzchnie betonowe



Układanie nawierzchni betonowej w okolicy Trzciela, Autostrada Wielkopolska

Technologia budowy drogowych nawierzchni betonowych nie ma w Polsce zakorzenionej tradycji. Do budowy dróg wykorzystywano zazwyczaj asfalt, a nawierzchnie betonowe stosowane były jedynie na lotniskach, placach postojowych, drogach zakładowych i lokalnych. Pierwsze nawierzchnie betonowe powstały w Polsce dopiero na początku XX wieku. W latach pięćdziesiątych wybudowano około 700 km dróg z betonu cementowego.

Szacuje się, że na świecie ok. 5% dróg posiada nawierzchnię betonową. Przekładając tę statystykę na Polskę – około 10 tys. km dróg powinno być wykonane z tego materiału. W krajach europejskich wskaźnik ten jest zdecydowanie wyższy, przykładowo w Wielkiej Brytanii i Austrii udział dróg betonowych wynosi ok. 50%, w Niemczech aż ok. 60%. Prawidłowo zaprojektowana i wykonana nawierzchnia betonowa charakteryzuje się:

- dużą nośnością;
- dużą trwałością – przeciętnie trwałość nawierzchni betonowej jest 2,5÷3,5 razy większa niż asfaltowej;
- odpornością na koleinowanie – odporność betonu na wysokie temperatury oraz na cykliczne zamarzanie i odmarzanie;
- bezpieczeństwem użytkowania – jasny kolor nawierzchni umożliwia lepszą widoczność ludzi oraz przeszkód na drodze zwłaszcza w złych warunkach atmosferycznych, szybkie odprowadzanie wody spod kół pojazdów, dobrą przyczepność (niemieckie badania wykazały, że wskaźnik wypadkowości na autostradach betonowych jest o ok. 32% niższy od wskaźnika na autostradach asfaltowych);
- niskimi kosztami utrzymania – 20 do 30 lat eksploatacji bez konieczności remontu (z danych niemieckich wynika, że po 23 latach eksploatacji tylko 5% nawierzchni betonowych wymaga napraw wobec 80÷100% nawierzchni asfaltowych).

Istnieje możliwość całkowitego i bezpiecznego recyklingu betonu. Ponadto, z punktu widzenia zapewnienia surowców do budowy

dróg, należy pamiętać, że Polska dysponuje wszystkimi surowcami (cement, kruszywa) niezbędnymi do wykonania dobrych, sztywnych nawierzchni betonowych.

Przeciwnicy nawierzchni betonowych wytykają im hałaśliwość, ale hałas wynika jedynie ze źle utrzymanych szczelin dylatacyjnych i nieprawidłowo ukształtowanej powierzchni. Nowe rozwiązania (np. odkrycie wierzchniej warstwy kruszywa, czyli tzw. beton płukany) stosowane w budowie tego rodzaju dróg wykazują nawet niższy poziom hałasu niż w przypadku nawierzchni asfaltowych. Nieznacznie wyższy koszt budowy dróg betonowych w stosunku do asfaltowych jest szybko rekompensowany przez niższe koszty późniejszego ich utrzymania. Im większe jest obciążenie drogi ruchem, tym bardziej opłacalna jest budowa nawierzchni betonowej.

W konstrukcji nawierzchni z betonu cementowego wyróżniamy następujące warstwy:

- warstwa nawierzchni – nawierzchnia betonowa lub nawierzchnia betonowa zbrojona;
- podbudowa jedno- lub wielowarstwowa;
- ulepszone podłoże – warstwa mrozochronna, warstwa wzmacniająca podłoże;
- podłoże naturalne.

Naturalne podłoże gruntowe to tzw. strefa czynna korpusu ziemnego, której odkształcalność i związana z nią nośność decydują o potrzebnej grubości kolejnych warstw konstrukcji nawierzchni. Podłoże gruntowe

powinno być tak przygotowane, aby zapewnić przeniesienie obciążenia przekazywanego przez nawierzchnię, odpowiednie warunki odwodnienia oraz mrozoodporność nawierzchni.

Najwyższą warstwę podłoża gruntowego określa się mianem warstwy wzmacniającej lub ulepszonego podłoża. W razie potrzeby powinna być ona wzmocniona do grupy nośności G1. Ulepszone podłoże pełni funkcję zabezpieczenia gruntu przed przemarzaniem (warstwa mrozochronna), odprowadzania wody gruntowej (warstwa odsączająca) oraz zabezpieczenia przed przenikaniem cząstek nawodnionego gruntu podłoża do warstwy podbudowy, szczególnie rozdrobnionej (warstwa odcinająca).

Zadaniem podbudowy jest natomiast podparcie płyty betonowej, rozłożenie na podłoże obciążeń pochodzących od kół pojazdów, zabezpieczenie przed działaniem wody przenikającej przez szczeliny dylatacyjne, a także zapobieganie zjawiskom erozji i pompowania. Podbudowa nawierzchni może być jedno- lub wielowarstwowa, która składa się najczęściej z dwóch warstw: dolnej i górnej.

Podbudowa może być wykonana z:

- betonu;
- mieszanki kruszyw mineralnych niezwiązanych;
- kruszyw mineralnych związanych spoiwem hydraulicznym;
- kruszyw mineralnych związanych lepiszczem asfaltowym;
- innych materiałów.

Istnieje wiele rodzajów nawierzchni betonowych:

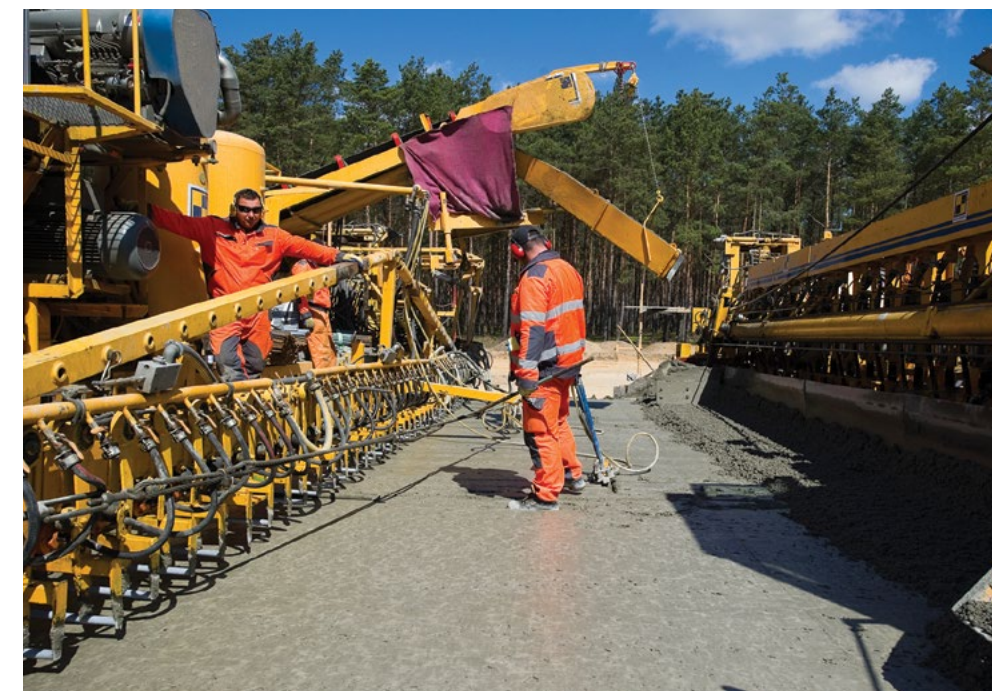
- niezbrojona i niedyblowana – najstarszy rodzaj nawierzchni, zalecany dla ruchu kategorii KR1-KR2;
- dyblowana i niezbrojona – nawierzchnię tworzą płyty dyblowane i płyty kotwione;
- zbrojona – nawierzchnię tworzą płyty zbrojone krótkie, które zaleca się stosować w przypadku spodziewanych nierównomiernych osiadań podłoża, np. nasypów, na mostach, wiaduktach, nad przepustami, wykopami kanalizacyjnymi;

- o zbrojeniu ciągłym – nawierzchnię tworzą płyty długie o zbrojeniu ciągłym, które nie posiadają szczelin;
- złożone (mieszane) – nawierzchnia betonowa ułożona na istniejącej nawierzchni asfaltowej lub nawierzchnia betonowa przykryta warstwą z mieszanki mineralno-asfaltowej;
- z włóknami rozproszonymi, z betonu wałowanego, betonu porowatego;
- z betonu sprężonego;
- nawierzchnie prefabrykowane.

Projektowanie konstrukcji nawierzchni obejmuje dwie zasadnicze czynności:

- konstruowanie – to ustalenie wzajemnego układu warstw i dobór materiałów do ich wykonania z uwzględnieniem warunków lokalnych, technologii, organizacji robót oraz względów ekonomicznych;
- wymiarowanie – czyli wyznaczenie grubości warstw. Grubość warstw konstrukcji nawierzchni powinna być taka, aby przy prognozowanym obciążeniu ruchem nie wystąpiły przedwczesne zjawiska zmęczenia (uszkodzenia) w warstwach i podłożu gruntowym.

Przy projektowaniu trzeba ponadto kolejno określić: obciążenia ruchem, warunki wodne, warunki gruntowe oraz nośność podłoża.



Wwibrowanie dybli w konstrukcję nawierzchni betonowej, Autostrada Wielkopolska, 2010 r.

Należy także przyjąć typową i ostateczną konstrukcję nawierzchni oraz sprawdzić warunek mrozoodporności.

Do produkcji mieszanki betonowej należy stosować kruszywa naturalne pochodzenia mineralnego, które poza obróbką mechaniczną nie zostały poddane żadnej innej obróbce. W przypadku betonu na nawierzchnię betonową powinny być użyte kruszywa (gdzie D/d nie jest mniejsze niż 1,4 mm) o uziarnieniu:

- dla nawierzchni jednowarstwowych i dwuwarstwowych z tej samej mieszanki: $D \leq 31,5$ mm;
- dla górnej warstwy nawierzchni z odkrytym kruszywem: 0/2, 2/8 mm;
- dla dolnej warstwy nawierzchni: $D \leq 31,5$ mm.

Mieszanka mineralna powinna składać się m.in. z trzech frakcji kruszywa, które musi być składowane na powierzchni utwardzonej (każda frakcja w oddzielnym boksie wykonanym z płyt betonowych). Do napowietrzania mieszanki betonowej należy stosować domieszki napowietrzające, zgodne z normą PN-EN 934-2 i PN-EN 934-1. Mieszanka betonowa przeznaczona do budowy nawierzchni drogowych powinna być wytwarzana w wytwórniach zapewniających ciągłość produkcji.

Zakłady takie muszą być wyposażone w mieszalnik o wydajności zapewniającej ciągłość prac na budowie, posiadające odpowiednie warunki w zakresie sposobu mieszania i jego intensywności. Odległość węzła betoniarskiego od miejsca budowy powinna być jak najmniejsza. Transport betonu z wytwórni odbywa się za pomocą samochodów skrzyniowych.

Przed przystąpieniem do wykonania nawierzchni niezbędne jest wyznaczenie jej niwelety przy użyciu metod gwarantujących uzyskanie rzędnej nawierzchni w granicach określonych tolerancji. Konstrukcja nawierzchni musi być zgodna z dokumentacją.

Roboty nawierzchniowe można realizować:

- ręcznie z zagęszczeniem listwą wibracyjną w deskowaniu stałym;
- przy użyciu zestawu maszyn do wbudowania w deskowaniu stałym;
- przy użyciu zestawu maszyn do wbudowania w deskowaniu przesuwym ślizgowym.

Rozróżnia się dwie zasadnicze metody wbudowywania mieszanek betonowych:

- deskowanie ślizgowe – polega na wbudowywaniu mieszanki za pomocą maszyny, która formuje nawierzchnię, ograniczając ją z boków za pomocą deskowań ślizgowych będących częścią składową tego urządzenia;
- deskowanie stałe – polega na wbudowywaniu mieszanki betonowej między stałymi deskowaniami za pomocą maszyn, które poruszają się po prowadnicach.

W przypadku nawierzchni uzbrojonej w dyble i kotwy, sposób ich wmontowania w nawierzchnię może być mechaniczny (wvibrowywanie), przez urządzenie znajdujące się na pierwszej maszynie zestawu bądź ręczny.

Dybel to powleczone, gładki, stalowy pręt umieszczony pomiędzy sąsiednimi płytami jako ich połączenie w nawierzchni betonowej. Stosowany jest w celu polepszenia współpracy płyt i zapobiegania przemieszczeniom. Kotwa natomiast to stalowy pręt służący do połączenia płyt w szczelinach podłużnych w nawierzchni betonowej.

Po ułożeniu nawierzchni i jej zagęszczeniu, powierzchnię należy wyrównać (wygładzić) za pomocą deski mechanicznej lub ręcznie. Następnie górną powierzchnię świeżo ułożonej mieszanki betonowej poddaje się teksturowaniu w celu nadania jej odpowiedniej szorstkości. Prace te mają na celu podwyższenie współczynnika szepności kół pojazdu z nawierzchnią i tym samym poprawę bezpieczeństwa ruchu. Wyróżnić można kilka sposobów teksturowania.

Pierwsza metoda wykorzystuje szczotkę przemieszczaną w kierunku prostopadłym do osi jezdni lub układanego pasma nawierzchni. Czynność ta powinna być wykonywana na całej szerokości pasma nawierzchni w jednym kierunku, szczotką o szerokości nie mniejszej niż 50 cm. Tekstura nawierzchni powinna być jednorodna zarówno w kierunku podłużnym, jak i poprzecznym. Możliwe jest też użycie tkaniny jutowej przez ręczne lub mechaniczne przeciąganie w kierunku zgodnym z ruchem zespołu układającego. Jeszcze innym rozwiązaniem jest wymywanie powierzchni świeżo ułożonego betonu przy użyciu związków chemicznych i następnie

zmyciu niezwiązanej warstwy strumieniem wody (zwykle przed upływem 24 godzin). Przy zastosowaniu do mieszanki betonowej kruszywa o odpowiednim uziarnieniu, uzyskać można szorstką powierzchnię betonu o niskim poziomie emisji hałasu.

Wykonana nawierzchnia betonowa wymaga także pielęgnacji. Pozwala to na osiągnięcie wysokiej wytrzymałości oraz odpowiedniej struktury betonu szczególnie w warstwie przypowierzchniowej. W tym celu stosuje się pielęgnację na mokro polegającą na utrzymaniu ciągle wilgotnej powierzchni betonu przez okres co najmniej 7 dni. Ważne jest, by bezpośrednio nie polewać nawierzchni wodą wodociągową. Spryskiwanie wodą należy wykonywać przez przekrycia w postaci mat lub włóknin. Nie należy także wywoływać szoku termicznego przez używanie zbyt zimnej wody. Zaleca się stosowanie wody o temperaturze zbliżonej do temperatury betonu. Do pielęgnacji służą też odpowiednie preparaty, które utrzymują wilgoć zgromadzonej w trakcie produkcji mieszanki betonowej. Preparat pielęgnacyjny nanosi się na powierzchnię betonu zgodnie



Układanie nawierzchni betonowej w okolicy Rogozińca, Autostrada Wielkopolska

Odpowiadając na potrzeby rynku budowlanego w Polsce zdecydowaliśmy o podjęciu współpracy z wykonawcą nawierzchni betonowych we Włoszech. Już od blisko 50 lat marka NordPavi działa na rynku przemysłowych nawierzchni wielkopowierzchniowych. Firma konsekwentnie rozwija swoją ofertę wdrażając nowe rozwiązania, dzięki czemu stała się największym producentem tego typu we Włoszech. Dzięki tej współpracy uzupełniając się wzajemnie oferujemy wykonywanie nawierzchni betonowych od doboru technologii, projektu technicznego do ostatecznego wykonania robót budowlanych. Sprawdzona technologia i doświadczenie oraz znajomość polskiego rynku budowlanego to dobra metoda na spełnienie oczekiwań inwestora w Polsce.

Wykonawca nawierzchni:

NAWIERZCHNIE NA LOTNISKACH

pasy startowe,
terminale kontenerowe

NAWIERZCHNIE W PORTACH, STOCZNIACH I EUROTERMINALACH

Ponadto:

- nawierzchnie drogowe
- nawierzchnie w halach układane maszynowo
- nawierzchnie w arenach sportowych
- nawierzchnie w parkingach samochodowych (podziemnych i naziemnych)
- posadzki w budynkach

biuro@mpmosty.pl

Siedziba Główna

ul. Dekerta 18
30-703 Kraków
tel.: +48 12 312 18 78
faks: +48 12 312 18 70

Oddział Bytom

ul. Moniuszki 22
41-902 Bytom
tel.: +48 32 245 80 62
faks: +48 32 245 80 61

Oddział Warszawa

ul. Filtrowa 47
02-057 Warszawa
tel.: +48 22 424 18 66
faks: +48 22 621 20 37

Oddział Bydgoszcz

Ul. Przemysłowa 8
85-758 Bydgoszcz
tel.: +48 52 321 44 22
faks: +48 52 321 44 23

z wytycznymi producenta, a po utracie jego właściwości ochronnych należy stosować dodatkowo pielęgnację na mokro. Zaleca się stosowanie preparatów zwiększających odbłask. Jeszcze innym rodzajem pielęgnacji nawierzchni betonowej jest wykorzystanie geowłókniny lub maty jutowej, które również pomagają w utrzymaniu wilgoci. Ułożona geowłóknina lub mata jutowa powinna zabezpieczać powierzchnię betonu co najmniej przez 7 dni.

W celu redukcji wpływów termicznych i wilgotnościowych na nawierzchnię stosuje się system szczelin podłużnych i poprzecznych. Szczeliny podłużne (skurczowe, pozorne) stosuje się w przypadku jezdni o szerokości większej od 6 m. Ponadto, szczelina podłużna nie powinna pokrywać się ze śladami kół i oznakowania poziomego. Odległość szczeliny od prawdopodobnego przebiegu śladu kół powinna wynosić od 0,75 do 1 m. Szczeliny te należy wykonywać przez nacinanie stwardniałego betonu tarczowymi piłami mechanicznymi. Nacinanie powinno się odbywać w dwóch etapach. Pierwsze cięcie, w czasie od 8 do

24 godzin po ułożeniu nawierzchni (gdy beton uzyskuje wytrzymałość od 8 do 10 MPa) wykonuje się tarczą grubości 3 mm na głębokość 1/3 grubości nawierzchni, tj. 10 cm. Drugie cięcie natomiast, mające na celu poszerzenie szczeliny, wykonuje się w terminie późniejszym, gdy beton osiągnie wytrzymałość powyżej 12 MPa. Maksymalna szerokość wynosi wówczas 8 mm, a głębokość 27 mm.

Szczeliny poprzeczne dzielą się na skurczowe (pozorne) oraz konstrukcyjne. Optymalny rozstaw szczelin poprzecznych wynosi 5 m. Szczeliny skurczowe pozorne należy wykonywać przez nacinanie stwardniałego betonu tarczowymi piłami mechanicznymi. Czas cięcia musi być tak dobrany, ażeby nie pojawiły się dzikie pęknięcia skurczowe. Nacinanie także odbywa się w dwóch etapach. Pierwsze cięcie wykonuje się tarczą grubości 3 mm na głębokość 1/3 – 1/4 grubości nawierzchni.

Drugie zaś w terminie późniejszym na szerokości 8 mm i głębokości 30 mm (przy wypełnianiu profilami elastycznym

i gumowym) oraz na głębokości 27 mm (w przypadku szczeliny wypełnianej kordem lub wałeczkiem i zalewanej masą na gorąco). Szczeliny konstrukcyjne (mogą być profilowane) powstają na zakończenie działki dziennej, przy przerwach w układaniu betonu powyżej 1,5 godziny. Pełnią one funkcję szczelin skurczowych. Szerokości są podobne jak przy szczelinach poprzecznych. Mogą być zbrojone dyblami (przez nawiercenie otworów w czołowej ścianie płyty).

Rozstaw szczelin podłużnych w nawierzchni o zbrojeniu ciągłym jest zbliżony do nawierzchni dyblowanej i kotwionej, z tym, że:

- nie wykonuje się szczelin poprzecznych;
- położenie szczelin podłużnych należy minimalnie skorygować, dostosowując do położenia prętów zbrojenia podłużnego tak, aby znajdowały się pomiędzy prętami zbrojącymi;
- niedopuszczalne jest pokrywanie się szczelin z przebiegiem prętów;
- nacięcia w nawierzchni o zbrojeniu ciągłym, ze względu na otulinę prętów, wykonuje się na głębokości: pierwsze cięcie – 7 cm, drugie cięcie poszerzające – 2,7 cm.

Do wypełnienia szczelin w nawierzchniach betonowych stosuje się masy zalewowe lub wkładki uszczelniające. Masy zalewowe powinny posiadać cechy łatwego wypełniania szczelin oraz dobrej spływności i stabilności w wysokich temperaturach. Ponadto powinny charakteryzować się: dobrą przyczepnością do zagruntowanych powierzchni pionowych (ścianek szczeliny), dostateczną ciągliwością w niskich temperaturach oraz odpornością na działanie środków chemicznych stosowanych do zimowego utrzymania nawierzchni, paliw i olejów samochodowych.

Wkładki uszczelniające do szczelin powinny być wykonane z trwałego ściśliwego materiału niewrażliwego na obciążenia poruszających się maszyn, wykonujących nawierzchnię. Grubość ich powinna wynosić nie mniej niż 5 mm, natomiast sztywność powinna ułatwić proste i pionowe ułożenie w betonie. Wkładki uszczelniające należy układać w sposób ciągły.



Wylewanie betonu na S17 na odcinku Bogucin-Dąbrownica, Budimex

Wykonana nawierzchnia betonowa poddawana jest następującym badaniom: szerokość nawierzchni; równość nawierzchni: podłużna i poprzeczna; spadek poprzeczny; rzędne wysokościowe do rzędnych projektowanych; ukształtowanie osi w planie; grubość nawierzchni; szorstkość nawierzchni; sprawdzanie wypełnienia szczelin; badanie rozmieszczenia dybli i kotew; badania dyfuzji asfaltowej.

Alternatywę dla standardowo stosowanej technologii zacierania świeżej nawierzchni betonowej tkaniną jutową stanowi usuwanie wierzchniej warstwy zaczynu w oparciu o technologię betonu płukanego.

Przy wykonywaniu nawierzchni z betonu płukanego wbudowanie betonu następuje dwuwarstwowo. Grubość górnej warstwy wynosi w porównaniu do zwykłej nawierzchni tylko 5 cm. Grubość warstwy dolnej zmienia się w zależności od klasy

nośności konstrukcji nawierzchni i wynosi 17–25 cm. Górna i dolna warstwa betonu różnią się w swoim składzie. W górnej części dla zapewnienia wymaganych właściwości konieczna jest zawartość cementu ok. 420-430 kg/m³. W celu uzyskania spodziewanego efektu, głównie obniżenia hałasu i zwiększenia współczynnika przyczepności, należy używać do warstw ściernalnych kruszywa do 8 mm o wysokim współczynniku polerowalności. Korzyścią dwuwarstwowej metody betonowania jest fakt, że tylko dla górnej warstwy betonu muszą być spełnione wysokie wymagania, np. odnośnie polerowalności kruszywa, uziarnienia czy większej zawartości cementu.

Dolna i górna warstwa betonu są w tej metodzie wbudowywane, zagęszczane i wygładzane jak przy tradycyjnym betonie nawierzchniowym. Następnie powierzchnię rozłożonej warstwy mieszanki betonowej pokrywa się środkiem opóźniającym

hydratację cementu oraz folią bądź też stosuje się kombinację środka opóźniającego i pielęgnacyjnego do betonu, który opóźnia uwodnienie cementu w górnej warstwie a jednocześnie zapobiega wysuszeniu świeżego betonu.

Gdy tylko beton wystarczająco się utwardzi, wyszczotkowuje się lub wypłukuje nieutwardzony zaczyn warstwy wierzchniej. W rezultacie powstaje równomierna powierzchnia betonu płukanego, na której odkryte są ziarna grubego kruszywa.

Przewaga tego rodzaju wykończenia powierzchni polega na tym, że beton płukany od samego początku posiada w zasadzie swoją ostateczną teksturę. Grube kruszywo jest odkryte i kształtuje makrotekturę wraz z uzyskanymi przez wyszczotkowanie zagłębieniami pomiędzy grubymi ziarnami.

Dlatego powierzchnie z betonu płukanego wyróżniają się dobrą i trwałą makrotekturą, w przeciwieństwie do konwencjonalnie teksturowanych nawierzchni betonowych, w których wraz z upływającym okresem użytkowania tekstura nawierzchni coraz bardziej się zrównuje. Uzyskana tekstura nawierzchni zapewnia wysoki współczynnik przyczepności koła z nawierzchnią. Nie ma natomiast jednoznacznych wniosków dotyczących obniżenia poziomu hałasu z tego względu, że w różnych krajach występują różne sposoby pomiaru hałaśliwości nawierzchni. W Niemczech poziom hałasu mierzy się na skraju drogi i jak wykazały pomiary, technologia betonu płukanego nie powoduje znacznego jego obniżenia w porównaniu z technologią przeciągania juty. Natomiast w Austrii poziom hałasu mierzy się za pomocą miernika umieszczonego za przyczepą i w tym przypadku pomiary wykazały obniżenie poziomu hałasu o 2-3 dB na nawierzchniach z betonu płukanego. Prawdłowo zaprojektowana i wykonana z zachowaniem odpowiedniego reżimu technologicznego nawierzchnia betonowa, z uwagi na obserwowany dynamiczny wzrost ruchu samochodowego, jest na pewno dobrym rozwiązaniem dla sieci drogowej w Polsce. ■



Budowa wiaduktu drogowego i układanie nawierzchni betonowej, Autostrada Wielkopolska



Nawierzchnie z betonu wałowanego

Obok technologii budowy drogowych nawierzchni betonowych, dostosowanej dla dróg krajowych o najwyższych parametrach, jest już obecna w Polsce nowa metoda wykonania nawierzchni betonowej, znana jako technologia betonu wałowanego. Technologia ta przeznaczona jest szczególnie dla dróg lokalnych o mniejszym natężeniu ruchu. Zgodnie z ogólną specyfikacją techniczną (OST) wydaną przez Generalną Dyрекcję Dróg Krajowych i Autostrad (GDDKiA) dla nawierzchni z betonu wałowanego z 2014 roku, można ją stosować do:

- nawierzchni dróg kategorii KR1 i KR2;
- nawierzchni dróg technologicznych (dojazdowych, objazdowych czy serwisowych) wewnętrznych, placów manewrowych itp. (o obciążeniu odpowiadającym kategoriom ruchu KR3-KR4 na drogach krajowych);
- podbudów dróg kategorii ruchu KR1 – KR7.

Z definicji: beton wałowany (ang. RCC – *Roller Compacted Concrete*) to warstwa mieszanki betonowej o optymalnej wilgotności (zblizonej do wilgotności naturalnej gruntu) wyznaczanej zmodyfikowaną metodą Proctora, układana i zagęszczana za pomocą standardowych maszyn do prac drogowych z użyciem mas bitumicznych.

Historia stosowania betonu wałowanego sięga lat 40. ubiegłego wieku, kiedy to w USA rozpoczęto realizację dużych powierzchni, jak lotniska i place manewrowe w tej technologii. Taki typ zastosowań przeważał do końca XX w. Następne stulecie przyniosło znaczący postęp jakościowy, jeśli chodzi o zaawansowanie techniczne maszyn do układania mieszanek drogowych. Znacznie poprawiły się parametry układanej warstwy betonu, osiągając np. wskaźniki równości charakterystyczne dla mas bitumicznych. A to z kolei zaowocowało gwałtownym wzrostem inwestycji drogowych realizowanych w technologii betonu wałowanego (ok. 8 mln m² RCC w 2007 roku w samym USA). Polskie doświadczenia są jeszcze stosunkowo skromne. Pierwsza droga z betonu wałowanego powstała w naszym kraju w 2009 roku.

Cechy nawierzchni z betonu wałowanego:

- beton wałowany zawiera te same podstawowe składniki, jak tradycyjna mieszanka betonowa, chociaż w innych proporcjach. Dlatego posiada wszystkie cechy użytkowe betonu, takie jak: duża nośność, wysoka trwałość, odporność na koleinowanie, jasny kolor gwarantujący podwyższone bezpieczeństwo użytkowania oraz niskie koszty utrzymania;
- beton wałowany w dużej mierze posiada też zalety technologiczne nawierzchni bitumicznych takie jak: możliwość poruszania się po świeżo zagęszczonej nawierzchni, brak konieczności deskowania krawędzi, niski koszt budowy – lokalne surowce, brak kotew i dybli, brak teksturowania;
- powierzchnia betonu wałowanego ma bardziej otwartą strukturę powierzchni, która po walcowaniu jest podobna do powierzchni nawierzchni asfaltowych. Ta porowata struktura sprawia, że nawierzchnie z betonu wałowanego są znacznie cichsze od standardowego betonu (bez dodatkowych zabiegów podnoszących szorstkość nawierzchni);
- mniejszy skurcz betonu oraz niska przepuszczalność (szczelność) powodują mniejszą ilość spękań, dzięki czemu beton wałowany charakteryzuje się wysoką mrozoodpornością, nawet bez dodatkowego napowietrzenia.

Projektując nawierzchnię z betonu wałowanego, należy kierować się wytycznymi zawartymi w „Katalogu Typowych Konstrukcji Nawierzchni Sztynnych” oraz zaleceniami OST wg GDDKiA. Dla betonu wałowanego grubość warstwy nawierzchniowej betonu nie powinna być cieńsza niż 12 cm i nie grubsza niż 20 cm. Związane to jest z koniecznością optymalnego zagęszczenia mieszanki w całym przekroju nawierzchni, które ma kapitalny wpływ na długowieczność konstrukcji.

Nie ma specjalnych oczekiwań dotyczących kruszyw, powinny być zgodne z wymaganiami zawartymi w normie PN-EN 12620 oraz gwarantować uzyskanie uzgodnionych parametrów trwałościowych betonu.

NAWIERZCHNIE Z BETONU WAŁOWANEGO – gwarancja trwałości

Nawierzchnie z betonu wałowanego łączą najlepsze cechy betonu cementowego oraz asfaltu. To technologia, która gwarantuje rozsądny koszt inwestycji, trwałość konstrukcji drogowej oraz bezpieczeństwo użytkowników.

ZASTOSOWANIA:

- parkingi i place manewrowe
- terminale przeładunkowe i place magazynowe
- drogi i place przemysłowe
- publiczne drogi lokalne
- ścieżki rowerowe
- drogi leśne

BETON WAŁOWANY TO:

- ✓ wytrzymałość i trwałość
- ✓ podwyższone bezpieczeństwo
- ✓ jaśniejsza powierzchnia
- ✓ niskie koszty utrzymania
- ✓ niższe koszty realizacji
- ✓ łatwe wykonawstwo

Również co do cementu, GDDKiA nie określa specjalnych wymagań. Wystarczy, aby spełniał wymagania normy PN-EN 197-1 oraz był w klasie wytrzymałości minimum 32,5. Ale minimalną zawartość cementu, w przypadku warstw ścieralnych, należy przyjmować na poziomie 270 kg/m³.

Dużą zaletą ekonomiczną jest możliwość stosowania standardowo używanych maszyn drogowych. Mieszanka betonowa w przypadku betonu wałowanego jest układana za pomocą zwykłych rozścielaczy do mieszanek bitumicznych. Należy jednak zwrócić uwagę, że uzyskanie wysokiego stopnia zagęszczenia początkowego (bezpśrednio za stołem wibracyjnym, jeszcze przed zawałowaniem) ma decydujący wpływ na równość uzyskanej nawierzchni. Dlatego należy stosować rozścielacze z ciężkimi stołami wibracyjnymi. Walce zagęszczające powinny mieć masę minimum 8 ton. Zaleca się stosowanie walców stalowych z wibracją w połączeniu z walcami ogumionymi. Zastosowanie takiej kombinacji urządzeń zapewnia lepszą równość i szczelność nawierzchni.

Przy układaniu betonu wałowanego należy ściśle przestrzegać reżimu technologicznego. Mieszanka powinna posiadać wilgotność optymalną, pozwalającą na właściwe zagęszczenie, a jednocześnie umożliwiającą przeniesienie dynamicznych nacisków walca. Niezwykle istotnym elementem jest czas wbudowania mieszanki od momentu zmieszania składników na węźle betoniarskim. Wszystkie czynności obejmujące: transport, wbudowanie i zawałowanie powinny zamknąć się w przedziale maksymalnie 90 minut, chyba że zastosowano domieszki chemiczne opóźniające proces wiązania cementu.

Podbudowy z betonu świeżo zawałowanego należy podzielić nacięciami karbowymi na płyty, zaś w warstwach ścieralnych ponacinać szczeliny, dzięki czemu uniknie się „dzikich” pęknięć. Nie ma konieczności kotwienia lub dyblowania płyt.

Ze względu na małą zawartość wody w mieszance betonowej, bardzo istotnym jest fakt zabezpieczenia nawierzchni przed parowaniem, szczególnie w warunkach silnego nasłonecznienia. W tym celu stosuje się biały preparat powłokotwórczy, którym pokrywa się nawierzchnie bezpośrednio po zawałowaniu.

Specyfikacja określa też temperaturę powietrza i betonu, przy której możliwe jest układanie betonu wałowanego:

- dla powietrza zawiera się granicach od 5°C do maksymalnie 25°C,
- dla betonu zawiera się granicach od 5°C do maksymalnie 30°C.

Kontrolę jakości mieszanki betonowej prowadzi się, określając parametry wymienione poniżej:

- Gęstość betonu, obliczaną z masy wszystkich materiałów składowych i całkowitej objętości poszczególnych składników. Badanie gęstości betonu wykonuje się wg normy PN-EN 12390-7. Specyfikacja określa też, że stopień zagęszczenia nie stwardniałej jeszcze warstwy betonu wałowanego nie może być niższy niż 96% wartości zagęszczenia według zmodyfikowanej metody Proctora.

- Wytrzymałość na ściskanie – wykonuje się wg normy PN-EN 12390-3.

- Wytrzymałość na rozciąganie przy rozłupywaniu wykonuje się na próbkach sześciennych o wymiarach 150 x 150 x 150 mm lub na próbkach walcowych o średnicy 150 mm i wysokości 300 mm – wg normy PN-EN 12390-6. Wymaganie odnośnie parametru wytrzymałości betonu na rozciąganie przy rozłupywaniu wynosi minimum 2,5 MPa (dla kategorii ruchu KR1 – KR2) oraz 3,5 MPa (dla podbudów dla kategorii ruchu KR3 – KR7).

- Odporność na zamrażanie/rozmarzanie z udziałem soli odladzającej – wg PKN-CEN/TS EN 12390-9. Z badania odporności na zamrażanie/rozmarzanie z udziałem soli odladzających zwolnione są betony nie narażone na równoczesne oddziaływanie mrozu i chemicznych środków zimowego utrzymania dróg. Kategoria mrozoodporności, wg PN-EN 13877-2, nie powinna być niższa niż FT1.



Nawierzchnie asfaltowe



Nawierzchnia asfaltowa budowana jest przede wszystkim z asfaltu i kruszywa mineralnego (pochodzenia skalnego), które w połączeniu tworzą mieszankę mineralno-asfaltową

Pierwsze drogi budowano ręcznie, ale postęp techniczny dotyczący maszyn drogowych umożliwił sprawny i szybki rozwój drogownictwa. Obecnie projektowane i budowane drogi są znacznie trwalsze, bardziej komfortowe i bezpieczne dla użytkowników oraz środowiska.

Z czego budujemy nawierzchnie asfaltowe?

Nawierzchnia drogowa jest konstrukcją, która ma zapewnić trwałość drogi oraz bezpieczeństwo i komfort jazdy użytkownika. Warunkiem koniecznym jest przeniesienie pochodzących od pojazdów obciążeń tak, aby podłoże gruntowe, na którym ją zbudowano, nie uległo uszkodzeniu, czyli deformacji. Trwałość nawierzchni wymaga odpowiedniego doboru materiałów i projektu konstrukcji, uwzględniając warunki obciążeń oraz klimatu, w którym droga jest budowana. Niespełnienie tych warunków może prowadzić do przedwczesnego uszkodzenia nawierzchni wskutek spękań termicznych (niska temperatura), zmęczeniowych (nadmierna liczba lub przeciążenie pojazdów) bądź deformacji trwałych – koleiny (wysoka temperatura lub przeciążenie pojazdów).

Nawierzchnia asfaltowa budowana jest przede wszystkim z asfaltu i kruszywa mineralnego (pochodzenia skalnego), które w połączeniu tworzą mieszankę mineralno-asfaltową. Ponadto mogą być stosowane różne dodatki, np. chemiczne środki adhezyjne, poprawiające przyczepność asfaltu do kruszywa mineralnego. Stosuje się także kruszywa innego pochodzenia niż ze skał naturalnych, czyli uzyskane z odpadów przemysłowych, np. żużle stalownicze.

Nawierzchnia asfaltowa składa się z kilku warstw o różnym składzie oraz odmiennych właściwościach i przeznaczeniu. Pierwszą tworzy podbudowa (pomiędzy warstwą wiążącą a podłożem gruntowym), która ma zapewnić odpowiednią nośność, co wpływa na trwałość całej konstrukcji. Kolejną jest warstwa wiążąca (pośrednia), która decyduje o odporności na deformacje trwałe, a także o odpowiedniej nośności. Ostatnią zaś jest warstwa ścieralna (wierzchnia) odpowiedzialna za: odpowiednią szorstkość, w celu uniknięcia poślizgu pojazdu; odporność na deformacje trwałe (koleiny), aby zapewnić równość nawierzchni, czyli komfort i bezpieczeństwo jazdy; odporność na niską temperaturę (pęknięcia poprzeczne) oraz obniżenie poziomu hałasu drogowego (ciche nawierzchnie). W zależności od zastosowanych materiałów w podbudowie nawierzchnia asfaltowa może być podatna bądź półsztywna. W przypadku pierwszego rodzaju wszystkie warstwy są wykonane z mieszanek mineralno-asfaltowych (odpowiednio dobranych do poszczególnych warstw, zgodnie z ich przeznaczeniem). W drugim rodzaju warstwy: ścieralna, wiążąca i górna warstwa podbudowy są wykonane z mieszanek mineralno-asfaltowych, a warstwa dolna podbudowy z materiałów związanych spoiwami hydraulicznymi (np. cementem).

Pod wymienionymi warstwami nawierzchni mogą być położone warstwy: podbudowy pomocniczej (głównie w drogach o dużym obciążeniu), mrozoochronna oraz warstwa ulepszonego podłoża (jeśli istniejące podłoże wymaga powierzchniowego wzmocnienia).

Nawierzchnie asfaltowe są znane w świecie od tysięcy lat. Oczywiście ich powszechne stosowanie nastąpiło wraz z pojawieniem się pierwszych pojazdów mechanicznych. Asfalt pozwolił m.in. na eliminację kurzu wzniesianego przez koła. Wraz ze wzrostem liczby samochodów, natężenia ruchu drogowego i obciążenia dróg następowały zmiany w infrastrukturze komunikacyjnej. Budowa dróg asfaltowych stawiała się szybsza i efektywniejsza.

Pochodzenie asfaltu oraz smoły i historia ich stosowania

W budownictwie drogowym od lat stosowane były dwa lepiszcza węglowodorowe: asfalt oraz smoła. Węglowodory te pozornie są podobne, jednak różnią się znacznie zarówno pochodzeniem, jak i właściwościami. Obecnie na co dzień spotykamy się głównie z asfaltem powstającym w wyniku przeróbki ropy naftowej. Do niedawna stosowano w budowie dróg także smołę pochodzącą z węgla. Jednak powstanie i stosowanie tych produktów ma znacznie dłuższą historię.

Węgiel jest efektem przetworzenia warstw pozostałości obumarłej roślinności na lądzie. Proces ten zachodził w ciągu milionów lat (bez dostępu powietrza), a w kolejnych jego etapach powstał torf, węgiel brunatny, kamienny oraz antracyt.

Ropa naftowa i gaz ziemny powstały natomiast w wyniku przetworzenia mikroorganizmów zwierzęcych i roślinnych obumarłych w morzu, opadłych na dno, które pod wpływem działania beztlenowych bakterii uległy przemianom w powyższe surowce. Wskutek przemieszczeń warstw

tektonicznych dyspersja ropy naftowej i gazu mogła ulegać rozwarstwieniu (tworząc odrębne warstwy) bądź mogła nasączać warstwy mineralne.

Przemiany skorupy ziemskiej spowodowały, że złoża węgla powstałe w obszarze lądowym mogły znaleźć się pod morzem, a morskie złoża ropy naftowej – pod lądami.

Smoła jest produktem przerobu różnych surowców: drewna, węgla kamiennego czy brunatnego. Smoła drzewna otrzymywana jest w procesie suchej destylacji węgla drzewnego a węglowa – w procesie suchej destylacji węgla kamiennego, zwanej koksovaniem. Pozostałością koksovania jest pak węglowy, który zmieszany z olejami smołowymi tworzy smołę.

Pierwszymi węglowodorami stosowanymi przez człowieka były naturalne złoża asfaltu. Odpowiednie warunki temperatury i ciśnienia warstw ropy naftowej w głębi ziemi spowodowały destylację niektórych jej złóż. Po odparowaniu lżejszych frakcji pozostała najtwardsza – pozostałość podestylacyjna, czyli asfalt naturalny. Asfalt naturalny obecny jest od tysiącleci

w jeziorach asfaltowych (mieszanka asfaltu, wody, drobnych cząstek mineralnych), piaskach asfaltowych (nasączone asfaltem piaski, o zawartości od 1 do 20% czystego asfaltu), niektórych skałach (złoża skał głównie wapiennych, w których pory i szczeliny zostały nasączone asfaltem) czy złożach asfaltytów (wydestylowane w naturalnych warunkach najtwardsze składniki asfaltu – asfalteny).

Złoża asfaltu naturalnego występują w Syrii, Libanie, Iraku, Iranie (Kurdystanie), Kuwejcie, Pakistanie, Kazachstanie, na Kamczatce, Sachalinie, w Japonii, Kanadzie, USA. W Europie asfalt naturalny w różnych źródłach występuje w Albanii, Grecji, Rumunii, Niemczech, Szwajcarii (Val de Travers), Francji (Seyssel) czy Włoszech (Raguza, Sycylia).

Asfalt naturalny jest jednym z najstarszych materiałów stosowanych w budownictwie. Nasi przodkowie wykorzystywali go już ponad 12 tys. lat temu do wyrobu prostych narzędzi. W Mezopotamii używano go do budowy domów już 8 tys. lat p.n.e. Wymieszany z gliną stanowił zaprawę do łączenia cegieł wypalanych z gliny i ścinek siana (stanowiących zbrojenie i wzmacniających ponad trzykrotnie cegłę). Był wówczas również stosowany w budownictwie ogólnym i sanitarnym – do uszczelniania ścian, stropów, dachów, kanałów, toalet oraz jako lepiszcze (klej) do łączenia płyt mozaikowych posadzek. Stąd niedaleko już było do nawierzchni drogowych. Jedną z pierwszych dróg wybudowanych z użyciem asfaltu była droga procesyjna w Babilonie, która powstała za panowania Nabuchodonozora II ponad 600 lat p.n.e. Droga ta miała szerokość 6,35 m i długość około 1 km. Łączyła most na Eufracie z wejściem do świątyni Babilonu. Nawierzchnia wybudowana była z wypalanych cegieł, łączonych asfaltem naturalnym, na których położono warstwę mastyksu asfaltowego (mieszanki asfaltu naturalnego i drobnego kruszywa mineralnego), a na nim znajdowały się płyty kamienne o grubości do 35 cm. Wspomniany most także wybudowano z cegieł klejonych asfaltem. W Europie od wieków znane były jeziora asfaltowe Raguza na Sycylii (eksploatowane od antyku do lat



■ Edyta PODBORSKA-JABŁOŃSKA, edyta.jablonska@colas.pl, +48 600 923 024

■ Paweł KŁOS, pawel.klos@colas.pl, +48 606 357 007

■ Wiesław KUFEL, wieslaw.kufel@colas.pl, +48 881 822 009



COLAS Polska Sp. z o.o.



Polska

COLAS Polska Sp. z o.o.

62-070 Pałędzie k. Poznania, ul. Nowa 49

tel. 61 894 54 60-64, fax 61 894 54 65

e-mail: colas@colas.pl

www.colas.pl

MIESZANKA MINERALNO-ASFALTOWA COMPOMAC®

Idealne rozwiązanie do przywracania prawidłowego stanu nawierzchni po wykopach, wypełniania dziur, łatania ubytków i wykonywania napraw nawierzchni w małej skali.

Bardzo łatwa w użyciu, trwała i zdatna do przechowywania gotowa mieszanka mineralno-asfaltowa Compomac do stosowania na zimno upraszcza drobne rutynowe naprawy dróg. Produkowana i stosowana na zimno jest przyjazna dla środowiska.

Produkt posiada aprobatę techniczną
IBDiM nr AT/2015-02-3124
oraz atest higieny nr HK/B/0831/01/2014



Rafineria Grupy Lotos w Gdańsku

50. XX wieku). Asfalt z nich pochodzący posłużył np. do budowy drogi w Pompei w Cesarstwie Rzymskim.

Innym materiałem węglowodorowym stosowanym od wielu lat przez człowieka jest smoła. Należy przypomnieć, że nasi przodkowie nauczyli się wytwarzać najpierw smołę drzewną, która stała się materiałem dostępnym tam, gdzie nie było asfaltu naturalnego, a gdzie były lasy, czyli np. w Europie Środkowej. W późniejszym czasie, gdy rozpoczęto eksploatację węgla kamiennego, pojawiła się smoła węglowa będąca jednym z produktów jego przeróbki.

Asfalt naturalny, smołę drzewną i węglową stosowano początkowo także w przemyśle okrętowym do uszczelniania statków. Ciekawostką jest, że jeden z okrętów Krzysztofa Kolumba był awaryjnie uszczelniony asfaltem naturalnym pochodzącym z jeziora asfaltowego na wyspie Trynidad (od 1880 roku znany jako asfalt Trynidad „Epuré”, który nadal stosuje się w budownictwie drogowym jako dodatek do asfaltu petrochemicznego).

W 1721 roku szwajcarski medyk Eirini d'Eyri- nys opublikował „Dysertację o asfalcie czyli

naturalnym cemencie”. Lekarz odkrył bowiem na nowo (znane już Rzymianom) złoża asfaltu naturalnego w Val de Travers w kantonie Neuchâtel. Była to skała wapienna nasączona asfaltem, którego zawartość wynosiła około 35%. Obok zastosowania asfaltu w medycynie jako produktu do zabezpieczania ran oraz przeciw infekcji, d'Eyrins zaczął także produkcję środka do uszczelniania statków. Zauważył też właściwości klejące asfaltu i rozpoczął jego promocję jako środka uszczelniającego i klejącego.

Efektom odkrycia złóż w Val de Travers było uruchomienie kopalni. Początkowo surowiec wydobywano powierzchniowo, później rozpoczęto wydobywanie podziemne. Kopalnia działała aż do 1986 roku, kiedy to z powodów finansowych została zamknięta – asfalt naturalny był znacznie droższy niż asfalt naftowy (petrochemiczny).

Pierwsze udokumentowane w piśmie użycie asfaltu do budowy dróg w nowożytnej Europie miało miejsce w Irlandii w 1747 roku. Natomiast w 1796 roku we wschodniej Anglii po raz pierwszy wykorzystano asfalt w nawierzchni mostowej. Powszechniejsze zastosowanie asfaltu naturalnego w budownictwie drogowym w Europie w XIX wieku zawdzięczamy

inżynierowi Merian, który podczas eksploatacji złóż w Val de Travers zauważył, że grudki asfaltu spadające z wózków zbrylają się i zagęszczają pod kopytami końskimi, tworząc szczelną powłokę. Tak narodziła się technologia zwana *Stampfasphalt*, czyli asfalt ubijany.

Jednak prawdziwy rozkwit stosowania asfaltu (i smoły) do budowy nawierzchni nastąpił w XX wieku wraz z pojawieniem się samochodu. W Europie rozwój budowy nawierzchni ulepszonych – uszczelnionych lepiszczem asfaltowym lub smołowym – zawdzięczamy szwajcarskiemu lekarzowi Ernestowi Guglielminettiemu, który powołał Stowarzyszenie „Liga przeciwko Kurzowi” i zorganizował w 1908 roku pierwszy Kongres Drogowy. Liga zainicjowała powstanie międzynarodowej organizacji znanej obecnie pod nazwą Światowe Stowarzyszenie Drogowe (*World Road Association*). Guglielminetti (zwany „Doktor Smoła”) doprowadził do pierwszego w skali przemysłowej zastosowania utrwalenia powierzchniowego. Po uzyskaniu zgody Księcia Monaco, na 20-kilometrowym odcinku drogi między Niceą a Monte Carlo w 1902 roku doprowadził do skropienia smołą nawierzchni tłuczniowej w celu związania pyłów, a tym samym likwidacji uciążliwego kurzenia się podczas jazdy samochodów.



Rafineria Grupy Lotos w Gdańsku

EMULEX

ul. Czesław Tańskiego 16
73-102 Stargard Szczeciński
tel./fax 091 576 24 40
e-mail: info@emulex.pl

EMULEX

OFERTA

EMULSJJE ASFALTOWE WSZYSTKIE RODZAJE

ASFALT NA ZIMNO DO SZYBKIEGO STOSOWANIA

MIESZANKI MINERALNO-EMULSYJNE TYPU GE

POWIERZCHNIOWE UTRWALENIA

REMONTY CZĄSTKOWE GRYSAMI I EMULSJĄ

CIENKIE WARSTWY NA ZIMNO SLURRY SEAL



www.emulex.pl



Laboratorium TPA. Oznaczenie lepkości asfaltu modyfikowanego gumą za pomocą lepkościomierza, STRABAG



Nowoczesne laboratorium TPA, STRABAG



Układanie mma z asfaltem modyfikowanym gumą ze zużytych opon na ul. Parzniewskiej w Pruszkowie, STRABAG



Pobór próbki mma z rozkładarki, STRABAG



Aparat do badania koleinowania w laboratorium TPA, STRABAG

PBD S.A. KALISZ



Przedsiębiorstwo Budownictwa Drogowego S.A. Kalisz

62-800 Kalisz, ul. Noskowska 3-5

tel. 62 764 96 19, 62 764 97 15

e-mail: pbd@pbdsakalisz.com.pl, pbd@pro.onet.pl

www.pbdsakalisz.com.pl

Na przestrzeni kilkudziesięciu ostatnich lat branża drogowa przeszła wiele reorganizacji. W 1992 roku z byłego Rejonu Dróg Publicznych wydzielono Przedsiębiorstwo Budowlano-Drogowe. Stanowiło ono mienie Skarbu Państwa, a 1 września 1996 roku zostało przekształcone w Przedsiębiorstwo Budownictwa Drogowego S.A. Kalisz. Dzięki doskonałemu zarządzaniu, wykwalifikowanej kadrze i profesjonalnej organizacji pracy firma jest w stanie realizować założone cele. Liczne inwestycje i stałe wprowadzanie nowatorskich technologii mają niewątpliwie wpływ na dynamiczny rozwój Spółki. Dążymy nieustannie do doskonalenia wiedzy i umiejętności naszych pracowników, umożliwiając im dostęp do licznych szkoleń, kursów oraz konferencji. Inwestycja w kapitał ludzki jest jednym z elementów strategii Spółki.

Na przestrzeni 20 lat działalności otrzymaliśmy wiele prestiżowych wyróżnień oraz nagród. Świadczą one o profesjonalizmie naszego Przedsiębiorstwa i dowodzą, że jesteśmy wiarygodnym partnerem gospodarczym, rzetelnym pracodawcą oraz sumiennym wykonawcą usług. PBD S.A. Kalisz realizuje kompleksowo roboty w zakresie budownictwa drogowego, zarówno pod kątem modernizacji, jak i letniego oraz zimowego utrzymania dróg. Prace drogowe realizujemy na terenie całej Polski dla zarządców dróg krajowych, wojewódzkich, powiatowych i gminnych. Świadczymy usługi w zakresie: modernizacji oraz budowy dróg i ulic, powierzchniowego utwardzenia dróg, cienkich

warstw na zimno „slurry seal”, remontów nawierzchni, produkcji mas bitumicznych, robót brukarskich, bieżącego – letniego i zimowego utrzymania dróg, a także budowy obiektów inżynierskich.

Firma posiada bardzo duże, bo prawie 20 letnie doświadczenie związane z bieżącymi zabiegami konserwacyjnymi i porządkowymi dróg. Usługi te realizowaliśmy na drogach krajowych, autostradzie i drogach ekspresowych, w zakresie kompleksowej obsługi w okresie letnim i zimowym.

Jako jedni z pierwszych w Polsce zainwestowaliśmy w nowatorskie technologie utrzymaniowe nawierzchni. W czasach kiedy nakłady na drogownictwo w Polsce były bardzo małe, a stan naszych dróg pozostawiał wiele do życzenia, firma wyspecjalizowała się w zabiegach utrzymaniowych pozwalających przedłużać ich żywotność. Zabiegi powierzchniowych utrwalen wykonujemy kombajnami drogowymi firmy Schäffer, natomiast zabiegi cienkich dywaników na zimno typu „slurry seal” wykonujemy kombajnami firmy Breining. Technologie te, wykorzystuje się najczęściej w celu zamknięcia starzejącej się warstwy ścieralnej.

Posiadamy nowoczesną wytwórnię mas bitumicznych firmy Benninghoven Compact TBA-240U o wydajności 240 ton na godzinę. Dzięki wysoko wyspecjalizowanym systemom sterowania procesami umożliwia ona produkcję mas bitumicznych o wysokich standardach jakościowych, a to przekłada się na jakość wykonywanych robót bitumicznych.



Asfalt petrochemiczny i smoła węglowa

Jak już wyżej wspomniano, asfalt jest jednym z produktów destylacji ropy naftowej. Pochodzi z przeróbki jej najcięższej frakcji – pozostałości podestylacyjnej. Pierwsze wydobyć ropy naftowej w świecie miały miejsce w 1854 roku przez naszego rodaka Ignacego Łukasiewicza w Bóbrce k/Krosna. Nieco później w latach 1858/59 przez Edvina L. Drake’a w stanie Pensylwania w USA oraz w Niemczech w latach 1858/59 przez Georga Ch.K. Hunäusa w Wietze koło Hanoweru.

Początkowo używano surową ropę naftową, a jej głównym zastosowaniem było oświetlenie lampami naftowymi. Wynalezienie destylacji

ropy naftowej (do uzyskania nafty oświetleniowej) nastąpiło w 1850 roku przez Samuela M. Kiera i J.C. Bootha w USA, a nieco później w 1852 roku przez Ignacego Łukasiewicza w Polsce. W 1856 roku uruchomiono produkcję w destylarni w Ulaszowicach.

Wraz z rozwojem przemysłu węglowego stosowano do budowy dróg także smołę węglową. Wkrótce te dwa różne pochodzenie, właściwościami i składem chemicznym materiały utożsamiono ze sobą. Także dzisiaj ludzie spoza branży drogowej nie rozróżniają smoły od asfaltu. A najbardziej dobitnie świadczy o tym ocena sprzed paru laty przyczyn koleinowania nawierzchni

naszych dróg wyrażona przez dziennikarza w jednej z polskich gazet: „bo w asfalcie było za dużo smoły”.

Współcześnie używany asfalt drogowy jest wytwarzany w rafineriach jako ostatni i najcięższy produkt z przeróbki ropy. Smoła drogowa jest natomiast produktem przeróbki smoły węglowej surowej, pochodzącej z koksowania lub gazowania węgla kamiennego.

Asfalt jest mieszaniną związków węglowodorowych, głównie alifatycznych. Smoła zaś jest mieszaniną związków węglowodorowych o znacznej przewadze ilościowej związków aromatycznych. Wśród nich znajdują się związki szkodliwe dla organizmu ludzkiego i dla środowiska naturalnego, zwłaszcza: toluen (NDS 100 mg/m³), fenol (NDS 7,8 mg/m³), naftalen (NDS 20 mg/m³), związki o działaniu rakotwórczym: benzen (NDS 1,6 mg/m³), wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne WWA (NDS 0,2 mg/m³), a wśród nich najgroźniejszy benzo(a)piren (NDS 0,002 mg/m³).

Liczne badania w końcu XX wieku wykazały, że wśród stosowanych lepszy drogowych to właśnie smoła (w przeciwieństwie do asfaltu) jest materiałem szkodliwym dla środowiska naturalnego i pracowników zatrudnionych przy robotach drogowych. Stężenie węglowodorów wielopierścieniowych aromatycznych (WWA) w powietrzu przy robotach asfaltowych jest znacznie mniejsze niż w środowisku miejskim lub przemysłowym.

Także wtórne stosowanie mieszanki mineralno-asfaltowej metodą recyklingu na gorąco (polegającą na rozgrzaniu starej nawierzchni, rozdrobnieniu jej, wymieszaniu z nową mieszanką, rozłożeniu i zagęszczeniu nowej warstwy) nie stanowi zagrożenia dla środowiska ani ludzi, w przeciwieństwie do nawierzchni z lepyszczem smołowym.

Nowoczesne i innowacyjne nawierzchnie asfaltowe

Nawierzchnie asfaltowe zawsze spełniały rolę produktu „szytego na miarę”, jak u krawcy. Na tym między innymi polega ich przewaga nad konstrukcją betonową. Dobór materiałów i technologii zależy zatem od prognozowanego

natężenia ruchu i obciążenia pojazdów oraz warunków klimatycznych, w jakich nawierzchnia jest eksploatowana. Nawierzchnia drogi lokalnej, gminnej nie wymaga tak grubej warstwy z najlepszych materiałów, jak w przypadku autostrady. Stąd znaczna jest różnica grubości nawierzchni asfaltowej – od kilku do kilkudziesięciu centymetrów.

W ostatnich trzydziestu latach w światowym budownictwie drogowym nastąpiły znaczne zmiany. Zwłaszcza w dziedzinie materiałów i technologii budowy oraz utrzymania nawierzchni asfaltowych. Wraz ze wzrostem natężenia ruchu i obciążenia pojazdów ciężarowych następują zmiany w doborze materiałów, technologii i konstrukcji nawierzchni drogowych. Dotychczas typową nawierzchnię asfaltową projektowano na 20 lat użytkowania (zakładając jedynie powierzchniowe naprawy). Ze względu na dobro użytkownika dróg dąży się do zmniejszenia uciążliwości napraw i remontów. W wielu krajach, w tym w Polsce, celem jest zwiększenie trwałości drogi i jej użytkowania. Upowszechnia się projektowanie i budowa dróg asfaltowych o trwałości 30 lat i więcej (często przyjmuje się okres 40 i 50 lat). Nawierzchnie te określa się jako „długowieczne”, zapewniające odporność na deformacje i zmęczenie, a dopuszcza się jedynie renowację cienkiej warstwy ścieralnej co około 10 lat. Spełnienie wymagania długowieczności nawierzchni asfaltowej uzyskuje się dzięki wprowadzeniu do powszechnego

stosowania asfaltów modyfikowanych polimerami (najczęściej styren – butadien – styren SBS), co zwiększa odporność na deformacje, zmęczenie oraz na niską temperaturę.

Coraz większym zainteresowaniem cieszy się modyfikacja asfaltu gumą odzyskaną z opon samochodowych. Wynika to także z faktu, że stawiane są wymagania powtórnego zastosowania zużytych opon. Ich zagospodarowanie jest jednym z wiodących problemów recyklingu materiałów odpadowych na całym świecie. Początki wykorzystania gumy w modyfikacji asfaltu sięgają XIX wieku, gdy w 1840 roku zastosowano kauczuk naturalny jako modyfikator asfaltu do nawierzchni. Zużyte opony samochodowe po raz pierwszy użyto w nawierzchni drogowej, modyfikując asfalt granulatem gumowym, w 1948 roku w Akron (Ohio, USA). Akron było wówczas siedzibą największego producenta opon samochodowych firmy Goodyear, Firestone & General Tire i znane jako „Światowa Stolica Gumi” (*Rubber Capital of the World*), a produkcja gumy syntetycznej stanowiła podstawę bogactwa tego miasta. Warto zaznaczyć, że nawierzchnia ta dotrwała do 1959 roku.

W ostatnich latach zauważamy duże zainteresowanie wykorzystania gumy jako składnika asfaltu (lepiszczka) lub w mieszance mineralno-asfaltowej, z której wykonywana jest asfaltowa nawierzchnia

drogowa. Sprzyja temu dostępność zagranicznych produktów, takich jak tecRoad, granulatu asfaltowo-gumowy produkowany w Austrii lub asfalt modyfikowany gumą z Niemiec. Stosowana jest także technologia McDonalda (USA) polegająca na modyfikacji asfaltu gumą w specjalnej, przewoźnej instalacji podłączanej do wytwórni mieszanek mineralno-asfaltowych. Produkcję asfaltu modyfikowanego gumą podjęła ostatnio rafineria Lotos. Asfalt ten został już zastosowany na kilku budowach w Polsce.

Coraz większą wagę przywiązuje się w krajach o dużej gęstości zaludnienia do zmniejszenia hałasu drogowego w obszarach zamieszkałych. Technologie ograniczające emisję hałasu stają się przedmiotem zainteresowania wielu państw. Przykładem kraju, który od dawna stara się przeciwdziałać hałasowi komunikacyjnemu, jest Holandia – 95% nawierzchni autostrad i dróg głównych jest wykonana z asfaltu porowatego. Warto podkreślić także, że nawierzchnie wymienia się często nie tylko z powodu przedwczesnego zniszczenia, ale dlatego, by obniżyć poziom hałasu drogowego oraz zminimalizować jego dokuczliwość dla otoczenia.

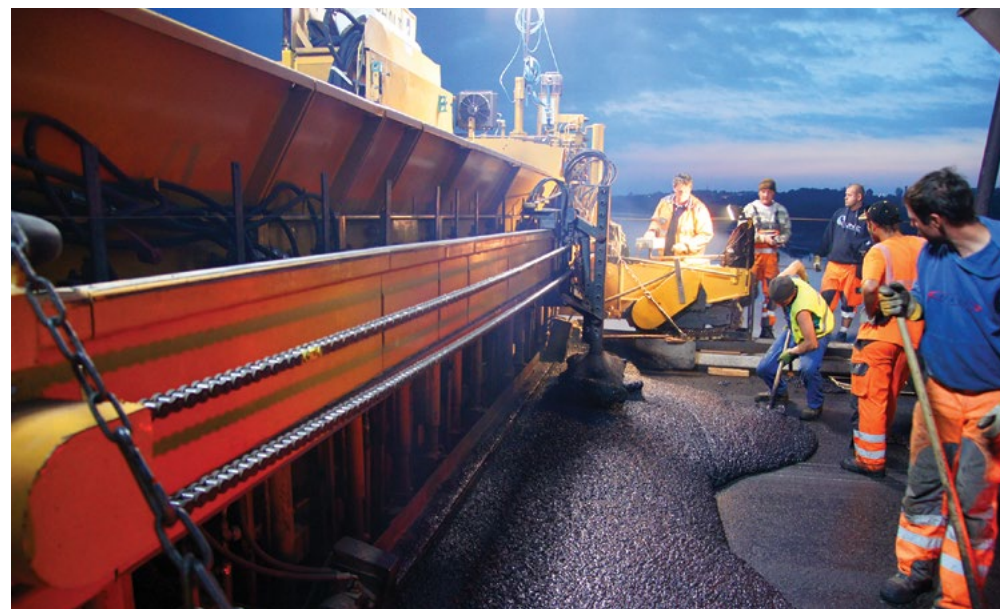
Asfalt porowaty to szczególna mieszanka, znacznie różniąca się od powszechnie stosowanych szczelnych mieszanek mineralno-asfaltowych (beton asfaltowy). Zawiera on nawet do 25% v/v wolnej przestrzeni (porów), w którą wnika hałas generowany w kontakcie opony z nawierzchnią, co sprawia, że fala dźwiękowa zostaje pochłonięta w nawierzchni i nie stanowi źródła hałasu w otoczeniu drogi.

Jednowarstwowa nawierzchnia porowata pozwala uzyskać obniżenie hałasu o 3 dB, a dwuwarstwowa nawet do 10-12 dB. Należy zaznaczyć, że obniżenie poziomu hałasu o 3 dB jest równoważne dwukrotnemu zmniejszeniu liczby pojazdów ciężarowych.

Ciche nawierzchnie pozwalają także na zmniejszenie ilości i wysokości ekranów dźwiękochłonnych. Pod tym względem nawierzchnie asfaltowe stanowią znacznie lepsze rozwiązanie niż betonowe, które są bardziej hałaśliwe.



W celu wydłużenia czasu użytkowania drogi asfaltowej asfaltu modyfikuje się polimerami



Asfalt lany modyfikowany gumą z opon samochodowych na moście w Toruniu, STRABAG



Podajnik pośredni mieszanek mineralno-asfaltowych, Road Construction Technology

Nawierzchnia asfaltowa a środowisko naturalne

W coraz większym stopniu obniża się temperaturę produkcji mieszanek mineralno-asfaltowych ze względu na dążenie do zmniejszenia zużycia energii oraz emisji gazów, jak również poprawy warunków pracy. Dlatego coraz bardziej popularne są technologie na zimno i na ciepło. Dąży się do tego, żeby nawierzchnie, które budujemy, nie były szkodliwe dla środowiska oraz by minimalizowały negatywne oddziaływania transportu. Tu mamy więc dwa aspekty: obniżanie poziomu hałasu drogowego (omówiony powyżej) oraz technologie służące ograniczeniu emisji gazów cieplarnianych. W drogownictwie problem emisji gazów jest w tej chwili rozwiązywany poprzez obniżenie temperatury produkcji mieszanek mineralno-asfaltowych, co służy znacznemu ograniczeniu emisji gazów, nawet od 30% do 50%. Temperatura produkcji tradycyjnych mieszanek mineralno-asfaltowych sięga 170-180°C. Mieszanki na ciepło produkowane są w 130-140°C, a obecnie temperaturę tę obniża się poniżej 100°C, do około 80-90°C. Oczywiście, technologie na zimno były znane już wcześniej, ale są one mniej skuteczne. Natomiast mieszanki na ciepło, określane też jako na półciepło, posiadają te same właściwości mechaniczne co tradycyjne, produkowane w wyższych temperaturach.

Drogownictwo zatem obecnie obniża temperaturę produkcji i emisję gazów cieplarnianych, równocześnie zachowując właściwości mechaniczne mieszanek oraz



Układanie nawierzchni asfaltowej na drodze S3 przez DHV Polska

układanych z nich nawierzchni. W tym zakresie dysponujemy już wieloma technologiami. Ich zalety są liczne, bo poza ograniczeniem emisji oraz związanym z tym zmniejszeniem zużycia energii, są jeszcze dodatkowe, na przykład w postaci wydłużonego sezonu robót. Dzięki temu sezon prac w naszych warunkach klimatycznych – bez obniżania jakości robót – można przesunąć na okresy niskich temperatur (listopad a nawet grudzień). Ponadto wydłuża się odległość transportu mieszanek z wytwórni do miejsca ich wbudowania, gdyż mieszanki te zachowują dłużej właściwość urabialności.

Od kilkunastu lat podjęte są prace badawcze, które przynoszą pierwsze efekty praktycznego zastosowania nawierzchni fotokatalitycznych. Nawierzchnia taka pokryta jest powierzchnią (lub w warstwie ścieralnej) powłoką dwutlenku tytanu, który rozkłada szkodliwe związki chemiczne generowane ze spalin samochodowych i emisji gazów przemysłowych. Efektem jest znaczne zmniejszenie emisji gazów spalinowych w obszarach zurbanizowanych, co poprawia komfort i zdrowie mieszkańców. W zurbanizowanych ośrodkach rozwiązanie to stosowane jest od niedawna, ale już potwierdza się jego skuteczność. Pierwsze wykorzystanie tej technologii miało miejsce w Japonii, później we Włoszech.

W większości krajów uprzemysłowionych jednym z wiodących problemów jest ochrona środowiska, w ramach której ważnym aspektem jest zagospodarowanie odpadów przemysłowych oraz produktów ubocznych procesów

przemysłowych. Materiały te określane są od kilku lat mianem „materiałów alternatywnych”, aby wyrazić ich przydatność do zastosowania na równi z materiałami naturalnymi. Przykładem mogą być żużle, np. stalowniczy, pomiedziowy bądź destrukta asfaltowy (uzyskany z rozbiórki wyeksploatowanych nawierzchni). Materiały te po odpowiednim przygotowaniu stają się pełnowartościowymi produktami do stosowania w budownictwie drogowym. Odrębnym problemem związanym z ochroną środowiska jest wykorzystanie zużytych opon samochodowych. Odpady gumowe pochodzą z dwóch źródeł: zużyte opony samochodowe (ponad 70%) oraz odpady przemysłowe i taśmy przenośnikowe (do 30%). Główna trudność ich przeróbki wynika z faktu, że są one kompozytami gumy oraz włókna i/lub stali. Szybki rozwój motoryzacji sprawia, że z ekologicznego punktu widzenia największym problemem jest zagospodarowanie zużytych opon. W Polsce rocznie powstaje ich około 120 tys. ton. Należy się jednak liczyć z dalszym, szybkim wzrostem tych wartości.

Niezwykle ważnym zadaniem jest także recykling nawierzchni asfaltowych, czyli powtórne zastosowanie asfaltu z istniejących, zużytych nawierzchni drogowych. Recykling stał się powszechnie na świecie stosowaną metodą powtórnego użycia istniejących nawierzchni asfaltowych, a jego główne cele to: ochrona środowiska, zmniejszenie składowisk odpadów, eksploatacji naturalnych surowców skalnych oraz kosztów transportu materiałów (kruszywa, asfalt), a także odciążenie sieci transportowych (kolejowych, drogowych). ■



Nawierzchnie brukowe

Kostka brukowa to prefabrykat betonowy wykonany z betonu niezbrojonego na spoiwie cementowym, stosowany jako materiał nawierzchni, który spełnia następujące warunki:

- w odległości 50 mm od każdej krawędzi żaden przekrój poprzeczny nie powinien wykazywać wymiaru poziomego mniejszego niż 50 mm;
- całkowita długość kostki podzielona przez jej grubość powinna być mniejsza lub równa cztery.

Betonowa kostka brukowa może mieć następujące cechy charakterystyczne, określone w katalogu producenta:

- odmianę: kostka jednowarstwowa (z jednego rodzaju betonu) lub kostka dwuwarstwowa z betonu warstwy spodniej konstrukcyjnej i warstwy ścieralnej (górnej) zwykle barwionej o grubości minimum 5 mm;
- barwę: kostka z betonu niebarwionego lub kolorowa z betonu barwionego;
- wzór (kształt) kostki;
- wymiary (zalecane): dla nawierzchni przeznaczonych do ruchu pojazdów – 80 mm, 100 mm; dla ciągów pieszych – 60 mm, 80 mm; w indywidualnych rozwiązaniach dopuszcza się inne grubości kostek.

Nawierzchnie z kostki brukowej funkcjonują na świecie od kilkudziesięciu lat. W Polsce moda na ten rodzaj nawierzchni przypada na lata 90. XX wieku. Obecnie szarą i monotonna kostkę wyparły produkty o ciekawych kształtach, urozmaiconej teksturze (kostki płukane, śrutowane, obijane), szerokiej gamie kolorystycznej i specjalnych właściwościach (kostki wodoprzepuszczalne, nienasiąkliwe, samooczyszczające się). Kostka brukowa stwarza możliwości wykonywania nawierzchni estetycznych, kolorowych, wzorzystych o dowolnym kształcie, z uwzględnieniem ukształtowania terenu (spadki, podjazdy).



Kamienny bruk na wrocławskim Starym Mieście



Wytwórnia kostek brukowych POZBRUK

Wymiary kostek powinny być dostosowane do sposobu układania i siatki spoin oraz powinny umożliwiać wykonanie warstwy o szerokości 1,0 m lub 1,5 m bez konieczności przecinania elementów w trakcie ich wbudowywania w nawierzchnię. Kostki mogą być produkowane z występami dystansowymi na powierzchniach bocznych oraz z fazą lub bez fazy (w tym z mikrofazą) krawędzi górnych.

Podłoże pod nawierzchnię z betonowych kostek brukowych może stanowić grunt piaszczysty – rodzimy lub nasypowy. Nawierzchnię przeznaczoną dla ruchu pieszego, rowerowego lub niewielkiego ruchu samochodowego można wykonywać bezpośrednio na dobrze odwodnionym, niewysadzinowym podłożu gruntowym (zawartość pyłów do 15%, $SE_4 \geq 35$), które posiada odpowiednie ukształtowanie powierzchni i zagęszczenie. Grunt powinien być jednolity, przepuszczalny i zabezpieczony przed skutkami przemarzania. Koryto natomiast musi być wyprofilowane zgodnie z projektowanymi spadkami.

W zależności od przeznaczenia, obciążenia ruchem i warunków gruntowo-wodnych, podbudowę może stanowić:

- grunt ulepszony kruszywem naturalnym, odpadami kamiennymi, żużlem wielkopiecowym, spoiwem itp.;
- kruszywo stabilizowane mechanicznie;
- mieszanki związane spoiwem hydraulicznym;
- beton cementowy;
- lub inny rodzaj podbudowy.

Do obramowania nawierzchni z betonowych kostek brukowych można stosować krawężniki betonowe, obrzeża betonowe oraz inne typy krawężników.

Na podsypkę i do wypełnienia spoin należy stosować następujące materiały:

1. na podsypkę piaskową:
 - kruszywo drobne 0/2, 0/4 lub 0/5, kategorii uziarnienia GF80, zawartości pyłów f10;
 - kruszywo 1/4, 2/5 lub 2/8, kategorii uziarnienia GC80-20, zawartości pyłów f deklarowana (max. do 10% pyłów);
2. na podsypkę z mieszanek związanych spoiwem:

- mieszankę cementu powszechnego użytku z kruszywem drobnym 0/2, 0/4 lub 0/5, w stosunku wagowym 1:8;
- mieszankę wapna i spoiwa trasowego z kruszywem drobnym 0/2, 0/4 lub 0/5, w stosunku wagowym 1:6,5;
- mieszankę innych spoiw budowlanych i/lub drogowych z kruszywem drobnym 0/2, 0/4 lub 0/5, w stosunku wagowym 1:4;
- inne specjalistyczne materiały przewidziane do stosowania w wykonawstwie nawierzchni brukowych.

Warto zaznaczyć, że stosowanie spoiw do podsypki może spowodować powstanie wykwitów. Podsypkę z mieszanek związanych spoiwem hydraulicznym zaleca się stosować w obszarze ścieków przykrawężnikowych i wokół studzienek, tj. w miejscach wzmożonej, naturalnej penetracji wody. Ponadto stosujemy ją w przypadku podbudowy związanej hydraulicznie oraz układania nawierzchni z kostki brukowej bezfazowej (układanej „na styk”).

Podsypkę piaskową należy równomiernie rozścielić i zagęścić lekkimi walcami lub zagęszczarkami wibracyjnymi przy wilgotności optymalnej $\pm 2\%$. Natomiast podsypkę z mieszanek związanych spoiwem hydraulicznym przygotowuje się w betoniarkach, a następnie rozściela na uprzednio zwilżonej podbudowie. Rozścielona podsypka powinna być wyprofilowana i zagęszczona w stanie wilgotnym lekkimi walcami lub zagęszczarkami wibracyjnymi. Całkowite ubicie nawierzchni z kostki musi być zakończone przed rozpoczęciem wiązania spoiwa w podsypce. Do wyrównania podsypki można stosować mechaniczne urządzenie na rolkach, prowadzone linami na szynie lub krawężnikach.

Ułożenie nawierzchni z kostki na podsypce z mieszanek związanych spoiwem hydraulicznym zaleca się wykonywać przy temperaturze otoczenia nie niższej niż $+5^\circ\text{C}$. Dopuszcza się wykonanie nawierzchni, gdy w ciągu dnia temperatura utrzymuje się w granicach od 0°C do $+5^\circ\text{C}$, przy czym, jeśli w nocy spodziewane są przymrozki, kostkę należy zabezpieczyć materiałami o złym przewodnictwie ciepła (np. materiałami ze słomy, papą itp.). Nawierzchnie na podsypce piaskowej zaleca się wykonywać w dodatnich temperaturach otoczenia.

Górna warstwa nawierzchni może być wykonana z betonowych kostek brukowych o grubości 60 lub 80 mm, fazowanych bądź bezfazowanych. Układanie można wykonywać ręcznie lub mechanicznie. Pierwszy sposób zaleca się wykonywać na mniejszych powierzchniach, zwłaszcza skomplikowanych pod względem kształtu lub wymagających kompozycji kolorystycznej układanych deseni. W celu zniwelowania ewentualnych różnic odcieni należy stosować zasadę jednoczesnego układania kostek z 3-4 palet. Jeśli powierzchnie są duże, o prostym kształcie, a kostki brukowe mają jednolity kształt i kolor, zaleca się stosować mechaniczne urządzenia układające. Składają się one z wózka i chwytaka sterowanego hydraulicznie, służącego do przenoszenia z palety warstwy kostek na miejsce ich ułożenia. Urządzenie to, po skończonym układaniu kostek, można wykorzystać do wmiatania odpowiedniego materiału w szczeliny dzięki zamocowanym do chwytaka szczotkom.

Drogi i Mosty – Jan Kaczmarczyk



Drogi i Mosty – Jan Kaczmarczyk

06-100 Pułtusk, Kacice

tel. 23 692 86 52, 23 692 28 05

fax 23 691 90 55

e-mail: drogiimosty@drogiimosty.com.pl

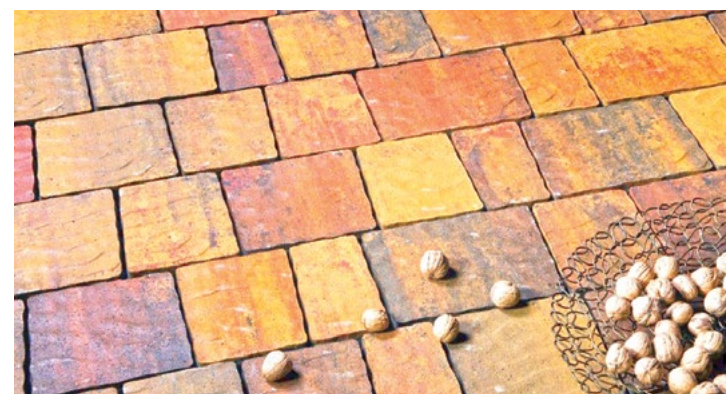
www.drogiimosty.com.pl



BRIX jest marką wyrobów betonowych produkowanych przez firmę Drogi i Mosty Jan Kaczmarczyk powstałą w 2015 roku wraz z otwarciem zakładu produkcyjnego prefabrykatów betonowych w Kosewie koło Nasielska (60 km na północ od Warszawy).

Firma Drogi i Mosty Jan Kaczmarczyk działa nieprzerwanie od roku 1985 nieustannie się rozwijając. Nowopowstały zakład produkcyjny kostki brukowej znacząco poszerza zakres działalności firmy stawiając przed nią nowe wyzwania.

Ponad 30-letnie doświadczenie w branży drogownictwa pozwoliło na poznanie rynku betonowych materiałów nawierzchniowych oraz dostosowanie naszej oferty dla najbardziej wymagających klientów. Staramy się, aby nasze produkty spełniały Państwa oczekiwania zarówno pod względem jakości, jak i różnorodności.



Jesteśmy rzetelną firmą ze 100 % polskim kapitałem, bezustannie inwestującą w rozwój oraz poszerzającą dostępny asortyment. W naszej ofercie znajdziecie Państwo zarówno standardowe produkty przemysłowe, jak i kostki szlachetne. Szeroki wybór kolorystyki oraz kształtów oferowanych przez nas produktów pozwala tworzyć bardzo zróżnicowane aranżacje.

Produkty marki Brix wytwarzane są przy użyciu najwyższej jakości maszyn niemieckiej firmy OMAG gwarantujących doskonałą jakość kostki. Dodatkowo, produkty poddawane są kontroli w wysoko wyspecjalizowanym laboratorium.

Niniejszą ofertę kierujemy do klientów indywidualnych, dystrybutorów, architektów, deweloperów oraz firm wykonawczych.



Kostkę układa się około 1,5 cm wyżej od projektowanej niwelety, ponieważ po procesie ubijania podsypka zagęszcza się. Powierzchnia kostek położonych obok urządzeń infrastruktury technicznej (np. studzienek, włączów itp.) powinna trwale wystawać od 3 mm do 5 mm powyżej powierzchni tych urządzeń oraz od 3 mm do 10 mm powyżej korytek ściekowych (ścieków). Do uzupełnienia przestrzeni przy krawędziach, obrzeżach i studzienkach można używać wykończeniowych elementów kostkowych w postaci tzw. połówek i dziewiątek, mających wszystkie krawędzie równe i odpowiednio fazowane. W przypadku potrzeby kształtek o nietypowych wymiarach, wolną przestrzeń uzupełnia się kostką ciętą, przycinaną na budowie specjalnymi narzędziami tnącymi (przycinarkami, szlifierkami z tarczą itp.).

Po ułożeniu kostki nawierzchnię należy ubić za pomocą zagęszczarki wibracyjnej (płytovej) z osłoną z tworzywa sztucznego. Proces należy wykonywać zgodnie z zaleceniami producenta, ale nie wcześniej niż po upływie 7 dni od daty produkcji kostki. Do ubicia nawierzchni nie wolno używać walca, a czynność tę należy prowadzić od krawędzi powierzchni w kierunku jej środka i jednocześnie w kierunku poprzecznym kształtek. Po ubiciu nawierzchni wszystkie kostki uszkodzone (np. pęknięte) trzeba wymienić na całe.

Szerokość spoin pomiędzy betonowymi kostkami brukowymi powinna wynosić od 2 mm do 5 mm. W przypadku stosowania prostopadłościennych kostek brukowych zaleca się, aby osie spoin pomiędzy dłuższymi bokami tych kostek tworzyły z osią drogi 45°, a wierzchołek utworzonego kąta prostego pomiędzy spoinami miał kierunek odwrotny do kierunku spadku podłużnego nawierzchni.

Po ułożeniu kostek, spoiny należy wypełnić drobnopięnistym materiałem np.: kruszywem drobnym 0/2 mm (kategoria uziarnienia GF80, zawartość pyłów f3) bądź innym specjalistycznym materiałem przewidzianym do stosowania w wykonawstwie

nawierzchni brukowych. Wypełnienie spoin polega na rozsypaniu warstwy materiału i wmieceniu go w spoiny na sucho lub po obfitym polaniu wodą (wmiecenie „papk” szczotkami bądź rozgarniaczkami z piórami gumowymi). W przypadku układania betonowej kostki brukowej jako cieków przykrawężnikowych lub przy obudowach studzienek, zaleca się spoinowanie kostek przy użyciu zaprawy cementowo-piaskowej. Nawierzchnię można oddać do użytku bezpośrednio po jej wykonaniu.

Warto zwrócić uwagę na możliwość wykonywania wodoprzepuszczalnych nawierzchni z kostek brukowych. Proces urbanizacji powoduje zwiększanie się udziału powierzchni szczelnych. Sytuacja taka pociąga za sobą zmiany klimatu warstwy przyziemnej oraz konieczność odprowadzania wód deszczowych z nieprzepuszczalnych powierzchni. Konsekwencją jest zachwianie równowagi ekologicznej obszarów, ich pustynnienie, zanik wrażliwej roślinności. Silnie nagrzane powierzchnie nieprzepuszczalne stwarzają niekorzystne warunki dla mieszkańców miast.

Rozwiązaniem powyższych problemów może być:

- wykonywanie chodników lub ciągów pieszo-jezdnych z kostek lub płyt brukowych z odstępami wypełnionymi piaskiem i żwirem, ułożonymi na podsypce żwirowej;
- wykonywanie parkingów z płyt z otworami porośniętymi trawą, np. płyty JOMB oraz chodników z drobnopięnistymi elementami z otworami;
- wykonywanie nawierzchni z kostek brukowych przepuszczalnych;
- wykonywanie nawierzchni z kostek brukowych ułożonych w sposób zapewniający przesiekanie wody komorami filtracyjnymi (z odstępami porośniętymi trawą).

Rozwiązania takie pozwalają na uzyskanie wodoprzepuszczalności w każdym kierunku dla wody i powietrza (nie powstają kałuże, następuje wymiana wilgoci – wsiąkanie wody w grunt oraz jej parowanie).

Główne zastosowania kostki brukowej to: ciągi piesze, drogi wewnętrzne oraz rowerowe (niezalecane a wręcz zakazane w krajach Europy Zachodniej, ale dość powszechnie stosowane w Polsce).

Do niewątpliwych zalet nawierzchni z kostek brukowych należy: szybkie udoświepczenie nawierzchni do ruchu, łatwość jej demontażu i możliwość wykonania bez użycia specjalistycznego sprzętu, a także wysoka trwałość i estetyka prefabrykatów oraz możliwość wykonywania nawierzchni o dowolnym kształcie, z uwzględnieniem ukształtowania terenu (spadki, podjazdy).

Wśród najważniejszych wad tego rodzaju nawierzchni znajdują się: wysokie opory tocznienia i nieodczuwne wibracje obniżające komfort jazdy rowerzystów, równość zależna od jakości i precyzji jej montażu, pogorszenie równości w czasie eksploatacji, podatność na niszczące oddziaływanie roślinności, możliwość wymywania i podmywania przez wezbrane wody opadowe, częste prace utrzymaniowe.

W Polsce obecnie jest około kilkuset producentów betonowej kostki brukowej (zwłaszcza małych i średnich firm produkujących wyroby na rynek lokalny). Do największych krajowych producentów można zaliczyć: BRUK-BET, LIBET, POLBRUK, POZBRUK oraz SEMMELROCK. Zdecydowana większość wyprodukowanych wyrobów jest wprowadzana do obrotu na polskim rynku. Niewielki odsetek produkcji jest eksportowany do Niemiec, Rosji, na Ukrainę i Białoruś. Importowana do Polski jest z kolei kostka brukowa przetwarzana, o specjalnych właściwościach.

Koszt ułożenia 1m² nawierzchni ciągów pieszych z kostki kształtuje się od 75 do 200 zł, w zależności od grubości kostki, barwy, rodzaju tekstury elementów. Koszt ułożenia podobnej nawierzchni drogi rowerowej z warstwą wierzchnią asfaltową to ok. 70-80 zł za 1m². W przypadku nawierzchni ułożonej ze zwykłej, niebarwionej kostki o grubości 6 cm, koszt wykonania takiej nawierzchni jest porównywalny z kosztem wykonania nawierzchni asfaltowej.

Wykonawstwo



Układanie nawierzchni betonowej przez firmę Astaldi

Największe inwestycje, wynoszące ponad 34 mld zł, przypadały na 2011 rok, a udział infrastruktury drogowej w całej branży budowlanej osiągnął wtedy około 28%. Chociaż następny rok przyniósł zmniejszenie środków finansowych o ponad 6 mld zł i spadek udziału w sektorze budownictwa o 6%, to jednak poziom dotacji z UE pozwala nam na utrzymanie dominującej pozycji na rynku do co najmniej 2020 roku.

Główni wykonawcy

Zarówno źródło finansowania, jak i publiczny charakter inwestycji powodują, że wykonawcy wybierani są praktycznie tylko w procedurach przetargów. Firmy konkurujące o projekty muszą spełniać określone kryteria, obejmujące ich potencjał i doświadczenie oraz możliwości zabezpieczenia finansowego inwestycji w okresie trwania prac. Stosowane wymagania spowodowały, że w przetargach brały udział duże spółki lub konsorcja budowlane, tzw. generalni wykonawcy, którzy przy realizacji inwestycji korzystali z usług podwykonawców, najczęściej mniejszych przedsiębiorstw specjalizujących się w jakimś określonym zakresie prac.

Praktycznie wszystkie największe firmy oferujące usługi budowlane związane są z infrastrukturą drogową. W 2012 roku, wśród dziesięciu największych spółek z branży budownictwa, aż osiem realizowało inwestycje drogowe. Dla największego i mającego dominującą pozycję na naszym rynku przedsiębiorstwa Budimex SA, budowa i modernizacja infrastruktury stanowiła w latach 2011-2012 źródło ponad 50% wpływów. W ciągu ostatnich kilkunastu lat spółka była wykonawcą kilkunastu inwestycji

drogowych na praktycznie wszystkich autostradach i trasach szybkiego ruchu, a wśród jej realizacji znajduje się także słynny „ptasi most” pod Kwidzynem. Chociaż następny rok przyniósł kilkunastoprocentowy spadek udziału infrastruktury w źródłach dochodu firmy, to jednak cały czas stanowi ona podstawowy segment jej działalności.

Podobnie wygląda sytuacja w pozostałych największych spółkach budowlanych działających na naszym rynku. Inwestycje infrastrukturalne stanowiły podstawowy segment działalności dla Grupy Skanska SA, GK Polimex-Mostostal SA, Strabag Sp. z o.o., GK Mostostal Warszawa SA, Mota-Engil Central Europe SA, Bilfinger Berger SA, Eurovia Polska, J&P-AVAX S.A. czy Przedsiębiorstwa Budowy Dróg i Mostów Sp. z o.o. Mińsk Mazowiecki. Wśród wykonawców dróg i mostów znajdują się największe europejskie firmy budowlane. Niektóre z nich, tak jak szwedzka Skanska, austriacki Strabag czy portugalski Mota-Engil, otworzyły w Polsce swoje oddziały, inne zaangażowane są w sposób pośredni. Eurovia Polska wchodzi w skład największego europejskiego koncernu budowlanego, francuskiego Vinci, a hiszpański Ferrovial jest inwestorem strategicznym Budimexu SA. Rozbudowa infrastruktury ściągnęła do naszego kraju również mniejsze firmy, jak grecki J&P-AVAX S.A. czy niezbyt mile wspominane, chińskie konsorcjum Covec. W wypadku umów podpisanych w latach 2008-2012 przez GDDKiA tylko 16% inwestowanych funduszy zaabsorbowały firmy, w których kapitał lidera konsorcjum bądź głównego wykonawcy był polski.

Dynamiczny rozwój infrastruktury w Polsce spowodował, że od kilku lat inwestycje drogowe stały się łakomym kąskiem dla większości krajowych i zagranicznych firm budowlanych, a dzięki dotacjom z Unii Europejskiej jesteśmy najbardziej atrakcyjnym rynkiem budownictwa drogowo-mostowego w Europie. Z raportu PMR „Budownictwo drogowe w Polsce 2013 – Prognozy rozwoju na lata 2013-2015” wynika, że wartość tego segmentu gospodarki w latach 2005-2012 wyniosła prawie 167 mld zł.



Układanie warstwy chudego betonu w okolicy Jordanowa, Autostrada Wielkopolska

Trochę lepiej przedstawia się sytuacja w przetargach organizowanych w pierwszej połowie 2013 roku, gdzie udział polskich wykonawców stanowi ok. 62%, a ok. 33% stanowią konsorcja składające się z przedsiębiorstwa polskiego i zagranicznego.

Poniżej kosztorysu

Rynek inwestycji drogowych zdominowany jest przez największe przedsiębiorstwa z sektora budownictwa, które zaangażowane są w ponad 90% projektów. Jednak średnie firmy również mogą być wykonawcami generalnymi. W wypadku dużych inwestycji są one częścią konsorcjów, tworzonych dla realizacji pojedynczych zleceń. Tylko w ramach Programu

Budowy Dróg Krajowych inwestycje GDDKiA realizowało 133 generalnych wykonawców, a oferowane przez nich ceny kształtowały się na poziomie 80% kosztorysu inwestorskiego. W 2007 roku w przetargach startowało średnio pięć podmiotów, podczas gdy w 2012 roku średnia ta wynosiła 12 wykonawców. Natomiast w pierwszej połowie 2013 roku chęć budowy 19 odcinków dróg krajowych zgłosiły łącznie 74 firmy, 46 z Polski oraz 28 z zagranicy.

W niektórych wypadkach koszt budowy drogi oscylował w granicach połowy sumy wyczonej przez GDDKiA. Konsorcjum, w którego skład wchodziły Przedsiębiorstwo Budowy Dróg i Mostów Sp. z o.o. Mińsk Mazowiecki,



Astaldi SA, PRD Regionalne Drogi Podlaskie Sp. z o.o., Mazowieckie Mosty Sp. z o.o. oraz Warszawskie Przedsiębiorstwo Mostowe „Mosty” SA, wybudowało obwodnicę Mińska Mazowieckiego za 65,1% przewidywanych kosztów. Jeszcze taniej, za sumę będącą 57% kosztorysu inwestorskiego, obwodnicę Zambrowa i Wiśniewa wykonał Bilfinger Berger SA. Jednak najniższą okazała się oferta konsorcjum Mota-Engil Central Europe SA i Skanska SA, które odcinek S8 Wrocław-Syców wybudowało za 50% wyczonej przez inwestora ceny.

Bez dominacji

Pomimo że budownictwo jest uważane za podstawową dziedzinę gospodarki, mającą decydujący wpływ na rozwój ekonomiczny kraju, a infrastruktura była w ostatnich kilku latach jego największym składnikiem, przedsiębiorstwa z tego sektora nie należą do dominujących potentatów naszego rynku. Wśród 50 największych firm w 2013 roku znalazł się tylko największy wykonawca inwestycji drogowych Budimex SA, który zajął dopiero 38. pozycję. W pierwszej 100 zmieściły się jeszcze cztery spółki: Grupa Skanska SA, GK Polimex-Mostostal SA, Strabag Sp. z o.o. i GK Mostostal Warszawa SA. Nie udało się również polskim wykonawcom wykorzystać boomu inwestycyjnego i niestety, nie staliśmy się potęgą na rynku budowlanym. Według raportu Deloitte „Europejskie Potęgi Budowlane”, tylko dwa największe polskie przedsiębiorstwa zaliczają się do czołowej 50 największych firm – 40. miejsce w rankingu zajął Budimex SA, a na ostatnim miejscu znalazł się Polimex-Mostostal SA.

Ranking największych spółek budowlanych w Polsce pod względem przychodów w roku 2014 (w tys. zł)

Lp.	Nazwa firmy	Przychody 2014 (w tys. zł)	Przychody 2013 (w tys. zł)	Zmiana nominalna 2014 vs 2013	Zmiana procentowa 2014 vs 2013
1	Grupa Skanska	5 081 675	4 362 167	719 508	16,5%
2	Grupa Budimex	4 949 939	4 749 459	200 480	4,2%
3	Grupa Strabag	3 133 492	3 298 754	-165 262	-5,0%
4	Grupa Polimex-Mostostal	2 102 197	2 362 752	-260 555	-11,0%
5	Grupa Erbud	1 692 055	1 223 609	468 446	38,3%
6	Grupa Trakcja	1 601 674	1 274 222	327 452	25,7%
7	Grupa PBG	1 530 248	1 227 600	302 648	24,7%
8	Grupa Mostostal Warszawa	1 509 524	1 633 363	-123 839	-7,6%
9	Grupa Elektrobudowa	1 108 316	905 553	202 763	22,4%
10	Grupa Unibep	1 079 703	920 548	159 156	17,3%
11	Warbud SA	1 049 886	1 121 472	-71 586	-6,4%
12	PORR (Polska) SA	1 045 019	1 030 076	14 943	1,5%
13	Grupa Mirbud	971 603	937 301	34 302	3,7%
14	Grupa Mostostal Zabrze	862 650	575 117	287 533	50,0%
15	Grupa Torpol	775 399	415 717	359 682	86,5%
Suma		28 493 380	26 037 710	2 455 671	9,4%
Średnia		1 899 559	1 735 847	163 711	9,4%

Źródło: Sprawozdania finansowe za okres 2014-2013



Budowa autostrady A1, kładzenie masy bitumicznej

Najwięcej w 2012 roku, prawie 13 tys. pracowników, zatrudniał Polimex-Mostostal SA, na drugim miejscu z ok. 7,4 tys. osób znajdowała się Grupa Skanska, a trzecią pozycję z prawie 6 tys. zajął Mostostal Warszawa. Dopiero na czwartym miejscu, z ok. 5 tys., znalazł się mający największe wpływy Budimex SA.

Kryzysowy boom

Chociaż koszty wykonania dróg nie odbiegają u nas od europejskich, a w części wypadków nawet je przekraczają, ośmiu generalnych wykonawców ogłosiło upadłość. Dofinansowanie unijne i poziom inwestycji infrastrukturalnych przyciągnęły do budownictwa drogowo-mostowego nawet przedsiębiorstwa dotychczas niezwiązane z tym segmentem. Nie wszystkim udało się utrzymać na tym rynku, czego doświadczyła spółka GK PBG SA. Brak definicji rażąco niskiej ceny, przy dużej konkurencji i stosowaniu w przetargach głównie kryterium finansowego, spowodowało składanie ofert na poziomie kosztów własnych lub nawet poniżej nich. W efekcie taka sytuacja doprowadziła do upadłości kilku generalnych wykonawców i zerwania kontraktów przez inwestora. Szerokim echem odbiło się wypowiedzenie przez GDDKiA umowy austriackiej firmie Alpine Bau, która budowała most w Mszanie. Nie mniej głośne były sprawy z chińskim przedsiębiorstwem Covec oraz wykonawcą odcinka autostrady A4, Tarnów-Dębica, konsorcjum PBG, SIAC Construction, Hydrobudowa i Aprivia.

Kłopoty generalnych wykonawców odbiły się również na podwykonawcach. Z powodu braku zapłaty lub zbyt niskiej ceny za wykonane

usługi zbankrutowało kilkaset firm i zaczęły podnosić się głosy, że budowa autostrad i dróg ekspresowych przyczyniła się do kryzysu w branży budowlanej.

Na zaistniałą sytuację zareagował największy inwestor, GDDKiA, i w ramach solidarnej odpowiedzialności oraz tzw. specustawy z 28 czerwca 2012 roku o spłacie niektórych niezaspokojonych należności, zaczął wypłacać należności bezpośrednio podwykonawcom. Jednak zbyt późna reakcja, bardzo duża ilość wniosków, jakie napłynęły od poszkodowanych przedsiębiorstw oraz procedury związane z ich rozpatrzeniem i odzyskaniem zapłaty spowodowały utratę płynności finansowej, a w konsekwencji upadek firm.

Problemy w branży budowlanej oraz narastający protest z jej strony przeciwko zasadom stosowanym przy wyborze wykonawcy i zapisom umów stosowanych przez GDDKiA doprowadziły do

zmiany stanowiska inwestora. Wprowadzono zasadę podziału budowanych dróg na odcinki o długości nie większej niż 15 km i wartości kontraktu do 500 mln zł. Przetargi zaczęto ogłaszać z większym wyprzedzeniem i stosować dwustopniową procedurę. W pierwszym etapie następuje weryfikacja wykonawców pod względem doświadczenia i potencjału, jakim dysponują, a dopiero później są składane i wybierane oferty przetargowe. Do kryteriów dodano termin wykonania i okres gwarancji, jednak nadal w 90% czynnikiem decydującym jest cena.

Na polepszenie sytuacji generalnych wykonawców niewątpliwie będzie miało wpływ wprowadzenie procedury wypłacania zaliczki przy nowym kontrakcie oraz możliwość płatności za materiały budowlane. Dodatkowo GDDKiA zapowiedziała w nowej perspektywie finansowej UE przyspieszanie płatności, co powinno wpłynąć pozytywnie na kondycję przedsiębiorstw. ■

Podsumowanie wielkości planowanych, wybranych kategorii inwestycji w budownictwie drogowym

Rodzaj	Lata	Wielkość planowanych inwestycji	Komentarz
Drogi ekspresowe i autostrady	2014-2025	97,5 mld zł	Zestawienie nie obejmuje nakładów na modernizację dróg wojewódzkich i gminnych
Obwodnice	2014-2025	9,6 mld zł	
Utrzymanie standardów technicznych istniejącej sieci	2014-2025	46,8 mld zł	
Naprawy dróg	2015	6,6 mld zł	Potrzeby finansowe, a nie realne wydatki
Drogi gminne i powiatowe	2016-2020	5,2 mld zł	

Źródło: Analiza Deloitte

COLAS Polska Sp. z o.o.



COLAS Polska Sp. z o.o.
62-070 Pałędzie k. Poznania, ul. Nowa 49
tel. 61 894 54 60-64, fax 61 894 54 65
e-mail: colas@colas.pl
www.colas.pl



Francuska grupa COLAS jest jednym z liderów w światowej technice i technologiach budownictwa drogowego.

COLAS, obecny w 50 krajach na 5 kontynentach, przez ponad 90 lat swojej działalności na rynku, wyspecjalizował się w każdym aspekcie branży konstrukcyjno-budowlanej oraz w budowie i utrzymaniu infrastruktury drogowej i rozwoju infrastruktury miejskiej.

Jako światowy lider w branży drogowej, COLAS rozpoczął swoją aktywność na rynku polskim w 1997 roku. Obecnie funkcjonuje i rozwija swoją działalność poprzez dwie spółki – COLAS Polska – sektor drogowy oraz COLAS Kruszywa – sektor wydobywczy.

COLAS Polska to firma o przeszło 30-letniej tradycji na rynku polskim w wykonawstwie robót drogowych. Od lat z powodzeniem stosujemy nowoczesne techniki i produkty najnowszej generacji, podejmując aktywną walkę o poprawę bezpieczeństwa na drogach

i jakość nawierzchni oraz zwiększenie komfortu użytkowania, między innymi poprzez redukcję hałasu. Systematycznie rozbudowywana i odnawiana flota specjalistycznego sprzętu drogowego i budowlanego oraz profesjonalna i dynamiczna kadra gwarantuje wysoką jakość świadczonych usług. Spółka zlokalizowana jest w różnych regionach kraju. Posiada bazy sprzętowe oraz jednostki produkcyjne w okolicach Poznania, Warszawy, Koszalina oraz Krakowa. W jej skład wchodzi nowoczesne wytwórnie mas bitumicznych, wytwórnie emulsji asfaltowych i asfaltów modyfikowanych oraz specjalistyczny sprzęt do budowy dróg kołowych.

Kluczem do naszego sukcesu jest dbałość o bezpieczeństwo, środowisko naturalne oraz jakość oferowanych usług. Ich potwierdzeniem są posiadane przez firmę certyfikaty BS OHSAS 18001:2007 w zakresie Systemu Zarządzania Bezpieczeństwem i Higieną Pracy, ISO 14001:2004 w zakresie Systemu Zarządzania Środowiskowego oraz ISO 9001 w zakresie Zarządzania Jakością oraz certyfikaty Zakładowej Kontroli Produkcji.



PRDM w Jaśle



**Przedsiębiorstwo Robót
Drogowo-Mostowych Sp. z o.o. w Jaśle**
38-200 Jasło, ul. Jana Pawła II 30
tel. 13 44 640 11-13, fax 13 44 632 86
e-mail: prdm_jaslo@onet.pl
www.prdmjaslo.pl



Przedsiębiorstwo Robót Drogowo-Mostowych Sp. z o.o. w Jaśle powstało z przekształcenia Jasielskiego Przedsiębiorstwa Robót Drogowo-Mostowych, będącego samodzielnym przedsiębiorstwem państwowym, w spółkę pracowniczą. Firma rozpoczęła swoją działalność 1 stycznia 1999 r. i od samego początku jej istnienia, aż po dziś reprezentowana jest przez Zarząd w składzie:

- Adam Matuszewski – prezes zarządu/dyrektor;
- Zbigniew Bączyk – członek zarządu/dyrektor ds. technicznych;
- Andrzej Ziaja – członek zarządu/dyrektor ds. wykonawstwa.

PRD-M w Jaśle zajmuje się świadczeniem usług w zakresie budowy, przebudowy, remontów dróg i mostów oraz robót utrzymaniowych na tych obiektach. Na świadczone usługi posiadamy Certyfikat Systemu Zarządzania ISO 9001:2000



Więcej informacji znajduje się na stronie www.prdmjaslo.pl

RBDiM w Krośnie



Rejon Budowy Dróg i Mostów w Krośnie Sp. z o.o.
38-400 Krosno, ul. Tysiąclecia 38
tel. 13 432 34 61, fax 13 432 38 06
e-mail: sekretariat@rbdim.pl
www.rbdim.pl



Rejon Budowy Dróg i Mostów w Krośnie Sp. z o.o. to firma o długoletnim doświadczeniu w zakresie realizacji inwestycji drogowo-mostowych. Spółka powstała w drodze prywatyzacji przedsiębiorstwa państwowego. W obecnym kształcie Rejon Budowy Dróg i Mostów w Krośnie Sp. z o.o. działa od 1 września 1997 roku. Od kwietnia 2015 roku zarząd spółki reprezentowany jest przez:

- mgr. inż. Andrzeja Zygara, prezesa zarządu;
- mgr. inż. Bartosza Zdzieba, członka zarządu/dyrektora ds. przygotowania i realizacji produkcji;
- mgr. Jerzego Cisło, członka zarządu/dyrektora ds. zaplecza technicznego i administracji.

Świadcząc usługi w zakresie budowy, przebudowy oraz remontów dróg i mostów, na przestrzeni lat przyczyniliśmy się do podniesienia standardu połączeń komunikacyjnych naszego regionu. Siedziba spółki znajduje się w Krośnie, a terenem jej działalności jest województwo podkarpackie.



RBDiM Krosno jest firmą prywatną z kapitałem wyłącznie polskim, posiadającą potencjał kadrowo-sprzętowy do wykonania robót o wartości 150-200 milionów złotych rocznie. Posiadamy dwie wytwórnie mas bitumicznych o wydajności 160 t/h oraz nowoczesny węzeł betoniarski w miejscowości Pustyny.

Spółka uczestniczy w przetargach na realizację zadań inwestycyjnych zlecanych przez Ministerstwo Infrastruktury i Budownictwa, samorządy wojewódzkie, powiatowe, gminne oraz zleceniodawców prywatnych. Największe kontrakty realizowane przez naszą spółkę to: „Przebudowa i rozbudowa obwodnicy miasta Krosna” na odcinku ok. 11 km, „Budowa strefy aktywności gospodarczej w sąsiedztwie lotniska w Krośnie”, „Przebudowa drogi krajowej nr 73 odc. Pilzno-Machowa”, „Przebudowa DK nr 19 na wielu odcinkach” oraz szereg innych.



Drogi i Mosty – Jan Kaczmarczyk

**Drogi i Mosty – Jan Kaczmarczyk**

06-100 Pułtusk, Kacice
tel. 23 692 86 52, 23 692 28 05
fax 23 691 90 55
e-mail: drogiimosty@drogiimosty.com.pl
www.drogiimosty.com.pl

Firma Drogi i Mosty – Jan Kaczmarczyk działa od 1985 roku i zajmuje się budową i utrzymaniem dróg i mostów oraz produkcją masy asfaltobetonowej i betonu towarowego. Obszar działania naszej firmy obejmuje województwo mazowieckie.

Zatrudniamy w sezonie ponad 100 pracowników oraz wykwalifikowaną kadrę inżyniersko-techniczną i administracyjną. Nasza kadra to ludzie wykształceni, zaangażowani w swoją pracę, dysponujący dużym doświadczeniem i posiadający wymagane uprawnienia.

Posiadanie stałej i odpowiednio przeszkolonej siły roboczej, daje możliwość ciągłego podnoszenia jakości wykonywanych robót i wydajności pracy oraz pewność prawidłowego wykorzystania potencjału technicznego firmy. Świadcząc usługi w zakresie budowy, przebudowy, remontów kapitalnych dróg i mostów, na przestrzeni lat przyczyniliśmy się do podniesienia standardu połączeń komunikacyjnych naszego regionu. Wykonujemy nawierzchnie bitumiczne, nawierzchnie z kostki betonowej oraz kamiennej.

Wykorzystując posiadaną przez nas wytwórnię mas bitumicznych niemieckiej firmy Ammann o wydajności ponad 160 t/h, jesteśmy



w stanie wykonać każdego dnia wiele kilometrów wysokiej jakości nawierzchni bitumicznej.

W ostatnim okresie uruchomiliśmy dwie duże wytwórnie betonu towarowego oraz wytwórnię prefabrykatów drogowych o bardzo dużej wydajności i szerokim asortymencie.

Firma uczestniczy w przetargach na realizację zadań inwestycyjnych zlecanych przez Ministerstwo Infrastruktury, samorządy wojewódzkie, powiatowe oraz zleceniodawców prywatnych.

Posiadamy pełne zaplecze maszynowe i produkcyjne oraz nowoczesne laboratorium drogowe, które odgrywa ogromną rolę w procesie budowy dróg i mostów, bowiem bez nowoczesnego i sprawnie działającego laboratorium nie może być mowy o prawidłowym wykonawstwie i wysokiej jakości robót drogowych.

Bieżąca kontrola prowadzona systematycznie w trakcie wykonywania danej inwestycji, jest w stanie zapewnić prawidłową pod względem technicznym jakość wykonywanych robót oraz umożliwić ewentualną korektę procesu technologicznego.

Nasza firma od początku swojego istnienia wykazuje stały rozwój, o czym świadczą rosnące z roku na rok obroty.





Izolacje obiektów inżynierskich

Nowoczesne technologie i wykonawstwo

www.mostydrogi.icopal.pl

ICOPAL S.A. wchodzi w skład Grupy ICOPAL. Koncern działa na światowym rynku budowlanym od 1876 roku. Obecnie posiada 38 zakładów produkcyjnych i 97 biur handlowych w 30 krajach świata oraz zatrudnia 3900 pracowników.

ICOPAL S.A. (wcześniej Izolacja S.A. Zduńska Wola) jest od 40 lat wiodącym producentem systemów hydroizolacyjnych i termoizolacyjnych w Polsce. Konsekwentny rozwój oraz dbałość o jakość produktów zapewniły spółce pozycję jednego z największych i najnowocześniejszych zakładów produkujących materiały bitumiczne w Europie Centralnej. Bez żadnej wątpliwości można stwierdzić, że ICOPAL S.A. Zduńska Wola jest na chwilę obecną krajowym liderem w dziedzinie produkcji bitumicznych materiałów rolowych. Potencjał produkcyjny, technologiczny oraz finansowy, jak również silne wsparcie koncernu daje możliwość pełnego wykorzystania najnowszej myśli technologicznej.

ICOPAL S.A. stał się multiproductowym dostawcą różnorodnych systemów dla budownictwa, w tym również dla budownictwa mostowego. Oferta obejmuje: system izolacji powłokowej ICOPAL IZOMOST R+P, system izolacji papowej SUPERMOST, system drenażu liniowego PERCODRAIN i powierzchniowego ICODREN, systemy uszczelnień bitumicznych ASFIX i ESHALAS AB dedykowanych drogownictwu.

ICOPAL S.A. oferuje również własne wykonawstwo w zakresie izolacji obiektów inżynierskich. Oprócz tradycyjnej technologii aplikacji izolacji papowej oferuje montaż maszynowy z zastosowaniem dwóch maszyn samobieżnych o wysokiej wydajności.

ICOPAL S.A. może poszczycić się współpracą w zakresie izolacji obiektów inżynierskich z kilkunastoma wiodącymi firmami na rynku polskim. Od wielu lat jesteśmy partnerem handlowym i wykonawczym takich firm jak: Budimex, Strabag, Skanska, Mota Engil, Dragados, Pol-Aqua, Mostostal Warszawa, JP Avax, Berger Bau, Mosty-Łódź, Energopol Szczecin, Himmel&Papesch, Budrex-Kobi, Intop Warszawa, Intercor Zawiercie, Mostar Stargard Szczeciński, Dromos Łódź, Mosty Chrzanów, Poldim Mosty, IMB Podbeskidzie i inni. Efektem tej współpracy jest wbudowane na przestrzeni ostatnich 9 lat prawie 3,0 mln metrów kwadratowych specjalistycznych pap mostowych produkcji **ICOPAL S.A.**

IZOLACJE OBIEKTÓW INŻYNIERSKICH

SYSTEM IZOLACJI PAPOWEJ



Papa mostowa
SUPERMOST



Bitumiczny środek
gruntujący
Siplast Primer®
Szybki Grunt SBS

SYSTEM IZOLACJI POWŁOKOWEJ



Icopal Izomost R



Icopal Izomost P

SYSTEM ODWODNIENIA IZOLACJI



Śączek
poliamidowy typu
Omega



Prefabrykowany
dren liniowy
Percodrain

USZCZELNIACZE BITUMICZNE

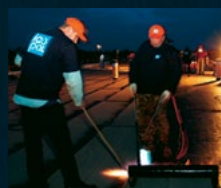


Icopal Asfix



Icopal Eshalas AB

WYKONAWSTWO



Icopal S.A. Zduńska Wola
Sekcja izolacji obiektów inżynierskich

Menedżer Produktu – tel. 601 289 756
e-mail: plmwl@icopal.com



Na zdjęciu – Most Milenijny we Wrocławiu –
28 tys. m² izolacji wykonanej w technologii ICOPAL



www.infrastructure.porr.pl

**POLSKA
INFRASTRUCTURE**





Jesteśmy stąd, tu budujemy

Jesteśmy liderem polskiej branży budowlanej, działającym we wszystkich obszarach wykonawstwa. Realizujemy obiekty kubaturowe i inżynierskie. Jesteśmy zainteresowani realizacją zarówno małych i średnich projektów dla lokalnych inwestorów, jak i dużych, kompleksowych kontraktów. Stawiamy na lokalną obecność i bycie blisko naszych klientów – posiadamy jednostki zlokalizowane na terenie całego kraju. Stosujemy standardy jakości, które obejmują każdą fazę procesu inwestycyjnego i spełniają wymagania norm ISO i AQAP. Jesteśmy jednym z sygnatariuszy „Porozumienia dla Bezpieczeństwa w Budownictwie” – inicjatywy dziesięciu największych generalnych wykonawców w Polsce, której celem jest wyeliminowanie wypadków z placów budów.

Nasza oferta

Wykonujemy obiekty infrastruktury komunikacyjnej na terenie całego kraju. Realizujemy zarówno duże projekty na drogach krajowych i wojewódzkich, jak i mniejsze kontrakty, m.in. drogi gminne i powiatowe, ulice, place, parkingi, ścieżki rowerowe, miasteczka ruchu drogowego. Budujemy i modernizujemy mosty, wiadukty drogowe i kolejowe, estakady, tunele, przejścia podziemne i kładki dla pieszych. Współpracujemy z lokalnymi samorządami, Wojewódzkimi Zarządami Dróg i Generalną Dyrekcją Dróg Krajowych i Autostrad. Dzięki lokalnym strukturom możemy realizować projekty w praktycznie każdym województwie i regionie. Posiadamy własne wytwórnie mas bitumicznych, wytwórnie betonu, laboratoria drogowe, kopalnie

kruszyw, bazy sprzętowe i wytwórnię konstrukcji stalowych. Wyprodukowaną w naszych wytwórniach w 2015 roku mieszanką mineralno-asfaltową moglibyśmy połączyć Gdańsk z Zakopanem. Stosujemy technologię BIM zarówno na małych, jak i dużych projektach, na wszystkich etapach inwestycji.

Nasze realizacje

Każdego roku realizujemy kilkaset projektów drogowo-mostowych. Do naszych najważniejszych, zakończonych kontraktów należą: Trasa Średnicowa w Toruniu (etap I i II), dojazdy do Pomorskiej Kolei Metropolitalnej wraz z węzłami integracyjnymi, Trasa W-Z i Trasa Sucharskiego w Gdańsku, Drogowa Trasa Średnicowa na Śląsku (odcinki G1 i „Zachód” odcinki R1 i R2), pierwszy etap budowy drogi wojewódzkiej nr 768 z Brzeska do Koszyc (od węzła autostradowego A4 w Brzesku do Mokrzysk), drugi odcinek ul. Nowolazurowej w Warszawie i droga ekspresowa S8 (odcinek 9, Węzeł Walichnowy-Węzeł Wrocław w pobliżu Łodzi). Zbudowaliśmy również szereg obwodnic zwiększających przepustowość dróg i bezpieczeństwo ruchu, m.in. Zachodnią Obwodnicę Poznania (odcinki od Swadzimia do Rokietnicy i od Swadzimia do Głuchowa) czy Wschodnią Obwodnicę Wrocławia. Mamy także w swoim portfolio wiele obiektów inżynierskich, m.in. most przez Odrę

w Brzegu Dolnym, most Milenijny we Wrocławiu, okrągłą kładkę dla pieszych w Rzeszowie czy mosty kolejowe z Zembrzycach i Dąbrowce. Największym kontraktem drogowym pokazującym ogromny potencjał inżynierski naszej firmy była budowa ponad 152-kilometrowego odcinka autostrady A1 (Gdańsk-Toruń). Projekt został zrealizowany przez konsorcjum Skanska-NDI dla koncesjonariusza – spółki Gdańsk Transport Company. Inwestycja powstała w dwóch fazach, od 2006 r. do października 2011 r. Pomimo ogromnego zakresu prac – był to jeden z największych projektów drogowych w Europie, o wartości 1,25 mld EUR – autostrada została zrealizowana w rekordowo krótkim czasie i według najwyższych parametrów jakościowych. Oba etapy zostały oddane do użytku ze znaczącym wyprzedzeniem terminów przewidzianych w kontraktach.

Dołącz do nas!

Od lat zajmujemy regularnie czołowe miejsca w najważniejszych rankingach pracodawców: „Firma dla Inżyniera” oraz „Most Attractive Employer” w kategorii „Inżynieria” w badaniu Universum Student Survey. W związku z rozwojem firmy poszukujemy kierowników budów i kierowników robót w branży drogowej, mostowej i kolejowej. Dołącz do nas!



Budowa obwodnicy Siewierza, 2009 r., GDDKiA



Układanie nawierzchni betonowej, Astaldi SA



Do ochrony skarp przed erozją służą geomaty



Ważnymi materiałami wykorzystywanymi do budowy dróg są geosyntetyki oraz kruszywa



**Z NAMI IDEA
STAJE SIĘ RZECZYWISTOŚCIĄ**

**Przedsiębiorstwo Budownictwa
Drogowo-Inżynieryjnego S.A.**

ul. Wapienna 10, 87-100 Toruń
tel.: +48 56 612 25 10-11, fax: +48 56 612 25 12
e-mail: sekretariat@pbdi.pl
www.pbdi.pl



Przebudowa ul. Łódzkiej w Toruniu, Inwestor: MZD Toruń

PBDI specjalizuje się w realizacji projektów w sektorze budownictwa inżynieryjnego, elektroenergetycznego oraz drogowego.

Marka PBDI powstała w 2010 roku z połączenia PRD S.A. i Rembet Plus Sp. z o.o. PBDI S.A. wchodzi w skład Grupy Erbud, będącej jedną z pięciu czołowych grup budowlanych na polskim rynku.

Głównym filarem działalności PBDI jest budowa farm wiatrowych. W tym zakresie spółka umożliwia swoim klientom korzystanie z usług kompleksowej realizacji inwestycji. Jak dotąd firma zrealizowała z sukcesem ponad trzydzieści zleceń na budowę takich instalacji na terenie całej Polski. Część tych projektów wykonywana była w formule „pod klucz”. W tego typu przypadkach zakres robót obejmował również dostawę, montaż oraz uruchomienie elektrowni wiatrowych.

Systematyczna modernizacja firmy oraz zakupy nowych maszyn i urządzeń pozwoliły na kilkukrotne zwiększenie sprzedaży oraz osiągnięcie satysfakcjonującego poziomu rentowności. Od maja 2008 r. Spółka działa w strukturze, notowanej na Giełdzie Papierów Wartościowych, grupy kapitałowej ERBUD.

PBDI świadczy usługi w zakresie:

- robót ziemnych specjalistycznym sprzętem,
- bieżącego utrzymania i remontów nawierzchni jezdni i chłodników,
- budowy, przebudowy, modernizacji dróg,
- wykonania nawierzchni asfaltowych na placach, boiskach, parkingach,
- wykonania nawierzchni z kostki brukowej,
- wykonania pionowego i poziomego oznakowania dróg,
- zimowego utrzymania dróg.

Realizując zleczone nam zadania wykorzystujemy posiadany specjalistyczny sprzęt do robót ziemnych i drogowych oraz produkowane we własnym zakresie masy bitumiczne.

Oznakowanie pionowe i poziome dróg

W strukturze organizacyjnej spółki wydzielony jest dział świadczący usługi w zakresie wykonania oznakowania pionowego i poziomego dróg. Specjalnością firmy są usługi polegające na wykonaniu oznakowania po-

ziomego cienkowarstwowego. Oznakowanie to wykonywane jest na drogach, skrzyżowaniach, przejściach dla pieszych, ścieżkach rowerowych w wielu miejscowościach Polski. Brygady znakujące dysponują nowoczesnym sprzętem wyposażonym w system aplikacji mikrokulek szklanych o retrorefleksyjnym działaniu. Mikrokulki powodują, że wykonane oznakowanie jest doskonale widoczne po zmroku w świetle samochodowych reflektorów.

Masy bitumiczne

Spółka posiada nowoczesną wytwórnię mas bitumicznych INTRAME RM260 o wydajności 260Mg/h. Umożliwia ona, w pełni zautomatyzowaną, produkcję mieszanek mineralno-bitumicznych i SMA stosowanych do warstw podbudowy, wiążących i ścieralnych.

Sprzęt

Firma posiada nieustannie powiększający się park nowoczesnych maszyn, pozwalających realizować we własnym zakresie różnego rodzaju prace związane z budową dróg: koparki, koparko-ładowarki, ładowarki, mini ładowarki, równiarki, układarki poboczy, zagęszczarki, układarki mas bitumicznych, walce stalowe o ciężarze od 3,5 Mg do 12,5 Mg, walce ogumione, skraparki, a także bogaty tabor transportowy.

Laboratorium

Dzięki własnej pracowni bitumicznej oraz wykwalifikowanemu zespołowi terenowemu możliwe są badania mieszanek mineralno-asfaltowych (ekstrakcje, uziarnienie, gęstości, zawartość wolnej przestrzeni, stabilność i odkształcenie wg Marshalla) oraz obsługa technologiczno-laboratoryjna przy robotach drogowych (zagęszczalność gruntu metodą Proctora, zagęszczenie gruntu za pomocą lekkiej sondy, nośność warstw nawierzchni – badanie płytą VSS, badanie lekką płytą dynamiczną, odwierty próbek z nawierzchni bitumicznych, zagęszczenie warstw bitumicznych, badanie równości nawierzchni planografem).

Zastosowanie innowacyjnych technologii, nowoczesnego sprzętu przy udziale doświadczonej kadry technicznej i wykonawczej zapewnia wykonanie usług na najwyższym poziomie.

Przebudowa ul. Polnej w Toruniu – osiedle JA
Inwestor: MZD Toruń

PRDM Koło



Przedsiębiorstwo Robót Drogowo-Mostowych S.A.
62-600 Koło, ul. Toruńska 200
tel. 63 272 02 06, fax 63 272 14 00
www.prdmkolo.pl



Spółka akcyjna pod nazwą Przedsiębiorstwo Robót Drogowo-Mostowych z siedzibą w Kole została zawiązana w czerwcu 1994 r. Korzenie jej sięgają jednak lat powojennych. Najpierw był to Rejon Eksploatacji Dróg Publicznych i Powiatowy Zarząd Dróg Lokalnych. Na bazie ich utworzono w 1975 roku Rejon Dróg Publicznych – jednostkę gospodarki uspołecznionej, zajmującą się zarządzaniem, administrowaniem, jak również wykonywaniem robót utrzymaniowych i inwestycyjnych na sieci drogowej oraz obiektów mostowych. Po przemianach ustrojowych w kraju, 1 lipca 1991 r. zostało utworzone Przedsiębiorstwo Robót Drogowo-Mostowych zajmujące się tylko wykonawstwem robót. Powstała w 1994 r. spółka akcyjno-pracownicza przejęła od Skarbu Państwa majątek po zlikwidowanym w 1995 r. przedsiębiorstwie państwowym do odpłatnego korzystania. W grudniu 1999 r. Spółka Akcyjna Przedsiębiorstwo Robót Drogowo-Mostowych w Kole stała się prawnym właścicielem przedsiębiorstwa. Spółka PRD-M na stałe zatrudnia około 70 pracowników, a okresowo kolejnych 10-20 osób. Od 1977 r. kieruje firmą mgr inż. Marek Andrzejczak.

Przedmiot działalności PRDM jest bardzo szeroki: od budowy dróg, rond, obiektów mostowych, remontów dróg, po przebudowę infrastruktury towarzyszącej i świadczenie usług specjalistycznym sprzętem. Działamy na rynku lokalnym, w promieniu 50 km, gdzie ze względów logistycznych i organizacyjnych możemy być najbardziej konkurencyjni. Są to głównie zadania wygrane na organizowanych przetargach.



Jesteśmy producentem mas bitumicznych „na gorąco” oraz znanej mieszanki bitumicznej na zimno „kolmix”, która służy do naprawy dróg w każdych warunkach pogodowych. Produkujemy również betony towarowe.

W 2002 r. wprowadziliśmy System Zarządzania Jakością wg normy ISO 9001: 2001, a następnie 9001: 2008.

W 2008 r. spółka otrzymała certyfikat Zakładowej Kontroli Produkcji Nr 1023-CPD-0102F na produkowane mieszanki mineralno-asfaltowe:

- beton asfaltowy AC wg normy PN EN 13108-1;
- mieszanka SMA wg normy PN EN 13108-5.

Certyfikat został wydany przez Instytut Testowania i Certyfikacji S.A. z miejscowości Zlin w Republice Czeskiej.

Jakość świadczonych usług została doceniona przez Konsumencki Konkurs Jakości Usług „Najlepsze w Polsce – The Best In Poland” organizowany przez Towarzystwo im. Hipolita Cegielskiego. Firma została laureatem II edycji, uzyskując certyfikat za wysoką jakość usług związanych z budową i utrzymaniem dróg, mostów, wiaduktów i przepustów. Spółka od lat należy do elitarnego Klubu Gazel Biznesu – grona najbardziej dynamicznie rozwijających się firm, prowadzonego przez dziennik „Puls Biznesu”.



PUDM S.A.



KOŚCIERZYNA
Przedsiębiorstwo Usług Drogowo-Mostowych S.A.
83-400 Kościerzyna, ul. Drogowców 6
tel. 58 686 31 51, fax 58 656 40 73
e-mail: biuro@pudm.pl



Przedsiębiorstwo Usług Drogowo-Mostowych S.A. to firma z wieloletnim doświadczeniem, która rozpoczęła swoją działalność w 1992 roku. W wyniku prywatyzacji przekształcone zostało w 1997 roku w spółkę akcyjną. Organizacją i zarządzaniem firmy, od początku jej istnienia, zajmuje się prezes zarządu dr inż. Stanisław Kamiński.

Przedsiębiorstwo oferuje usługi w zakresie robót drogowych na terenie województwa pomorskiego, szczególnie w powiecie kościerskim i kartuskim. Realizujemy zarówno małe zlecenia (np.: budowa wjazdów na posesje), jak i duże, dotyczące kompleksowej budowy ulic. Podczas pracy kładziemy szczególny nacisk na terminowość oraz wysoką jakość wykonywanych robót przy wykorzystaniu najnowszych technologii i materiałów budowlanych dostępnych na rynku.

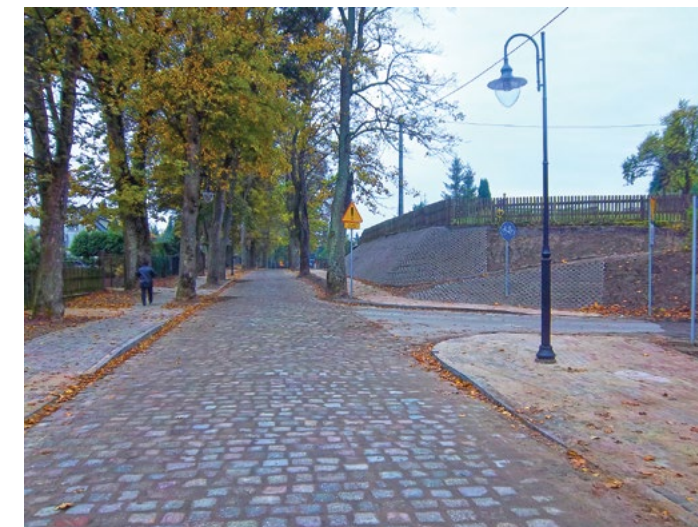
Spółka realizuje zlecenia w systemie generalnego wykonawstwa, jak również podwykonawstwa. Oferta firmy obejmuje specjalistyczne i złożone zadania w zakresie branży budowlanej (np. sieci wod.-kan., elektryczne, drogi i place, roboty ziemne), poczynając od projektu technicznego, poprzez realizację, aż do uzyskania pozwolenia na użytkowanie - zgodnie z życzeniem inwestora. Jest to możliwe dzięki doświadczonej inżynierjno-technicznej i wykonawczej kadrze, która nieustannie podnosi swoje kwalifikacje.

Firma oferuje również usługi sprzętowo-transportowe. Przedsiębiorstwo dysponuje zapleczem maszynowym oraz wytwórnią mas bitumicznych. Dzięki własnemu laboratorium, może prowadzić bieżącą kontrolę jakości wykonywanych robót oraz produkowanych mas bitumicznych i betonowych. Pozwala to utrzymać wysoki standard inwestycji.

Zarząd i pracownicy przedsiębiorstwa od lat kierują się mottem: Budujemy dla użytkownika – nie dla sztuki. Pamiętają, że realizują drogi zarówno dla kierowców jak i pieszych. Nie tylko dla tych obecnych, ale i dla przyszłych pokoleń. To właśnie użytkownicy stale poddają ocenie efekty naszej pracy, bowiem dobrze wykonane zadanie służy ludziom i daje dużo satysfakcji.

Do największych inwestycji realizowanych przez PUDM S.A. w ostatnich latach należą m.in.:

- współrealizowanie dla GDDKiA przebudowy głównej trasy przejazdowej przez Kościerzynę, tj. drogi krajowej nr 20;
- budowa dróg i parkingów w Gminie Miejskiej Kościerzyna, tj.: uspokojenie ruchu poprzez modernizację ulic: Józefa Wybickiego, Zgromadzenia Księży Zmartwychwstańców, Marii Skłodowskiej-Curie; poprawa bezpieczeństwa komunikacyjnego poprzez modernizację ulicy Dworcowej; poprawa ruchu drogowego poprzez modernizację drogi nr 1931G na odcinku ul. Strzelecka – Strzelnica; budowa ulicy Kupieckiej wraz



z modernizacją ciągu ulic: 8 Marca, Klasztornej, Długiej i Miodowej; budowa targowiska w ramach programu „Mój Rynek”, poprawa bezpieczeństwa i dostępności komunikacyjnej poprzez modernizację układu drogowego w Kościerzynie łączącego szpital specjalistyczny z węzłem integracyjnym na dworcu kolejowym i Pomorską Kolej Metropolitalną; konserwacja nawierzchni dróg gruntowych i asfaltowych w granicach miasta;

- budowa i remonty dróg dla Zarządu Dróg Wojewódzkich w Gdańsku, tj.: przebudowa drogi wojewódzkiej nr 221 w miejscowościach: Lublewo (gmina Kolbudy), Nowa Karczma i Przywidz; remont drogi wojewódzkiej 214 Łeba – Warlubie; przebudowa drogi wojewódzkiej nr 235 w miejscowościach Raduń, Dziemiany i Kalisz.

Maszyny drogowe



Rozwój budownictwa drogowego zrodził potrzebę produkcji specjalistycznych maszyn do robót ziemnych i nawierzchniowych. Mają one różne zastosowanie i umożliwiają mechanizację, a także przyspieszenie prac. W celu np. pokonania większych odległości na placu budowy wykorzystywane są ładowarki i spycharko-ładowarki, których z powodzeniem można użyć do wykonywania robót ziemnych, podbudów z tłuczni i kruszyw wiązanych hydraulicznie oraz do wielu innych prac. Doskonalenie konstrukcji maszyn zaowocowało powstaniem tzw. maszyn kompaktowych z wymiennym osprzętem roboczym, którym mogą być mechanizmy m.in. spycharek i zrywarek.

Specjalizacja i automaty

Dalsze kierunki rozwoju wiodą ku automatyzacji, która stanowi wyższy poziom mechanizacji i może mieć charakter częściowy lub kompleksowy. Ta pierwsza polega na częściowym wprowadzeniu do procesu budowy drogi maszyn pozbawionych ręcznego sterowania. Są to automaty, które wymagają jedynie kontroli ich działania. Ten rodzaj mechanizacji stosowany jest np. do wytwarzania mieszanek betonowych lub mineralno-asfaltowych. Na coraz większą skalę automatyzacja pojawia się w dozowaniu, zasilaniu i dystrybucji tych mieszanek. Natomiast automatyzacja kompleksowa związana jest z wykorzystaniem we wszystkich czynnościach technologicznych maszyn-automatów, zharmonizowanych pod względem wydajności i czasu w taki sposób, aby zespolone linie automatyczne tworzyły nieprzerwane ciągi o równomiernej wydajności.

Można wyróżnić osiem grup maszyn i urządzeń do robót drogowych: do stabilizacji gruntu (walce drogowe, mieszarki do podbudów, walce statyczne i wibracyjne); do produkcji i transportu lepiszczy bitumicznych (kotły, zbiorniki, cysterny, pompy wytwarzające emulsje i upłynnione asfalty); do produkowania mieszanek mineralno-asfaltowych (m.in. dozatory kruszywa, suszarki, otaczarki, kotły do asfaltu); do układania nawierzchni bitumicznych (skraparki bitumów, rozsypywarki kruszywa drogowego, rozkładarki mieszanek mineralno-asfaltowych); do budowy nawierzchni z betonu cementowego (m.in. betoniarki drogowe, rozścielacze i układarki mieszanki betonu, wykańczarki

nawierzchni, wycinarki i zalewarki szczelin); do robót wykończeniowych (np. wiertnice otworów do słupków i znaków drogowych, malowarki znaków poziomych); do utrzymania dróg (m.in. zmiatarki, remonterzy drogowe, ścinarki pobocza, rozsypywarki środków chemicznych i uszorstniających, odśnieźarki i pługi odśnieżne); do kontroli stanu dróg oraz jakości materiałów i robót drogowych.

Kompleksowość to podstawa

Podstawową zasadą obowiązującą współcześnie w mechanizacji prac drogowych jest jej kompleksowość, to znaczy mechanizowanie wszelkich czynności roboczych niezbędnych do wykonania jakiegoś zadania. Polega ona na zharmonizowanym doborze wszystkich – możliwych do użycia przy konkretnej czynności – typów i liczby maszyn w ten sposób, aby zapewnione było maksymalne wykorzystanie wydajności maszyny głównej (lub maszyn głównych) oraz optymalne zastosowanie pozostałych urządzeń. Można więc mechanizację kompleksową objąć roboty ziemne na budowie, całość prac związanych z układaniem nawierzchni drogowych lub też całość operacji transportowych. Wprowadzenie tego systemu jest możliwe przy organizacji robót metodą pracy równomiernej w terenie płaskim. W tej metodzie rytm pracy wyznaczają maszyny, które przemieszczają się z jednej działki na drugą, wykonując swoje czynności w takim samym zakresie i w jednakowym czasie. W ten sposób po przejściu wszystkich maszyn przez działkę roboczą zostanie na niej wykonana całość zaplanowanych prac.

Zestawy są dobre na wszystko

Ogólna klasyfikacja prac w budownictwie drogowym liczy czternaście pozycji, w tym m.in. roboty przygotowawcze, ziemne, zagęszczanie gruntów i nawierzchni, wzmacnianie nawierzchni dróg gruntowych i podłoża, budowę nawierzchni z betonu asfaltowego i cementowego, roboty załadunkowe, wyładunkowe i transportowe. Wszystkie są wykonywane specjalistycznym sprzętem. Kolejność realizacji poszczególnych robót wyznaczana jest na podstawie analizy zasadniczych procesów budowy. Maszyny używane do budowy dróg mają konstrukcję modułową. W większości z nich można wyodrębnić m.in. mechanizmy zmiany prędkości oraz kierunku jazdy i obrotu, układy skrzyni i wspomaganie. Powszechnie używane są hydrauliczne układy napędowe (hydrostatyczne bez mechanicznej skrzyni biegów). Nowe rozwiązania podwozi kołowych dają wybór: dwa lub cztery koła skrętne. Natomiast gąsienice dobierane są pod kątem rodzaju robót i podłoża. W celu optymalizacji pracy układów maszyn (np. rozścielacza) wprowadzono sterowanie elektroniczne mikroprocesorami (*system computerpave*).

Wszystkie maszyny uczestniczące w robotach drogowych mogą pracować w różnych zestawach. Jednym z nich jest zestaw maszyn do robót ziemnych, który tworzą: zespół zgarniakowy złożony ze zgarniarki elewatorowej i z nożem tnącym oraz minimum jednej spycharki;

Dobierając skład zespołu maszyn do mechanizacji kompleksowej, nie zawsze udaje się osiągnąć takie zestawienie, aby zagwarantowana była ich maksymalna, sięgająca 100% wydajność. Często o wydajności całego zespołu decyduje maszyna o najmniejszej sprawności. W związku z tym powstaje niebezpieczeństwo, że wydajność wszystkich urządzeń zostanie zredukowana do tempa pracy maszyny pomocniczej. Aby temu zapobiec, stosowane są systemy sterowania poprawiające przede wszystkim dokładność wykonywanych robót, ułatwiające pracę operatorom oraz wspomagające obróbkę danych.

Cechą charakterystyczną maszyn używanych w budownictwie drogowym jest duża wydajność przy niewielkim zakresie czynności przewidzianych do wykonania. Zaawansowanie techniki uzasadnia tezę, że w myśl mechanizacji kompleksowej łączenie różnych maszyn przy realizacji poszczególnych prac lub wykorzystanie urządzeń uniwersalnych da wyższą efektywność ekonomiczną robót, skróci czas ich wykonania i umożliwi lepszą organizację. Może także wpłynąć na zmniejszenie zatrudnienia. Aby zaprojektować kompleksową mechanizację, należy ze względów praktycznych podzielić maszyny i urządzenia według rodzajów robót przewidzianych do mechanicznego wykonania. Taki podział ułatwi kompletowanie zestawów oraz uwzględnienie różnych typów prac i powtarzalnych operacji podczas tworzenia zestawów wielokrotnego użycia.



Równiarka drogowa RD200C firmy MISTA

zespół spycharkowy do odpajania i przemieszczania urobku oraz wykonywania nasypów; zespół samochodowy (koparka gąsienicowa, ładowarki kołowe, wywrotka samochodowa) przeznaczony do wywożenia urobku na większe odległości; zespół do układania i zagęszczania gruntu (równiarki, frezarki kołowe, walce wibracyjne gładkie lub okółkowane). Kolejny zestaw tworzą maszyny do układania podbudowy, a w jego skład wchodzi zespół do układania i zagęszczania podbudowy z kruszywa; zespół do układania podbudowy z betonu chudego (wywrotki, rozścielacze oraz walce wibracyjne i ogumione). Mechanizacja kompleksowa obejmuje także maszyny do prac nawierzchniowych (wytwórnice mieszanki bitumicznej; ciężarówka do transportu kruszywa, mączki kamiennej, cementu i dodatków adhezyjnych; rozścielacze mieszanki bitumicznej; walce wibracyjne czy ogumione); maszyny do prac wykończeniowych (samojezdna układarka do krawężników bitumicznych lub betonowych, wiertnica do słupków, koparka łańcuchowa do rowów kablowych) oraz maszyny do remontów nawierzchni bitumicznych (frezarka, remonter-recykler, remonter-repaver).

Praca zgarniarki odbywa się zawsze do przodu (dlatego niezbędna jest przestrzeń do zawracania). Zasadniczym elementem roboczym jest skrzynia na urobek z zamontowanym u dołu stalowym nożem służącym do skrawania gruntu płasko lub grzebieniowo. W użyciu mogą być zgarniarki przyczepne współpracujące z ciągnikiem gąsienicowym lub samojezdne (kołowe albo na gąsienicach).

Podstawowymi modułami spycharek są ciągnik gąsienicowy lub kołowy i zamontowany z przodu lemiesz. W zależności od miejsca montażu lemiesz spycharki dzieli się na czołowe, skośne i uniwersalne; mogą być wyposażone w dodatkowy osprzęt, np. zrywarkę lub grabie.

W drogownictwie używane są zazwyczaj koparki jednoczerpakowe (łyżka, chwytak lub zgarniak) przeznaczone do odpajania gruntu (wykopy, rowy, formowanie skarp). Najbardziej rozpowszechnione są bardzo efektywne koparki przedsiębieczne na gąsienicach. Inne zalety mają koparki kołowe: są zwrotne, ruchliwe, łatwo zmieniają miejsce pracy. Koparki przedsiębieczne pracują powyżej poziomu, na którym stoją. Jeśli natomiast maszyna ma pracować poniżej poziomu, na którym jest usytuowana, wówczas konieczny jest osprzęt podsiębieczny. Do wykonania głębokich wykopów (np. poniżej poziomu wody) lub profilowania skarp używane są koparki z osprzętem zgarniającym. Grunt spod wody wybierają również koparki chwytakowe.

Maszyną podobną w działaniu do spycharki uniwersalnej jest równiarka. Służy m.in. do zdejmowania humusu, stabilizacji gruntów, robót ziemnych w przekrojach odcinkowych. Ze względu na cechy konstrukcyjne

podwozia i układu skrętu w użyciu są równiarki nieprzegubowe i przegubowe, najczęściej trójosiowe. Największą w historii równiarkę o masie 200 ton z 11-metrowym lemieszem wyprodukowano w 1980 roku we Włoszech. Obecnie wytwarzana seryjnie największa równiarka waży 62,5 tony z lemieszem 7,2 metra. Do kompaktowych równiarek o masie 7 ton można przyłączyć m.in. spulchniacz, szczotkę do zamywania, lemiesz boczny, osprzęt ładowarkowy, zrywak. Dla modeli klasy standard (masa 14-20 ton) przeznaczone są m.in.: lemiesz przedni, jednostronny lemiesz odsłaniający, eliminator zwałów, płyta napierająca). Produkowane w Polsce równiarki MISTA są przystosowane do współpracy z zestawami elektro-hydraulicznymi, pozwalającymi na orientację przestrzenną maszyny i oznaczenie pozycji lemieszu głównego.

Zagęszczanie gruntów jest jednym z najważniejszych zabiegów technologicznych w robotach drogowych. Dzięki temu uzyskuje się m.in. większą nośność i wytrzymałość podłoża na ścinanie. Wadliwe wykonanie tej czynności przyczynia się do osiadania nasypów, osunięć skarp i uszkodzeń nawierzchni. Pośród maszyn służących do zagęszczania najbardziej rozpowszechnione są walce: statyczne, oscylacyjne, wibracyjne i kołowe ogumione. Zasadniczą cechą charakteryzującą te maszyny jest ciężar i nacisk na zagęszczany materiał. Walce statyczne mogą być gładkie lub okółkowane. Te ostatnie przeznaczone są do głębokiego zagęszczania podłoża. Walce oscylacyjne pojawiły się w 1989 roku. Z uwagi na to, że nie drgają w osi pionowej, mogą skutecznie zagęszczać lekkie i miękkie podłoża. Znaczne zwiększenie efektywności zagęszczania uzyskano dzięki walcem wibracyjnym. Montowane systemy variomatic kontrolują i optymalizują skuteczną amplitudę drgań.

Rozkładarka mieszanek mineralno-asfaltowych zwana potocznie rozścielaczem służy do wbudowywania masy bitumicznej pasmami o szerokości od 2 do 16 metrów i grubości od 10 mm (do np. 500 mm). Maszyny o szerokościach roboczych powyżej 9 m zazwyczaj poruszają się na gąsienicach. Aby zapobiec szybkiemu schładzaniu

wierzchniej warstwy w rozkładarce, montowane są palniki gazowe lub elektryczne grzałki.

Górną warstwę nawierzchni drogowej w celu jej wyprofilowania poddaje się skrawaniu na zimno za pomocą frezarki drogowej. Pierwsze maszyny tego typu wyprodukowane zostały w połowie lat 70. ubiegłego wieku. Są to skomplikowane konstrukcje z napędami hydraulicznymi i elektronicznym układem sterowania, który umożliwia skrawanie nawierzchni z dokładnością do 2 mm. Elementem roboczym jest bęben skrawający, a sfrezowany materiał jest przenośnikami podawany na samochody lub odkładany obok drogi.



MISTA Sp. z o.o.



ROK ZAŁOŻENIA 1991

MISTA Sp. z o.o.

37-450 Stalowa Wola, ul. Grabskiego 36

tel. 15 844 03 52, 15 813 49 30

e-mail: mista@pro.onet.pl, mista@mista.eu

www.mista.eu

Spółka MISTA, założona w 1991 roku w Stalowej Woli, od początku skoncentrowała działalność na maszynach budowlanych i drogowych, stopniowo rozszerzając ofertę, by w 2013 roku dołączyć do grona dostawców sprzętu na potrzeby wojska i policji, debiutując na MSPO transporterem opancerzonym ONCILLA.

W pierwszych latach działalności podstawę specjalizacji firmy stanowiła autoryzowana dystrybucja na Polskę równiarek produkcji rosyjskiej oraz pochodzących z Białorusi ładowarek i koparko-ładowarek. Z czasem, w odpowiedzi na potrzeby rynku, firma zaangażowała się w proces produkcyjny równiarek drogowych, proponując klientom kompleksową obsługę gwarancyjną i pogwarancyjną, łącznie z częściami zamiennymi, serwisem i kapitalnymi remontami. Obecnie MISTA jest producentem sześciu modeli równiarek, opartych na wysokiej jakości, nowoczesnych rozwiązaniach technicznych poszczególnych zespołów i układów, które zapewniają ich użytkownikom optymalne parametry i niezawodność.

Dzięki własnej produkcji części, podzespołów i zespołów, prowadzonej w firmowym zakładzie od podstaw, firma jest otwarta na wszelkie zmiany konstrukcyjne, wynikające np. z postępu technicznego czy specjalnych wymagań klienta, a dzięki współpracy z firmami: CUMMINS, DEUTZ, IVECO, Bosch-Rexroth i Sauer-Danfoss, ZF PASSAU, NAF GmbH, POCLAIN HYDRAULICS równiarki MISTY mogą z powodzeniem konkurować z wyrobami światowych liderów branży.



Nasz klient może skorzystać z porad pracowników biura Konstrukcji i Rozwoju, którzy pomogą wybrać odpowiednią maszynę, dobrą ją do specyficznych potrzeb. Wszystkie produkty są certyfikowane i oznaczone znakiem CE, co pozwala na obrót na terenie Unii Europejskiej.

Mimo imponującego dorobku i dotychczasowych osiągnięć międzynarodowych, firma nie spoczywa na laurach. W 2004 roku spółka rozszerzyła zakres działalności o wykonawstwo konstrukcji stalowych i szeroko rozumianą obróbkę mechaniczną, czego efektem jest produkcja wysięgników, kolumn i żurawi dla przemysłu stoczniowego, a także elementów i zespołów, realizowanych na potrzeby przemysłu wydobywczego oraz energetycznego. W 2008 roku do portfolio producenta dołączyły kruszarki, wytwarzane w ramach umowy zawartej z austriacką firmą Rockster Recykler. MISTA regularnie prezentuje się na targach branżowych, takich jak: Autostrada POLSKA, Infrastruktura, Rest w Wilnie czy Kievavtodor na Ukrainie. W 2013 roku do listy wystaw z udziałem firmy MISTA doszedł Międzynarodowy Salon Przemysłu Obronnego w Kielcach. Powodem ku temu był kolejny etap w rozwoju firmy i wejście w obszar produkcji specjalnej na potrzeby wojska i policji. Po wielomiesięcznych przygotowaniach producent mógł zaprezentować swoje najnowsze dzieło – lekki, wielozadaniowy transporter opancerzony ONCILLA, opracowany przez firmę Lacenaire Limited Co. Również w 2013 roku, w zakładzie „AMKADOR – Unikab” SA na Białorusi, wyprodukowano pierwszą na rynku równiarkę klasy średniej z napędem na wszystkie koła „Amkodor RD-165H”, wykonaną na bazie licencji firmy MISTA.



Fabryka Maszyn XCMG – Europa Sp. z o.o.



fabryka maszyn

Fabryka Maszyn XCMG – Europa Sp. z o.o.

99-416 Nieborów, Kompina 118
tel. 22 211 12 01, fax 22 211 12 09
e-mail: info@xcmgeuropa.com
www.xcmgeuropa.com



Fabryka Maszyn XCMG-Europa Sp. z o.o. jest jedynym zakładem w Europie montującym maszyny XCMG. Xuzhou Construction Machinery Group (XCMG) została oficjalnie założona w roku 1989. Od tego czasu koncern XCMG stał się jednym z największych, najbardziej wpływowych i najbardziej konkurencyjnych przedsiębiorstw chińskiego przemysłu krajowego. Zajmuje 1. miejsce na liście 100 najlepszych chińskich producentów maszyn. XCMG jest 5. co do wielkości producentem maszyn budowlanych na świecie i 1. co do wielkości producentem dźwigów na świecie.

Głównym celem XCMG-Europa jest produkcja, dystrybucja, sprzedaż części zamiennych oraz serwis maszyn budowlanych. Posiadamy oficjalnych dealerów w: Czechach, Słowacji, Rumunii, Bułgarii, Węgrzech, Łotwie i Białorusi.

XCMG-Europa posiada nowoczesny zakład produkcyjny o powierzchni 4500 m² oraz teren o powierzchni 65 000 m² położony w miejscowości Kompina. Zastosowana liniowa technologia montażu oraz lakiernia zostały zaprojektowane tak, aby wytwarzać 50 maszyn miesięcznie. Zakład produkuje ładowarki kołowe, równiarki oraz walce w oparciu o komponenty renomowanych marek takich jak: Cummins, CAT, DEUTZ, STEYR, ZF, Arvin Meritor, Rexroth, Permco, BEKA-MAX. Od 2015 roku w ofercie posiadamy również koparki gąsienicowe. Wszystkie oferowane przez nas maszyny są przystosowane

do wymogów i standardów Unii Europejskiej. Każdy model przebadany został przez niemiecki instytut TUV Rheinland, co potwierdzają stosowne certyfikaty.

Nieustannie dążymy do doskonalenia oferowanych przez nas produktów. W najpopularniejszej w Polsce ładowarce kołowej ZL50G całkowicie zmieniliśmy układ chłodzenia oraz układ wydechowy. W naszych ładowarkach kołowych instalujemy awaryjny układ skrzetu oraz układ stabilizacji toru jazdy. Naszym czółowym osiągnięciem jest zaprojektowanie i wdrożenie do produkcji seryjnej układu DPF, dzięki czemu nasze silniki diesla spełniają rygorystyczne normy emisji spalin EURO 4.

Naszym klientom proponujemy szeroki asortyment oryginalnych części zamiennych. Oferowany przez nas serwis działa w oparciu o doświadczenie i wiedzę naszych inżynierów o produkcie. Doskonale wyposażone auta serwisowe pozwalają dotrzeć do klientów w całej Polsce. Serwis maszyn budowlanych odbywa się z zachowaniem najwyższej jakości i precyzji.

Stały monitoring jakości maszyn, odpowiednia logistyka, atrakcyjne ceny oraz szybka realizacja zamówień stanowią podstawę sukcesu naszej firmy, zapewniając nam stale poszerzającą się bazę zadowolonych klientów.



BELLATOR Maszyny Budowlane Sp. z o.o.



BELLATOR

BELLATOR Maszyny Budowlane Sp. z o.o.

41-709 Ruda Śląska, ul. Dworcowa 11
tel./ fax 32 340 80 57
e-mail: biuro@bellator-mp.pl
www.bellator-mb.pl



BELLATOR Maszyny Budowlane Sp. z o.o. rozpoczęła działalność w lutym 2012 roku. Jesteśmy młodą, dynamicznie rozwijającą się firmą z wieloletnim doświadczeniem osób ją prowadzących.

W naszej ofercie znajdują Państwo bogatą paletę markowych, starannie wybranych i wyselekcjonowanych maszyn używanych, pochodzących od sprawdzonych kontrahentów, a także nowe maszyny i urządzenia wiodących producentów. Naszym atutem jest bardzo dobra znajomość rynku, dostęp do szerokiej gamy urządzeń oraz atrakcyjność oferty.

Posiadamy własny serwis, który dzięki praktyce i doświadczeniu jest w stanie zagwarantować maszynę gotową do pracy, po wszystkich niezbędnych przeglądach, która nie zawiedzie podczas wykonywanych prac.

Jesteśmy autoryzowanym przedstawicielem na Polskę firmy schäfer technic – producenta maszyn do budowy i konserwacji dróg, jednym z dealerów minikoparek i koparek Kubota oraz partnerem MOBA – dostawcy kompletnych systemów pomiarowych, sterujących i regulacyjnych do maszyn drogowych i budowlanych. Zapewniamy serwis gwarancyjny i pogwarancyjny oraz dostęp do części zamiennych. Dysponujemy pełnym asortymentem oryginalnych części Kubota a także schäfer technic.

Jedną z podstaw naszej działalności jest skup i sprzedaż używanych maszyn drogowych i budowlanych. W naszym zainteresowaniu znajdują się głównie takie maszyny jak rozścielacze asfaltu, pełna gama walców od najmniejszych do największych, frezarki do asfaltu, równiarki, koparki a także spycharki. Naszą specjalnością są przede wszystkim rozścielacze asfaltu, walce oraz frezarki.

Obecnie oferujemy pełen asortyment maszyn drogowych i budowlanych znanych marek takich jak: WIRTGEN, HAMM, VÖGELE, ABG,

VOLVO, JCB, AMMANN, DYNAPAC, BOMAG, CATERPILLAR, KOMATSU, DOOSAN, ATLAS, TEREX.

Prowadzimy sprzedaż części zamiennych do większości typów maszyn drogowych i budowlanych. Nasza oferta to pełna gama części oraz zestawów naprawczych do rozścielaczy asfaltu, walców oraz frezarek.

Marka BELLATOR gwarantuje:

- dobór odpowiednich typów maszyn;
- wybór maszyn z „pierwszej ręki”;
- atrakcyjne ceny;
- kompleksowy serwis, dostawę wszystkich części zamiennych oraz fachowy instruktaż.

Mając na uwadze ciągle zmieniający się rynek w Polsce staramy się dostarczać produkty i rozwiązania, których oczekują klienci. Rozszerzyliśmy działalność wzbogacając ją o ofertę wynajmu maszyn dla drogownictwa i budownictwa inżynierskiego. Obecnie nasz

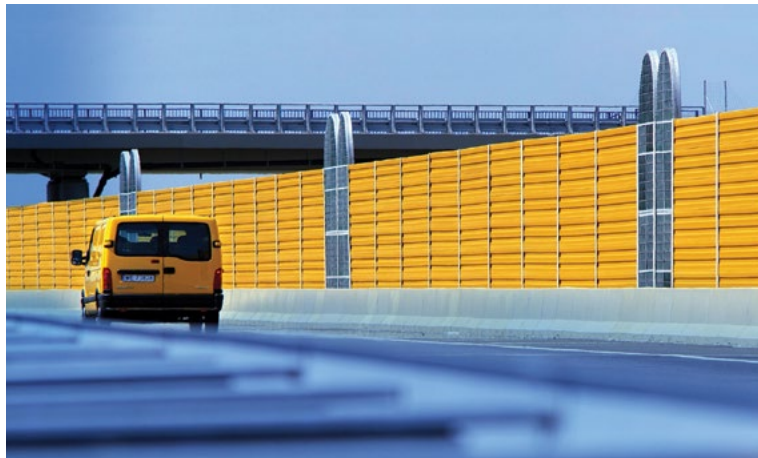
park maszynowy to przede wszystkim: rozścielacze do asfaltu, walce do mas bitumicznych, walce ogumione, walce do robót ziemnych, frezarki drogowe, koparki gąsienicowe i kołowe, minikoparki. Usługa wynajmu maszyn została przygotowana z myślą o wszystkich klientach: od generalnych wykonawców do podwykonawców, od dużych firm budowlanych do osób prowadzących działalność gospodarczą. Staramy

się zaspokoić potrzeby sprzętowe każdego klienta, a tym samym przyczynić się do sukcesu realizowanych przez niego projektów.

BELLATOR Maszyny Budowlane Sp. z o.o. to firma, która nie stoi w miejscu. Nieustannie się rozwijamy, uczymy, pozyskujemy nowych dostawców, chcąc zapewnić naszym obecnym i przyszłym klientom jak najlepsze warunki współpracy i partnerstwa.



Ochrona środowiska



Wzdłuż tras szybkiego ruchu montowane są bariery ograniczające hałas

Ekologia jest jednym z największych wyzwań, przed jakimi stoimy. Zanieczyszczenie gleby, emisja gazów cieplarnianych i pyłów, wymieranie gatunków, a przede wszystkim zmniejszanie i degradacja obszarów leśnych oraz rolniczych to efekty działalności człowieka i cena, jaką za postęp cywilizacyjny płaci nasze otoczenie. Każdego dnia w Europie kilkadziesiąt hektarów ziemi przeznaczane jest na różnego rodzaju inwestycje i bezpowrotnie zostaje wyrwane z naturalnego środowiska.

Projekt Natura 2000

Podstawowym narzędziem ochrony środowiska w Unii Europejskiej jest projekt Natura 2000. Polega on na tworzeniu sieci cennych przyrodniczo i chronionych przed ingerencją człowieka terenów, będących najczęściej siedliskiem rzadkich gatunków roślin i zwierząt. Przyłączenie obszaru do sieci Natura 2000 następuje na podstawie dyrektyw „ptasiej” i „siedliskowej”. Teoretycznie nie można dokonywać na nim żadnych inwestycji mogących negatywnie oddziaływać na istniejący tam ekosystem, a jedynymi wyjątkami są przedsięwzięcia mające charakter nadrzędnego interesu publicznego, dla których nie ma możliwości utworzenia alternatywnego rozwiązania. Jednak wtedy musi być wykonana tzw. kompensacja przyrodnicza – prace mające na celu wyrównanie szkód dokonanych w ekosystemie i przywrócenie jego równowagi. Najczęściej są to zalesianie, rekultywacja gleby, przesiedlania zagrożonych gatunków czy budowa schronień dla zwierząt, ale mogą nimi być również prace budowlane, zmniejszające zanieczyszczenie środowiska, takie jak sieci kanalizacyjne czy oczyszczalnie ścieków.

Obszary Natura 2000 oraz szlaki migracyjne zwierząt pomiędzy siedliskami, tzw. korytarze ekologiczne, zajmują łącznie ponad 36% powierzchni kraju i przebiega przez nie ponad 2 tys. km szlaków komunikacyjnych. Ponieważ są to tereny chronione, inwestycja na nich wymaga oceny oddziaływania na środowisko lub tzw. oceny habitatowej, czyli określenia jej wpływu na obszar Natura 2000. Decyzję o konieczności wykonania oceny środowiskowej

podejmuje Generalny Dyrektor Ochrony Środowiska (GDOŚ) lub Regionalny Dyrektor Ochrony Środowiska (RDOŚ). Wykonanie ekspertyzy ma za zadanie określić, czy projekt zrealizowano optymalnie pod kątem ingerencji w ekosystem i jakie czynności należy podjąć, żeby zrekompensować ewentualne straty w środowisku. Większość przygotowywanych obecnie projektów drogowych przewiduje różne wersje przebiegu trasy, które następnie poddawane są analizie pozwalającej wybrać najlepszy z punktu widzenia finansowego i ekologicznego wariant. Jednak w okresie powstawania planów większości budowanych w ostatnich latach dróg, nie przywiązywano aż tak dużej wagi do ochrony środowiska. Doprowadziło to do konfliktów z organizacjami ekologicznymi, z których najbardziej znanym był spór o obwodnicę Augustowa. Pierwotnie miała ona przebiegać przez torfowiska doliny Rospudy, niszcząc jeden z najcenniejszych w Europie ekosystemów. Przebieg drogi oprotowali ekolodzy, a za sprzeczną ze wspólnym prawem uznała go też Komisja Europejska. W efekcie, rozpoczęcie inwestycji przesunęło się o kilka lat oraz wyznaczono nową trasę obwodnicy.

Dolina Rospudy stała się symbolem dojrzałości ekologicznej naszego społeczeństwa i walki o środowisko naturalne. Prawie 60% osób opowiedziało się za zmianą trasy i zebrano około 160 tys. podpisów w obronie torfowisk. Cały świat obejrzał dramatyczne relacje z protestów ekologów, a potępiające budowę manifestacje i pikety odbyły się w wielu polskich i zagranicznych miastach.



Podczas budowy nowych tras szybkiego ruchu ważne jest zadbanie o obszary chronione objęte programem Natura 2000

W obronę doliny zaangażowali się znani artyści, pisarze, naukowcy i politycy. Sprawa Rospudy pokazała, jak wielkie znaczenie ma ekologia dla społeczeństwa i od tego momentu przywiązuje się dużo większą wagę do ochrony środowiska przy projektowaniu i realizacji inwestycji drogowych.

Zmieniamy środowisko

Transport drogowy jest w Unii Europejskiej głównym źródłem zanieczyszczenia powietrza toksycznymi pyłami, tlenkami węgla i azotu. Bardzo duży wpływ wywiera również na gleby, szczególnie w bezpośrednim sąsiedztwie dróg. Szerokość strefy skażonej wokół autostrady sięga 150 m, a zanieczyszczenie wody smarami, olejami czy solą do odśnieżania może wystąpić nawet w odległości 350 m od drogi. Jeszcze dalej odczuwalne są hałas i wibracje wywołane przez przejeżdżające samochody. W zależności od warunków, strefa oddziaływania hałasu wynosi od 200 m w dzień do 5 km w nocy.

Budowa dróg oraz infrastruktury z nimi związanej niszczy siedliska roślin i zwierząt. Wpływa również na ekosystemy w ich otoczeniu, co jest szczególnie widoczne w wypadku autostrad i tras szybkiego ruchu. Osuszanie terenu pod drogi zmienia charakter terenów podmokłych, torfowisk czy bagien. Często ulegają one degradacji, a wraz z nią zostaje nieodwracalnie uszkodzony cały ekosystem. Wycinka drzew powoduje, że więcej wody w glebie. W efekcie obniżone są przyrosty drzew i następuje wyginiecie wielu lokalnych roślin, które są zastępowane nowymi gatunkami



o mniejszych wymaganiach siedliskowych, a czasami pojawiają się po prostu chwasty lub roślinność ruderalna.

W wyniku prowadzenia inwestycji drogowych następuje również strata gruntów rolnych i hodowlanych. Ze względu na skażenie powietrza i gleby przez spaliny zawierające metale ciężkie, konieczne jest zaniechanie wypasu bydła na terenach przylegających oraz zrezygnowanie z uprawy warzyw, krzewów, drzew owocowych oraz wielu roślin pastewnych przeznaczonych na paszę.

Chociaż negatywne oddziaływanie dróg na środowisko jest nieuniknione, to przy wykorzystaniu odpowiednich technologii można je zdecydowanie zmniejszyć. Na autostradach i trasach szybkiego ruchu stosuje się wstępne oczyszczanie wody spływającej z nawierzchni drogi. Budowane są w tym celu całe systemy, składające się z rowów, kanalizacji, różnego rodzaju zbiorników oczyszczających i retencyjnych, a czasami nawet z małych biooczyszczalni.

Coraz więcej surowców, wykorzystywanych w podkładach na drogi, pochodzi z recyklingu odpadów, zastępując naturalne kruszywa, a stosowane na nawierzchnie masy bitumiczne zawierają dużo mniej substancji toksycznych.

Najczęściej wykorzystywaną metodą ograniczania skutków hałasu na drogach jest stawianie ekranów akustycznych. Jednak ponieważ nie wyglądają one zbyt estetycznie, są drogie



i kosztowne w eksploatacji, szuka się ciągle rozwiązań alternatywnych. Jednym z nich jest stosowanie tzw. nawierzchni porowatych. Pozwalają one na zmniejszenie hałasu nawet o ponad 6 dB, a dodatkowo likwidują tzw. aquaplaning, czyli rozprysk wody pod kołami. Niestety, wnikanie wody w pory, będące elementem struktury nawierzchni, powoduje zmniejszenie trwałości drogi z 12 do 8-10 lat ze względu na zmiany temperatury i niszczenie jej przez lód. W ostatnim okresie pojawiły się nowe technologie, w których obniżenie hałasu o 2-3 dB uzyskuje się poprzez dodanie do kładzionych na nawierzchnię dróg mas bitumicznych, granulatów gumy ze zużytych opon.

Straty w roślinności i polach uprawnych rekompensuje się, tworząc wokół autostrad i tras szybkiego ruchu specjalne pasy zieleni, na których rosną gatunki o większej odporności na skażenia motoryzacyjne. Jeżeli trasa prowadzi przez tereny leśne, buduje się tzw. strefy ekotonowe – ukształtowane w odpowiedni sposób mikroobszary drzewostanów, tworzące przejście pomiędzy lasem i terenem otwartym. Natomiast wzdłuż pól lub pastwisk drogę odgradza się szerokim pasem drzew iglastych i liściastych oraz krzewami sadzonymi przy poboczu. Czasami tworzy się również wały i skarpy obsadzone roślinnością, które równie dobrze jak ekrany akustyczne ograniczają hałas, są za to o wiele bardziej estetyczne.

Nikt nie wie, ile zwierząt ginie na naszych drogach. Z całą pewnością jest ich rocznie co najmniej kilkadziesiąt tysięcy, ale nie ma żadnych realnych statystyk ani badań. Częściowe

budimex
sens tworzenia



Budimex-najlepsze drogi do celu

Oddaliśmy do użytku wiele kilometrów autostrad, dróg ekspresowych i krajowych, zbudowaliśmy Pomorską Kolej Metropolitalną. Od ponad 45 lat kształtujemy otoczenie, każdego dnia poprawiając komfort i bezpieczeństwo życia milionów naszych rodaków.

wyobrażenie o skali zagrożenia, jakie dla zwierząt tworzą drogi, mogą zobrazować dane z innych krajów. Na austriackich drogach w 1998 roku pod kołami samochodów zginęło co najmniej 75 tys. ssaków, w tym prawie 35 tys. saren i ponad 36 tys. zajęcy. W 2001 roku w samej tylko Badenii-Wirtembergii zabitych zostało ponad 25 tys. dużych zwierząt. W tym wypadku również zginęło najwięcej saren, prawie 15 tys., ale drugie miejsce zajęły lisy, których padło ok. 4 tys. Około 35% populacji zajmująca ginie w Szwecji, a kolizje z samochodami uważane są za najważniejszą przyczynę śmiertelności pumy w południowej Kalifornii, rysia iberyjskiego w południowo-zachodniej Hiszpanii, wilków w Minnesocie czy borsuka w Holandii. Amerykanie szacują, że corocznie ginie na ich drogach od 720 tys. do 1,5 miliona jeleni. W latach 60. ubiegłego stulecia w Danii samochody zabijały rocznie niemal 1,5 miliona ptaków. Choć już te informacje mogą wywołać przerażenie, to prawdziwe spustoszenie odbywa się wśród gadów i płazów, nie mówiąc już o owadach, dla których jadące pojazdy, szczególnie nocą, to rzeczywista hekatomba. Zwykle nie podaje się dokładnych danych, ale szacuje się, że tylko w samej Australii około 5,5 miliona gadów i żab ginie co roku pod kołami samochodów. Na drodze o bardzo małym ruchu, około 500 samochodów na dobę, może zginąć nawet 30-50% lokalnej populacji młodych płazów.

Dla większości zwierząt próba przejścia przez jezdnię o stosunkowo niedużym natężeniu ruchu, nieco ponad 2 tys. pojazdów na dobę,

jest „drogą bez powrotu”. Ilość i skala kolizji zależy od obszaru przecinanego przez drogę, sezonu oraz pory dnia. Najwięcej wypadków ma miejsce przy zapadającym zmroku i w okresie nasilonych migracji wiosennych i jesiennych.

W Polsce jedynym źródłem informacji o wypadkach są statystyki policji. Można się z nich dowiedzieć, że w 2009 roku było ponad 17,5 tys. różnych „zdarzeń” z udziałem zwierząt, zarówno hodowlanych, jak i dzikich. Jednak rzeczywista ilość kolizji jest zdecydowanie większa. Szacuje się, że maksymalnie tylko 25% kierowców zgłasza tego rodzaju wypadki i to w momencie, kiedy były one z udziałem większych ssaków.

Natężenie ruchu na większości tras krajowych przekracza 10 tys. pojazdów na dobę, a już w momencie, kiedy osiągnie ono poziom 7,5 tys. na dobę, tylko ok. 10% zwierząt udaje się przekroczyć drogę. Prawie 60% ginie podczas próby przejścia, a ponad 30% jest odstraszanym. Jeżeli ilość pojazdów wzrośnie do 12 tys. na dobę, praktycznie żadnemu zwierzęciu nie uda się przedostać na drugą stronę jezdni. Zdecydowana większość z nich, ponad 80%, zostanie odstraszona, pozostałe zginą podczas próby przejścia drogi.

Jednak to nie ryzyko wpadnięcia pod koła samochodów jest największym zagrożeniem dla zwierząt. Najgorszym i często nieodwracalnym efektem rozwoju sieci dróg i urbanizacji obszarów naturalnych jest fragmentacja i izolacja populacji i siedlisk. Rozdzielenie istniejących

ekosystemów powoduje separację populacji, a ingerencja w szlaki migracyjne doprowadza do odcięcia zwierząt od miejsc rozrodu lub bazy pokarmowej. W rezultacie zmniejsza się ich liczebność, a oddzielone grupy mogą wyginać w efekcie niskiej reprodukcji. Następuje również zmniejszenie różnicowania genetycznego, co prowadzi do osłabienia gatunku i spadku bioróżnorodności na izolowanym obszarze.

W dość prosty sposób można ograniczyć wypadki samochodowe z udziałem dużych zwierząt. Przekraczanie przez nie dróg eliminowane jest poprzez zakładanie siatek wzdłuż tras przebiegających w lasach oraz przecinających korytarze ekologiczne. Niestety, rozwiązanie to sprzyja izolacji i fragmentacji populacji. Dlatego razem z nim muszą być stosowane przejścia dla zwierząt, które pozwalają im zachować szlaki migracyjne oraz poruszać się w obszarze zajmowanych siedlisk.

Wykorzystywanie przejść dla zwierząt jest stosowane już od ponad 50 lat. Pierwszy ekodukt powstał w 1962 roku w Lasach Fontainebleau pod Paryżem, a zebrane od tego czasu doświadczenia pozwalają projektować obiekty spełniające „oczekiwania użytkowników”. Okazuje się, że część zwierząt, szczególnie duże ssaki, ma zachowania klaustrofobiczne i wyznają zasadę ograniczonego zaufania. Nie bardzo chcą korzystać z małych przejść lub tych niełączących się w naturalny sposób z ekosystemem sąsiadującym z drogą. W wypadku ekoduktów węższych niż 30 m, liczba zwierząt korzystających z nich gwałtownie maleje, proporcjonalnie do zmniejszającej się szerokości.

Bardzo spektakularnymi i widocznymi przejściami dla zwierząt są, mające szerokość co najmniej 80 m, mosty krajobrazowe. Jedne z najbardziej znanych tego typu obiektów na świecie znajdują się w Szwajcarii, gdzie ponad 20 lat temu wybudowano dwa duże przejścia *Aspiholz* o szerokości 140 m i *Fuchsweis* o szerokości 200 m.

Prawidłowo wykonane przejście powinno zwężać się w środkowej części i rozszerzać w kierunku podejść, tworząc lejkowaty kształt i naturalnie łącząc się z ekosystemem wokół mostu.



Montaż szalunków podczas budowy przejścia dla zwierząt w okolicy Trzmiela, Autostrada Wielkopolska

Ważne jest, żeby całość maksymalnie wkomponować w teren, unikając gwałtownych wzniesień czy obcej dla okolicy roślinności. Większym zaufaniem zwierząt cieszą się obiekty, w których widoczny jest wzdłużny prześwit, tzn. z jednego jego końca jest widoczny drugi koniec.

Mosty krajobrazowe są bardzo drogimi obiektami i buduje się je raczej rzadko, traktując również częściowo jako atrakcje turystyczne czy widokowe. Dużo bardziej ekonomiczne i najczęściej wystarczające są średnie przejścia, o szerokości od 30 do 80 m, nazywane również zielonymi mostami.

Węższe obiekty najczęściej w bardzo ograniczonym stopniu spełniają swoją rolę i od ponad 30 lat już się ich raczej nie buduje, chociaż zdarzają się przypadki wąskich przejść tak dobrze wkomponowanych w lokalny ekosystem, że zwierzęta korzystają z nich bez obawy. Jako przykład takiego obiektu prof. Józef Curzydło podaje most nad autostradą Bruksela-Luksemburg. Jego poziom został zrównany z poziomem otaczającego go lasu i jest on tak dobrze zintegrowany z okoliczną roślinnością, że pomimo tylko 8 m szerokości, bez obaw korzystają z niego okoliczne zwierzęta.

Czasami buduje się przejścia dla zwierząt równocześnie wykorzystywane jako lokalna droga. Najczęściej są to obiekty o kilkudziesięciometrowej szerokości, w których dla pojazdów przeznaczony jest wąski obszar, umieszczony z boku przejścia, a pozostałą jego część zajmuje pas zieleni, wkomponowany w okoliczny ekosystem. Warunkiem łączenia przez zielone mosty funkcji szlaku zwierzęcego i drogi jest małe natężenie ruchu.

Równie spektakularne i widowiskowe jak mosty krajobrazowe są, budowane ze względów ekologicznych, estakady. Najczęściej wykorzystuje się je dla ochrony terenów podmokłych, takich jak bagna, rozlewiska, torfowiska czy doliny rzek, a w terenie górskim są one z reguły najprostszym i najbardziej ekonomicznym sposobem poprowadzenia drogi. Klasycznym przykładem takiej estakady jest wiadukt o długości 1,7 km przechodzący nad doliną rzek Bzury i Pęcławki, która jest obszarem Natura 2000. Bezpośrednim powodem jego budowy



Deskowanie gzymsów podczas budowy przejścia dla zwierząt w okolicy Trzmiela, Autostrada Wielkopolska

była ochrona największego obszaru bagienneego w środkowej Polsce, Pradoliny Warszawsko-Berlińskiej, na którym występuje wiele chronionych gatunków ptaków, m.in. dzięcioły czarne i orły bieliki.

Dużo częściej, ze względów ekonomicznych, tworzone są przepusty dla zwierząt mające formę tunelu. W zależności od wielkości mogą one służyć za przejścia nawet dużym ssakom. Warunkiem wykorzystywania ich przez zwierzęta musi być spełnienie odpowiednich kryteriów, takich jak szerokość, wysokość, wkomponowanie w naturalne otoczenie czy, w przypadku długiego tunelu np. pod kilkupasmową autostradą, zapewnienie odpowiedniego oświetlenia.

O zastosowaniu przepustu decyduje wielkość tunelu oraz stosunek pomiędzy jego wymiarami, tzw. współczynnik względnej ciasnoty. Większe zwierzęta wykorzystują przejścia o co najmniej kilkumetrowej szerokości i ponad dwumetrowej wysokości, dla mniejszych, takich jak lisy czy gryzonie, buduje się węższe i niższe tunele, około 2 x 1,5 m. Oddzielny rodzaj przepustów tworzą przejścia dla płazów. Najczęściej są one mniejsze i wymagają systemów naprowadzających zwierzęta. Jeżeli przepust jest ze zbiornikiem wodnym, powinien posiadać po bokach odpowiedniej szerokości półki pokryte naturalnym podłożem.

Czasami standardowe metody nie dają oczekiwanych efektów i trzeba uciec się do bardziej nietypowych rozwiązań. Dolina Dolnej Wisły jest obszarem Natura 2000, będącym terenem lęgowym dla około 180 gatunków ptaków. Swoje siedliska mają tutaj bieliki, nurogęsi, ohary, rybitwy białoczelne i rzeczne, zimorodki czy ostrogojady. Teren ten jest również ostoją dla ptaków migrujących i zimujących. Bardzo bogata jest także fauna wodna – wśród ryb występują m.in. boleń, ciosa, koza, głowacz białopłetwy, minóg rzeczny czy piskorz.

Podczas budowy na tym obszarze mostu koło Kwidzyna nie udało się uniknąć zniszczenia kolonii lęgowych obu gatunków rybitwy, które znajdowały się na piaszczystych łachach rzecznych. Ponieważ nie można ich było ochronić, postanowiono je „odtworzyć” i w tym celu wypełniono piachem oraz roślinami, konarami i kawałkami drzew dwie barki, każda o długości 40 metrów. Stworzenie mikrosystemu



Montowanie ekranów akustycznych jest najskuteczniejszą metodą ograniczającą hałas

odtworzonego naturalne warunki miało zachęcić ptaki do składania tam jaj i uchronić pisklęta przed słońcem oraz drapieżnikami. Barki są cumowane w odległości ok. 2,5 km od mostu w okresie lęgowym rybitw – od marca do września. Z „nowych” lęgów skorzystało prawie 200 par rybitw, co pozwoliło uratować ok. 17% populacji tego gatunku w tym regionie. Również ze względu na ptaki, most jest podświetlany nocą na tolerowany przez nie żółty kolor, a jego pylony mają widoczną i ostrzegawczą dla nich, czerwoną barwę.

Kompensacja natury

Często pomimo starań i sporych nakładów nie da się uniknąć tak dużych zmian w środowisku. Trzeba wówczas wykonać prace kompensacyjne. Kilometrowa estakada w Bystrzycy Jakubowickiej budowana jest nad obszarem Natura 2000. Występują na nim siedliska cennych roślin, takich jak starodub łukowy, miłek wiosenny czy goździk pyszny oraz chronione gatunki bezkręgowców, m.in. modraszka telejus, modraszka nausitos, czerwończyk nieparka i czerwończyk fioletek. Chociaż obiekt ma ochronić cenną przyrodniczo dolinę przed skutkami przechodzenia przez ten teren drogi ekspresowej, to jednak podczas samej budowy zniszczone zostały niektóre siedliska roślin i zwierząt oraz wystąpiło zagrożenie izolacji kilku gatunków owadów. W ramach prac kompensacyjnych przeniesiono stanowiska roślin, a oprócz tego pokryte zostaną koszty znakowania czerwończyka fioletka i obserwacji jego występowania w czasie wylotu, a z zebranych jaj i larw motyla utworzona będzie sztuczna hodowla. Dorosłe osobniki zostaną następnie wypuszczone w miejscach dogodnych do założenia siedlisk i niezagrażonych przez drogę.



Widok współczesny dużego mostu krajobrazowego będącego przejściem dla zwierząt w okolicy Trzmiela, Autostrada Wielkopolska

Podczas budowy obwodnicy Wrocławia, na terenie Lasu Pilczyckiego, należało wyciąć 13 drzew, zasiedlonych przez dwa gatunki chrząszczy: pachnicę dębową i kozioroga dębosza. Oba gatunki są pod ochroną i zostały wpisane do „Czerwonej księgi zwierząt”. Wszystkie drzewa, będące siedliskiem chrząszczy, przycięto i przeniesiono do doliny Widawy. W miejscach zapewniających odpowiednie dla zwierząt warunki wycięte konary podparto do drzew, które mogą stanowić nowe siedliska dla obu gatunków.

Klasycznym przykładem prac kompensacyjnych, wynikających z negatywnego wpływu osuszania terenu podczas budowy trasy ekspresowej, jest obszar Ostoi Warmińskiej. Rezerwat jest siedliskiem ponad 90 gatunków ptaków, wśród których aż 38 jest objętych ochroną, a 15 występuje w „Czerwonej księdze zwierząt”. Przeważające na tym terenie obszary leśne, poprzetykane polami uprawnymi, łąkami, bagnami, zbiornikami wodnymi i starorzeczami, stwarzają doskonałe warunki dla bytowania ptactwa. W okresie lęgowym ostoję zasiedla około 2% populacji krajowej bociana białego.

Podtrzymanie podmokłego charakteru terenu, niezbędnego dla dużej części przebywających w ostoi ptaków i utrzymania charakteru panującego tam ekosystemu, wymagało wybudowania urządzeń spiętrzających wodę. Oczyszczono również oczka wodne, założono łąki kwietne, wykoszono trawy, zasadzono kilka tysięcy krzewów tarniny i głogu, których owoce stanowią pokarm dla ptaków oraz rozwieszono budki lęgowe i nawiercono otwory w pniach drzew stanowiące zaczątek dziupli.



Barki – siedliska dla rybitw koło mostu w Kwidzynie



Most krajobrazowy nad A4, Budimex

Ekonomia w ekologii

Ekologia w drogownictwie jest dość drogim przedsięwzięciem, wpływającym w dużym stopniu na koszty inwestycji. W wypadku autostrad i tras szybkiego ruchu budowa obiektów związanych z ochroną środowiska pochłania średnio 10% budżetu. Jednak w sytuacji, kiedy droga przekracza obszar Natura 2000, wydatki na ekologię najczęściej zdecydowanie rosną. Średnia cena budowy 1 km autostrady w Polsce to około 9,6 mln euro, koszt budowy kilometrowej estakady w Bystrzycy Jakubowickiej wyniósł natomiast około 50 mln euro.

W wypadku ponad stukilometrowego odcinka A2, pomiędzy Świekiem a Nowym Tomysłem, który prawie na całej długości przebiega przez tereny leśne i obszary Natura 2000, koszty związane z ochroną środowiska pochłonęły około 25% budżetu. Wybudowano tam 153 przejścia i przepusty dla zwierząt, rozmieszczone gęściej niż co 700 metrów. Łączna długość ogrodzeń wzdłuż trasy przekracza 200 km, a na około 20 km ustawione są ekrany akustyczne. Dodatkowe prace kompensacyjne objęły monitoring siedlisk roślin i zwierząt oraz utworzenie strefy ekotonowej na terenach leśnych.

Nie tylko budowa obiektów związanych z ochroną środowiska wpływa w dużym stopniu na koszty inwestycji drogowych. Również sam proces ich budowy wymaga przygotowania odpowiedniego zabezpieczenia ekosystemu lub podjęcia dodatkowych prac ograniczających, a przynajmniej zmniejszających, ingerencję w otoczenie. Często na obszarach chronionych trzeba wybudować dojazdowe drogi technologiczne, które najczęściej po zakończeniu inwestycji są rozbierane. Pozwalają one minimalizować wpływ inwestycji na siedliska roślin i zwierząt podczas transportu materiałów i sprzętu na plac budowy.



Przepust pod autostradą, Autostrada Wielkopolska

Pomimo dodatkowych zabezpieczeń, nie da się całkowicie uniknąć ingerencji w środowisko. Jeżeli jest ona zbyt duża, wprowadza się różne ograniczenia. Może to być zmniejszenie dopuszczalnej liczby przejazdów podczas transportu materiałów czy ograniczenie zakresu prac w pewnych okresach. Najczęściej zakaz obejmuje wykonywanie ciężkich i najbardziej hałaśliwych robót w okresie lęgowym ptaków. W skrajnym

przypadku wstrzymuje się budowę całkowicie. Tak było podczas budowy obwodnicy Bojanowa i Rawicza, gdzie z rozpoczęciem inwestycji trzeba było zacząć na zakończenie okresu lęgowego ptaków. Podczas budowy mostu przez Narew, na trasie ekspresowej pomiędzy Jeżewem a Białymstokiem, ze względu na chronione gatunki ryb nie można było wykonywać żadnych prac w korycie rzeki od marca do lipca. Na odcinku autostrady A1 z Pyrzowic do Sośnicy ograniczony został zakres prac ze względu na nietoperze. Trasa przecina tereny Natura 2000 i od połowy kwietnia

do połowy września obowiązywał zakaz wykonywania ciężkich robót, ponieważ nietoperze w tym okresie śpią i musi być zachowana cisza.

Przykładów, które pokazują wpływ ochrony środowiska na sposób wykonywania i koszty inwestycji, jest bardzo dużo. Należy jednak pamiętać, że Polska jest jednym z niewielu krajów Unii Europejskiej, w którym jest sporo miejsc, gdzie środowisko zachowało jeszcze swoje naturalne oblicze. Mamy dużo lasów i łąk, sporo terenów podmokłych i torfowisk, a koryta wielu rzek zachowały niezmieniony charakter. Występuje u nas około 36 tys. gatunków zwierząt, mamy bardzo duże kolonie ptaków i największą w Europie populację, tak lubianego przez nas wszystkich, bociana. Dlatego, pomimo że nakłady na ochronę środowiska, szczególnie w wypadku obszarów Natura 2000, wydają się czasami wysokie, warto w nią inwestować. ■

Oznakowanie i inżynieria ruchu



Autostrada to jedna z najbardziej skomplikowanych budowli w zakresie infrastruktury drogowej. Stanowi zarazem najwyższy poziom organizacji ruchu w układzie funkcjonalnym dróg krajowych. W powszechnej opinii społecznej, autostrada to prosta i bezkolizyjna droga – w domyśle łatwa w organizacji i utrzymaniu ruchu. Nie ma nic bardziej błędnego w takim rozumowaniu. Jest to bowiem budowla złożona zarówno na etapie konstrukcji, jak również w czasie jej eksploatacji. Właściwe funkcjonowanie autostrad wymaga od projektantów umiejętnego wkomponowania organizacyjnego jej elementów w całą sieć drogową.

Inżynieria ruchu drogowego

Obszar zainteresowania inżynierii ruchu drogowego został pierwszy raz zdefiniowany w Polsce w roku 1987 na konferencji Komitetu Transportu PAN i SITK we Wrocławiu jako *dziedzina zajmująca się badaniami procesów ruchu drogowego i praktycznym zastosowaniem wiedzy o ruchu w planowaniu, projektowaniu, realizacji i eksploatacji systemów transportu oraz urządzeń komunikacyjnych, a zwłaszcza organizacją i sterowaniem ruchem*. Zatem zastosowanie narzędzi inżynierii ruchu ma na celu zapewnienie bezpiecznego, możliwie płynnego i ekonomicznego przemieszczania osób i ładunków przy minimalizacji niekorzystnego wpływu tego procesu na otoczenie.



Montaż oznakowania pionowego przez firmę Erplast

Organizacja ruchu

Nadanie walorów użytkowych autostradzie sprowadza się do określenia kilku zasadniczych systemów: oznakowania poziomego, pionowego, sygnalizacji (w tym znaków VMS), ustalenia stosowanych barier w ruchu oraz innych urządzeń pomocniczych, systemu monitoringu (nadzoru) i poboru opłat. Wszystkie wymienione systemy z uwagi na ich *stricte* liniowy charakter należy odpowiednio zasilić, co również w ostatnich latach jest polem dla szeregu innowacji praktycznych (głównie zastosowanie ma tu technika fotowoltaiczna). Całość prac związanych z organizacją ruchu na autostradach prowadzona jest przy uwzględnieniu różnorodnych czynników dotyczących całej przyległej sieci drogowej.



Montaż znaków pionowych przez firmę Erplast

Zasadniczo strategia dotyczy dwóch typowych scenariuszy działań. Pierwszy, związany jest z prowadzeniem ruchu w węzłach autostradowych, drugi natomiast dotyczy organizacji ruchu na odcinkach międzywęzłowych. W węzłach realizowane jest głównie porządkowanie ruchu poprzez informowanie kierowców o dopuszczalnych kierunkach jazdy. Tam też odbywa się kojarzenie różnych poziomów funkcjonalnych krajowej sieci drogowej (łączenie dróg różnych kategorii). W przeciwieństwie do powyższego scenariusza na odcinku międzywęzłowym kierowca powinien być informowany przede wszystkim o aktualnych warunkach ruchu (w tym sytuacjach/miejscach niebezpiecznych) i obecnej jego lokalizacji względem najbliższych łącznic umożliwiających zmianę kierunku jazdy. Oba scenariusze działań, mimo że wymagają często odmiennych technik organizacji ruchu, różnych rozwiązań technicznych i urządzeń sterowania ruchem, są ze sobą ściśle powiązane.

Oznakowanie autostrad

Znaki drogowe zarówno poziome, jak i pionowe przekazują użytkownikowi informację, w jaki sposób ma korzystać z autostrady. Są one bezpośrednim ekwiwalentem słów w języku mówionym. Jak w przypadku każdego języka, wymagana jest tu prostota i zwięźłość przekazywanej informacji. Ma to na celu zminimalizowanie zdenerwowania u kierujących pojazdami i ryzyka popełnienia przez nich błędów. Dla przykładu tylko w samej Europie występują istotne różnice w kolorze, szerokości i wzorze malowanych linii. Jest to pewien problem na przykład dla urządzeń systemów autonomicznego kierowania pojazdami w ruchu na autostradach.

Oznakowanie pionowe

Niezależnie od tego, czy ruch na autostradzie jest organizowany w węzłach, czy poza nimi, można wyróżnić pewne standardowe typy oznakowania. Podobnie, jak w przypadku innych dróg, znaki pionowe dzieli się na ostrzegawcze, zakazu, nakazu i informacyjne.



Usługa Roadside Lighting System Control (RLCS) umożliwia zarządzanie systemami oświetlenia elektrycznego na drogach ekspresowych i autostradach

W przypadku oznakowania pionowego kluczową rolę informacyjną pełnią znaki kierunku (służące do wskazywania kierunku jazdy). Do tej grupy należą tablice węzła drogowego, tablice przeddrogowskazowe, drogowaskazy oraz tablice szlaku drogowego, które są podstawą sprawnej organizacji ruchu. Wynika to z dużych prędkości na niej rozwijanych oraz odpowiednio dużych natężeń ruchu. Jednocześnie znaki te różnią się istotnie w wielu krajach na świecie, a ich zła implementacja ma zasadnicze znaczenie dla sprawności ruchu.



Znaki pionowe nabierają szczególnego znaczenia w węzłowych elementach autostrad z uwagi na ich specyfikację techniczną (ograniczona dostępność, znaczne, kilku- czy kilkunastokilometrowe odległości międzywęzłowe). Z tego powodu niezwykle ważna jest ich właściwa lokalizacja w otoczeniu pasa drogi i sposób montażu (w polu widzenia użytkowników). Znaki te powinny być lokalizowane w dostatecznej odległości od punktów decyzyjnych w przekroju autostrady w celu umożliwienia kierującemu dostosowania się do przekazywanych przez nie informacji. W przypadku autostrad wszystkie znaki pionowe muszą być odblaskowe.

Oznakowanie poziome

Znaki poziome zwykle dzieli się na znaki podłużne (segregacyjne lub krawędziowe), poprzeczne (linie zatrzymania bezwzględne lub warunkowe) oraz uzupełniające, kierunkowe, organizacyjne (m.in. strzałki kierunkowe, trójkąty podporządkowania czy liniowanie). Na etapie konstrukcji autostrady można też wyróżnić znaki tymczasowe (nanoszone w innym kolorze) i trwałe. Znaki podłużne służą do wyznaczania linii dzielących, skrajnych i ochronnych. Linie tego typu mogą być malowane w sposób ciągły lub przerywany. Znaki poprzeczne wyznaczają miejsca zatrzymania, natomiast uzupełniające przekazują wiadomości w postaci napisów i symboli.



Malowanie oznakowania poziomego farbami wodorozcieńczalnymi

Początkowy etap nanoszenia oznakowania poziomego obejmuje przygotowanie podłoża. Wykonuje się wówczas również usuwanie znaków starych lub tymczasowych za pomocą różnych technik: mechanicznych, termicznych i chemicznych. Najprostszym sposobem jest zamalowanie starej warstwy tzw. *painting out*. Metody mechaniczne sprowadzają się do usuwania starych warstw z wykorzystaniem materiałów ściernych (*grinding, flailing* i inne), strumienia wody (*waterblasting*) i piasku (*chip ping, sandblasting*). Możliwe jest także użycie sprężonego ciepłego powietrza.

Z uwagi na częste nanoszenie różnych warstw jedna na drugą występuje problem kompatybilności materiałów aplikacyjnych. W tym celu tworzone są zatem tzw. macierze kompatybilności wykorzystywane do aplikacji oznakowania poziomego, które sporządza się dla następujących materiałów: termoplastycznych, malarskich, opartych na materiałach wodorozcieńczalnych, przeformatowanych taśm malarskich, epoksydowych, poliuretanowych, modyfikowanych uretanowych, metakrylanów metylu (MMA), profilowanych termoplastycznie i innych. Do podstawowych kryteriów wyboru rodzaju aplikacji zalicza się jej trwałość, rodzaj nawierzchni, średni dobowy ruch w skali roku, a także warunki lokalne: opady agresywnych chemicznie zanieczyszczeń przemysłowych, zanieczyszczenia naturalne (liście, szlam itp.).

Podstawowym, najstarszym sposobem aplikacji oznakowania poziomego jest malowanie farbami wodorozcieńczalnymi (minęło właśnie ponad 100 lat od pierwszego ich użycia). Niewątpliwą

zaletą tego produktu jest fakt, że to jedyny materiał zgodny praktycznie z każdym typem nawierzchni. Wśród najważniejszych minusów należy natomiast wymienić jego nietrwałość, dlatego farby wodorozcieńczalne nie powinny być stosowane na dłuższych odcinkach dróg o dużym natężeniu ruchu

Innym rodzajem oznakowania poziomego są znaki termoplastyczne, używane od lat 50. ubiegłego wieku, popularne ze względu na łatwość aplikacji po podgrzaniu, wysoką odporność na ścieranie i zmienne warunki atmosferyczne, dobrą odblaskowość i relatywnie niskie koszty. Najczęściej stosuje się produkty oparte na związkach alkaidowych i wodorowęglanowych. Temperatura aplikacji w obu przypadkach wynosi około 215°C. Cykl życia tego typu oznakowania wynosi maksymalnie do 5 lat. Większą trwałością charakteryzują się masy termoplastyczne wodorozcieńczalne, przy czym są one bardziej podatne na zmianę swoich właściwości z upływem czasu.

Materiały roporozpuszczalne są bardziej stabilne w zmiennych warunkach temperaturowych. Produkty te nanosi się metodami grawitacyjnymi z ciśnieniem i bez niego. W wykorzystaniu wyłącznie siły grawitacji ograniczeniem jest grubość warstwy (tylko cienkie) oraz prędkość nakładania (około 5 km/h). Inną metodą ich aplikacji jest mieszanie masy termoplastycznej pod ciśnieniem z wykorzystaniem powietrza. Umożliwia to nakładanie aplikacji z prędkością do ok. 12 km/h, a pas ruchu może być eksploatowany niemal natychmiast.



Przyklejanie taśm prefabrykowanych

Kolejny typ materiałów stanowią taśmy prefabrykowane produkowane w odmianach stałych i tymczasowych (poniżej jednego roku eksploatacji). Tego typu aplikacje wykonane są ze spoiwa plastycznego i elementów szklanych osadzonych na podłożu znaku. Jako spoiwo plastyczne wykorzystuje się uretan (ewentualnie inne polimery). Warto zaznaczyć, że taśmy polimerowe są cieńsze i bardziej elastyczne. Wyróżnia się dwie zasadnicze metody ich nakładania. W pierwszej, nanosi się je na jeszcze ciepły asfalt w temperaturze ok. 55°C (metoda *fin-lay*). Taśma łączona jest z nawierzchnią jezdni w końcowym etapie jej walcowania. W drugiej, stosowanej na już istniejące podłożo, stosuje się metodę nakładania, narzucania (metoda *overlay*), gdzie spoiwem jest materiał czuły na nacisk. Zespolecie taśmy z podłożem następuje albo mechanicznie, albo na skutek nacisku pojazdów w wyniku normalnego ruchu kołowego.

Materiały epoksydowe (wodne dyspersje żywic epoksydowych) wprowadzone zostały do użytku w latach 70. XX wieku. Do ich zalet należy możliwość aplikacji metodą natrysku, temperatura nakładania wynosząca około 2°C oraz wysoka odporność mechaniczna i chemiczna. Ponadto można je stosować zarówno na podłożo bitumiczne, jak i cementowe. Wadą jest natomiast koszt znacznie wyższy, niżeli powłoki malarskie i porównywalny z masami termoplastycznymi. Materiały te pozwalają uzyskać bardzo cienkie powłoki przy czasie schnięcia zbliżonym do 40 minut.

MSR TRAFFIC

MSR TRAFFIC

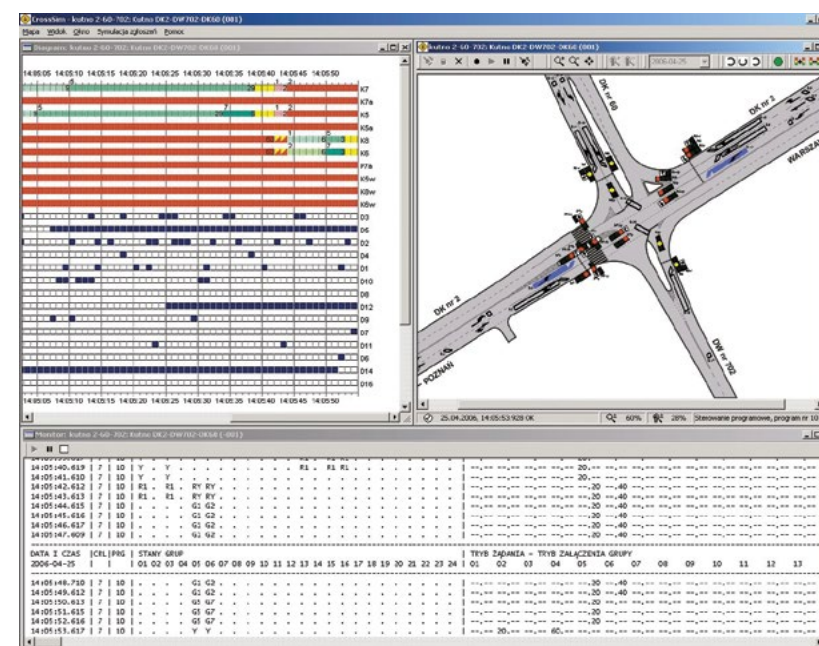
ZAKŁAD SYSTEMÓW STEROWANIA RUCHEM DROGOWYM Sp. z o.o.

62-081 Przeźmierowo, Wysogotowo, ul. Kamienna 7
tel. 61 668 17 00, fax 61 668 17 35
e-mail: msrtraffic@pro.onet.pl
www.msrtraffic.com.pl



MSR TRAFFIC Sp. z o.o. największy, krajowy producent urządzeń sterowania drogowymi sygnalizacjami świetlnymi oferuje:

- koncepcje i projekty systemów centralnego sterowania i zarządzania ruchem, systemów parkingowych, systemów priorytetu dla komunikacji zbiorowej;
- projekty sterowania ruchem, symulacje ruchu, badania efektywności;
- oprogramowanie do projektowania i symulacji sygnalizacji świetlnych;
- sterowniki ruchu drogowego MSR-2002, MSR-MINI-2002, MSR-PDP-2002;
- stacje pomiarów ruchu MSR-SD-2002. Klasyfikacja pojazdów w oparciu o pętle indukcyjne lub detektory radarowe;



- system sterowania i zarządzania ruchem drogowym MSR-SMIS;
- osprzęt sygnalizacji i detekcji:
 - systemy wideodetekcji pojazdów,
 - detektory radarowe,
 - systemy drogowej transmisji obrazu i danych,
 - systemy detekcji i klasyfikacji pojazdów w oparciu o pętle indukcyjne lub detektory radarowe,
 - sygnalizatory i przyciski dla pieszych.

Nasze urządzenia pracują w ponad 300 miejscowościach w kraju, m.in. w systemach zarządzania ruchem w Trójmieście i Lublinie.



„WIMED” Oznakowanie Dróg Sp. z o.o.



„WIMED” Oznakowanie Dróg Sp. z o.o.
83-400 33-170 Tuchów, ul. Tarnowska 48
tel. 14 652 34 00, fax 14 652 34 52
e-mail: sekretariat@wimed.pl
www.wimed.pl



Nie ma w Polsce miejscowości, w której nie byłoby naszych znaków.

Mówi Zdzisław Dąbczyński, założyciel i twórca sukcesów WIMED-u. Dodajmy, że nie tylko w Polsce. Produkty Firmy spotkać można na drogach Ukrainy, Łotwy, Litwy, Federacji Rosyjskiej, Włoch, Hiszpanii, Szwecji, Niemiec, Norwegii, Wielkiej Brytanii i Irlandii. A wszystko zaczęło się w 1988 roku, gdy w Tuchowie powstał niewielki Zakład Produkcji Znaków Drogowych WIMED Zdzisław Dąbczyński, obsługiwany przez właściciela i jednego pracownika.

A dziś, o czym myśli się w WIMED?

Znaki drogowe pod ręką i na czas

Chcemy być nadal liderem bezpiecznych konstrukcji i oznakowań stosowanych na drogach w Polsce i za granicą. Chcemy, aby nasze produkty były dostępne dla partnerów w każdym miejscu kraju, w szybkim i dogodnym dla nich czasie. Dzięki nowym rozwiązaniom będziemy skracać czas montażu urządzeń, a więc czas zajmowania pasa drogowego i utrudnień w ruchu dla kierowców.



Parkingi – sztandarowe produkty „jutra”

W 2012 roku grupa inżynierów wraz ze Zdzisławem Dąbczyńskim rozpoczęła prace badawcze nad stworzeniem innowacyjnych rozwiązań

parkingowych. Ich efektem są, zaprezentowane w 2015 roku, trzy prototypy rozwiązań parkingowo-garażowych, które w 2016 roku wejdą w skład podstawowej oferty handlowej WIMED. Obecnie trwają intensywne testy. Jednym ze sztandarowych produktów, jest parking obrotowy wysokiego składowania, który pozwala na zaparkowanie kilkunastu samochodów na powierzchni, na której dotychczas parkować mogły tylko dwa auta.

Fitness Outdoor – produkt „około drogowy”

Zgodnie z przesłaniem zawartym w książce Zdzisława Dąbczyńskiego „Inspiracje i drogowaskazy” chcemy zachęcać ludzi do poprawy jakości życia, w tym także do aktywnego dbania o zdrowie. W 2014 roku WIMED wprowadził do swojej podstawowej oferty handlowej zestaw 43 urządzeń siłowni zewnętrznych, które szybko zyskały uznanie administracji drogowej i jednostek samorządu terytorialnego. Już w pierwszym roku zrealizowaliśmy kilkadziesiąt inwestycji. Urządzenia

fitness produkowane przez WIMED można spotkać m.in. na MOP-ach autostradowych, parkach zabaw i placach szkolnych.



Centrum Badawczo-Rozwojowe WIMED Zdzisław Dąbczyński

Twórca WIMED-u, Zdzisław Dąbczyński, to przede wszystkim innowator, autor kilkunastu pionierskich rozwiązań, z których większość została wdrożona do produkcji. Aby rozwijać inspiracje, które od początku towarzyszyły firmie, w 2014 roku podjęto decyzję o powstaniu Centrum Badawczo-Rozwojowego, którego zasadniczym zadaniem ma być tworzenie nowych produktów, nie tylko dla drogownictwa, ale również innych branż gospodarki, a także dalszy rozwój funkcjonujących dotychczas.

Rozwój i innowacje, komfort i bezpieczeństwo

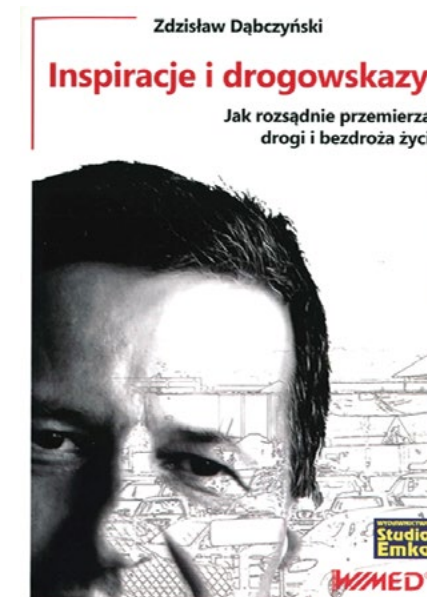
WIMED to grono pasjonatów, ekspertów, których misją jest poprawa bezpieczeństwa i komfortu na drogach. Każdego dnia pracujemy nad tworzeniem nowoczesnych rozwiązań oraz konstrukcji, które pozwolą nam zwiększyć bezpieczeństwo podróżujących. Długie godziny spędzone nad projektowaniem, badaniem i testowaniem doprowadziły do powstania wielu projektów i rozwiązań podnoszących bezpieczeństwo ruchu drogowego.



Wpisując się w polskie i europejskie programy służące poprawie bezpieczeństwa ruchu drogowego, WIMED opracował w latach 2004-2007, system konstrukcji wsporczych znaków i tablic drogowych PROLIFE („profil dla życia – profile for life”). Tysiące takich konstrukcji stojących na drogach Polski i kilku krajów europejskich, pochłaniając siłę uderzenia, zmniejszają skutki wypadków drogowych.

Jakość doceniona

W związku z prowadzonymi pracami badawczo-rozwojowymi i działalnością na rzecz bezpieczeństwa ruchu drogowego WIMED otrzymał wiele wyróżnień, m.in.: „Autostrada Polska”, Medal Europejski za bezpieczne konstrukcje wsporcze LATTIX, Medal Europejski za montaż barier drogowych i urządzeń Bezpieczeństwa Ruchu Drogowego, Nagrodę redakcji „Polskich Dróg” i Instytutu Badawczego Dróg i Mostów „Polskie Drogi XXI” za wdrażanie nowoczesnych rozwiązań poprawiających bezpieczeństwo w ruchu drogowym.





Znaki zmiennej treści VMS umożliwiają bieżące przekazywanie informacji kierowcom

W ostatnich latach do eksploatacji weszły też elastomery, czyli tworzywa sztuczne lub naturalne na bazie polimerów. Materiały tego typu wykazują zdolność do odwracalnej (nietrwalej) deformacji. Ich zaletą jest możliwość nakładania w temperaturze zamarzania oraz krótki czas przygotowania drogi do ruchu (do dwóch minut). Następny produkt używany do oznakowania poziomego to metakrylan metylu (MMA) – organiczny związek chemiczny z grupy estrów, który jest nienasyconym estrem metylowym kwasu metakrylowego. Materiał ten jest również zalecany do stosowania w chłodnych strefach klimatycznych, gdyż nie wymaga podgrzewania w trakcie aplikacji.

Jeszcze inne właściwości posiadają masy termoplastyczne profilowane charakteryzujące się znacznym, w stosunku do innych aplikacji, wymiarem grubości. Wynika to z potrzeby zachowania dużej odbłaskowości w warunkach wysokiej wilgotności oraz w porze nocnej. Ponadto taka grubsza powłoka ma powodować również efekty odczuwalne przez użytkownika drogi w miejscach wymagających szczególnej jego uwagi. Być może w pewnym zakresie nastąpi w najbliższych latach łączenie funkcjonalności barier drogowych i znaków poziomych.

Informacja dla użytkownika i VMS

Przekazywaniu określonych informacji służą również słupki kilometrowe i inne znaczniki odległości, a także znaki zmiennej treści (VMS, ang. *variable messenger sign*). Słupki oraz tablice kilometrowe wskazują dystans pomiędzy ważniejszymi ośrodkami administracyjnymi. Instaluje się je również w celach technicznych (dla obsługi serwisowej). Za ich pomocą możliwe jest np. identyfikowanie elementów sieci drogowej.

Użytkownik europejskiego systemu autostrad jest w stanie w ciągu doby (przy założeniu odpoczynków i zmian kierującego pojazdem) przebyć maksymalnie do 1500 km. Na odległościach tego rzędu warunki ruchu zmieniają się od kilkuset do nawet kilku tysięcy razy. Zwłaszcza dotyczy to czynników klimatycznych, otoczenia zewnętrznego pasa drogowego, stanu nawierzchni, struktury rodzajowej ruchu i sieci drogowej czy nawet kraju tranzytowego, a co za tym idzie specyficznego (lokalnego) oznakowania. Co więcej, zmieniają się specyficzne zachowania kierujących pojazdami. Te zmiany mogą mieć charakter gwałtowny i zaskakujący,



dlatego tak istotne jest właściwe i bieżące informowanie użytkowników autostrady. W tym celu określono system znaków zmiennej treści (VMS) instalowanych najczęściej bezpośrednio ponad pasem drogowym. W odróżnieniu od oznakowania poziomego i pionowego, znaki VMS oferują lepszą widoczność z dużych odległości, w różnych warunkach atmosferycznych, jak również zapewniają dynamiczne wyświetlanie informacji dotyczących parametrów i warunków jazdy.

Inteligentne systemy transportowe (ITS)

Na autostradach, ze względu na rozwijane przez jej użytkowników duże prędkości, szczególnie istotna jest kontrola warunków ruchu drogowego. W ramach inteligentnych systemów transportowych (ITS, ang. *Intelligent Transportation Systems*) definiuje ten aspekt usługi *Driver Safety Monitoring*, która umożliwia określenie stanu kierowcy i pojazdu w czasie rzeczywistym. Z uwagi na tę samą okoliczność istotne są systemy kontrolujące ruch pojazdu w jego osi i strefach bocznych tzw. *Longitudinal Safety Warning* i *Lateran Safety Warning* (zarówno z wykorzystaniem urządzeń montowanych w pasie drogowym, jak i w samochodach). Zastosowanie tego typu rozwiązań jest uzasadnione w przypadku umieszczenia urządzeń we wszystkich pojazdach uczestniczących w ruchu (ang. *cooperative vehicle safety systems*).

Jeszcze inne korzyści oferuje technologia V2V (*Vehicle-to-Vehicle*), która jest obecnie rozwijana w ramach prac badawczych. Jej zadaniem jest zapewnienie dynamicznej, bezprzewodowej wymiany danych między pojazdami znajdującymi się w niewielkiej odległości. W przyszłości system ten powinien minimalizować ryzyko wystąpienia kolizji przez częściowe przejmowanie kontroli nad pojazdem (np. w postaci korekty prędkości czy kierunku jazdy).

Systemy nawigacyjne

System GPS (ang. *Global Positioning System – Navigation Signal Timing And Ranging*) rozwijany jest od 1973 roku, począwszy od prac związanych z jego zastosowaniem dla celów wojskowych. Początkowo użycie GPS do nawigowania pojazdami drogowymi było problematyczne z uwagi na celowo wprowadzane zakłócenia SA (ang. *selective availability*), przez co dokładność pozycjonowania pojazdu wynosiła około 100 metrów.



Technologia V2V (Vehicle-to-Vehicle) zapewnia dynamiczną, bezprzewodową wymianę danych między pojazdami znajdującymi się w niewielkiej odległości

1 maja 2000 roku wyłączono sygnał zakłócający, co umożliwiło w praktyce zastosowanie sygnału GPS do precyzyjnego ustalania pozycji pojazdów i nawigowania w gęstych sieciach drogowych (dokładność rzędu 20 i mniej metrów). Pierwsze cywilne odbiorniki sygnału GPS, oparte na architekturze PC, powstawały począwszy od lat 80. ubiegłego wieku (np. niemiecki system Homer), natomiast komercyjne rozwiązania wprowadzono w latach 90. XX wieku (Honda, Mitsubishi, Magellan, Pioneer, Oldsmobile). System nawigacji samochodowej tworzy odbiornik sygnału GPS oraz jednostka obliczeniowa współpracująca z bazą danych, w której zapisano parametry sieci drogowej. Może on być montowany jako integralna bądź autonomiczna część pojazdu. Można oczekiwać, że docelowo systemy tego typu wykorzystane zostaną do autonawigacji pojazdów samochodowych, zwłaszcza na autostradach czy drogach ekspresowych, gdzie prowadzenie ruchu może się odbywać w oparciu o tzw. zautomatyzowaną autostradę (ang. *Automotive Highway*). Na takiej drodze, dzięki architekturze ITS, tworzone będą plutony (grupy) pojazdów z możliwością wyeliminowania procesu kierowania przez człowieka na znacznych odcinkach. System nawigacji decydować będzie o kierunku ruchu takiej grupy oraz o punktach jej formowania i rozformowania.

Ciekawym aspektem może być prawdopodobny powrót do źródeł systemów nawigacji samochodowych w oparciu o stacje naziemne (tzw. pseudosatellity). Wynika to z faktu, że w gęstych sieciach drogowych (metropolitalnych, aglomeracyjnych), organizacja ruchu oraz jego parametry chwilowe komplikują się coraz bardziej. Powstaje zatem problem statycznych baz danych sieci drogowej (zmiana parametru sieci i organizacji w trakcie ruchu pojazdu w systemach ITS). Innym problemem jest zwiększenie dokładności sygnału pozycjonującego pojazd w obszarze wysokiej zabudowy miejskiej. Być może technologia GPS zostanie w tym przypadku wyparta nowymi rozwiązaniami z obszaru technologii sieci bezprzewodowych (GSM, WiFi, BT i inne).

Oświetlenie autostrad

Obserwowane obecnie wydłużanie okresów szczytów komunikacyjnych wpływa na coraz częstsze realizowanie podróży w godzinach zmierzchu czy wręcz nocnych. Procesy



Na autostradach i drogach ekspresowych ze względu na duże prędkości rozwijane przez kierowców istotna jest kontrola i stały monitoring

suburbanizacji i metropolizacji aglomeracji powodują, że ta specyfika dotyczy również autostrad i dróg ekspresowych. Powstaje więc problem jak najlepszego ich oświetlenia. Służy temu pakiet usług w ramach architektury ITS o nazwie *Roadside Lighting System Control* (RLSC). Definiuje on standardy dotyczące zarządzania systemami oświetlenia elektrycznego na drogach ekspresowych i autostradach w obrębie gęstych sieci. W tym celu realizowane jest różnorodne monitorowanie warunków ruchu pod kątem ustalenia parametrów właściwego oświetlenia drogi. Na podstawie określonych miar widoczności zmieniane zostaje w sposób dynamiczny oświetlenie konkretnego odcinka drogi. RLSC kontroluje również w czasie rzeczywistym warunki oświetlenia na drodze np. w związku z zaistniałym zdarzeniem drogowym. Sens stosowania tego typu systemów jest dwójaki. Z jednej strony mogą one zwiększyć bezpieczeństwo ruchu, a z drugiej spowodować oszczędność energii (w sytuacji, gdy urządzenie nie rejestruje obecności pojazdu na drodze, może ograniczyć natężenie oświetlenia lub je wyłączyć).

Sygnalizacja świetlna

Sygnalizację świetlną, która jest najpowszechniej stosowanym środkiem organizowania ruchu w miastach, stosuje się w celu oddzielenia w czasie kolizyjnych potoków zarówno pojazdów, jak i pieszych. Odbywa się to przez wysyłanie odpowiednich sygnałów, informujących o prawie bądź zakazie przejazdu lub przejścia. Jest ona narzędziem bez wątpienia wpływającym na poprawę bezpieczeństwa ruchu.

Jej historia rozpoczęła się od zainstalowania w 1868 roku w Londynie, na skrzyżowaniu Bridge Street i New Palace Yard, ręcznie sterowanych urządzeń semaforowych z gazową lampą wysyłającą sygnały zielone i czerwone. Wybuch gazu na kilkadziesiąt lat zniechęcił londyńczyków do zajmowania się sterowaniem ruchem ulicznym. Kolory sygnalizacji drogowej zostały najpewniej zaczerpnięte z tych używanych w ruchu wodnym do identyfikacji burt. W 1848 roku w Wielkiej Brytanii wprowadzono przepisy, które wymagały wyświetlania czerwonych i zielonych świateł pozycyjnych, a także białych świateł masztowych. Najprawdopodobniej wybrano te kolory z uwagi na fakt, że czerwony kojarzy się z zagrożeniem, zielony wiąże się z nadzieją, a żółty „jest gdzieś pomiędzy”.



Początek nowej ery nastąpił w Cleveland (Ohio), gdzie 5 sierpnia 1914 roku na rogu 105. ulicy oraz Euclid Avenue uruchomiona została elektryczna sygnalizacja świetlna (przypominająca wersję londyńską – tzn. semaforowe ramiona z latarnią). Jej twórcą była American Traffic Signal Company. Cztery lata później w Nowym Jorku nastąpiło zastosowanie sygnałów trójkolorowych, a w 1922 roku uruchomiono pierwszą koordynację sygnałów na sąsiednich skrzyżowaniach (Salt Lake City). Rok 1928 przyniósł w New Heaven sygnalizację akomodacyjną, uzależnioną od sytuacji na skrzyżowaniu, reagującą na sygnał klaksonu samochodu. W Europie ten typ sygnalizacji pojawił się w roku 1932, w Anglii. Pierwsze próby sterowania sygnalizacją przez komputer podjęte zostały w 1959 roku w Toronto.

W Polsce sygnalizacja świetlna pojawiła się w 1926 roku w Warszawie na skrzyżowaniu Alei Jerozolimskich i ulicy Marszałkowskiej. Pierwszą w Polsce sygnalizację wzbudzaną przez pieszych zainstalowano w 1967 roku w Warszawie przy ulicy Grójeckiej, a rok później zadebiutował system skoordynowanego sterowania w ciągu Alei Jerozolimskich i ulicy Marszałkowskiej. Pierwsza w pełni akomodacyjna sygnalizacja wielofazowa została uruchomiona w roku 1974.

Klasyfikację sygnalizacji można przeprowadzić ze względu na sposób realizacji programu kierowania ruchem, współdziałanie z innymi sygnalizacjami oraz cel stosowania. Pod względem sposobu realizacji programu i powtarzalności pracy sygnalizacje dzielą się na:

- cykliczne: stałoczasowe; jedno- i wieloprogramowe; zmiennoczasowe (akomodacyjne);
- acykliczne;
- wzbudzane.

Najczęściej spotykana jest sygnalizacja cykliczna stałoczasowa z jednym programem; ma regularne sekwencje faz oraz ustaloną długość cyklu i poszczególnych sygnałów. Natomiast sygnalizację wieloprogramową (nazywaną aktualizowaną) cechuje kilka programów o różnych, lecz stałych długościach cykli i poszczególnych sygnałów. Wybór programów może się odbywać zgodnie z zaplanowanym wcześniej czasowym harmonogramem przełączania lub w zależności od wybranych



parametrów ruchu. W sygnalizacji akomodacyjnej ustala się sekwencję faz; czasy ich trwania są zmienne i zależą od charakterystyki ruchu na skrzyżowaniu przesyłanej z detektorów. Przy zmiennych długościach cyklu i sygnałów istnieje możliwość pomijania niektórych faz ruchu. Istnieje też sygnalizacja częściowo akomodacyjna: zazwyczaj stosowana na skrzyżowaniach ulic o dużym zróżnicowaniu znaczenia w układzie komunikacyjnym; zapewnia ona zdecydowanie lepsze warunki ruchu na wybranym kierunku, który określony jako główny otrzymuje zielone światło zawsze, natomiast kierunek podporządkowany – po wzbudzeniu. Sygnalizacja acykliczna charakteryzuje się zmienną, uzależnioną od natężenia ruchu, różną sekwencją faz, które mogą być tworzone na bieżąco, a czas ich trwania zmienia się w zależności od potrzeb. Sygnalizacja wzbudzana pracuje według takiego oto układu: stan ustalony – stan wzbudzenia – stan ustalony. W stanie wzbudzenia spowodowanym zgłoszeniem się jednego z wybranych uczestników ruchu, sygnalizacja działa jako cykliczna stałoczasowa (lub zmiennoczasowa) albo acykliczna. W stanie ustalonym nadawany jest w sposób ciągły na każdym sygnalizatorze ustalony sygnał (najczęściej żółty lub czerwony). Jeśli nie ma dalszych zgłoszeń po stanie wzbudzenia sygnalizacja powraca do stanu ustalonego lub przy dużej liczbie zgłoszeń przechodzi w stan pracy ustalonej. W niektórych miastach pojawiły się sekundniki wyświetlające czas pozostały do zapalenia się zielonego światła. Pomysł ten spotkał się z entuzjastycznym przyjęciem przez kierowców. Wyświetlacze czasu są pomocne w utrzymaniu „zielonej fali”, wpływając pozytywnie na dynamikę przejazdu oraz pośrednio przyczyniają się do ochrony środowiska.

Mając na względzie sposób współdziałania z innymi sygnalizacjami, można wyróżnić sygnalizacje:

- odosobnione (działają niezależnie od innych sygnalizacji);
- sprzężone (regulację ruchu na sąsiednich skrzyżowaniach prowadzi jeden sterownik);
- skoordynowane (programy wyświetlane przez lokalne sterowniki są skoordynowane przez sterownik nadrzędny w celu uzyskania planu sygnalizacji);
- centralnie sterowane (programy ustalone w centrum sterowania przez komputer są realizowane przez lokalne sterowniki).

Biorąc pod uwagę cel stosowania sygnalizacji, jej działanie oprócz sterowania ruchem może spełniać również inne funkcje, np. ostrzegawcze (pulsujący żółty sygnał w godzinach nocnych, wyjazd straży pożarnej, kolizja torowiska tramwajowego z jezdnią), sterowanie ruchem wahadłowym.

Uczestnikom ruchu sygnały przekazywane są przez sygnalizatory. Najczęściej wyposażone są w trzy soczewki: zieloną, żółtą i czerwoną o średnicy 20 cm, z wyjątkiem sygnalizatorów kierunkowych i wiszących, a także stosowanych przy dopuszczalnych prędkościach powyżej 60 km/godz. oraz na pierwszym skrzyżowaniu ciągu, które powinny mieć 30 cm. Zielona strzałka pozioma umieszczona u dołu sygnalizatora zezwala na warunkowe wykonanie skrętu, gdy zapalone jest światło czerwone.

W naszym kraju stosowane są następujące sygnały:

- dla pojazdów: zielony, żółty, czerwony oraz uprzedzający o włączeniu się zielonego światła - czerwony i żółty;
- dla pieszych: czerwony, zielony i zielony pulsujący – wyświetlane z sylwetką idącego lub stojącego pieszego;
- specjalne (dla pojazdów komunikacji miejskiej) – białe o znaczeniu odpowiadającym sygnałom: czerwonemu, żółtemu i zielonemu.

W niektórych miastach w Polsce, a także w kilku krajach Europy Zachodniej można spotkać sygnalizatory dla komunikacji zbiorowej, wyposażone w cztery białe lampy, których układ i sposób wyświetlania umożliwia przekazanie odpowiedniego sygnału.

Dobra widoczność świateł zależy od ustawienia sygnalizatorów, zamontowanych soczewek i osłon przeciwsłonecznych, reflektorów oraz źródeł światła. W przypadku gdy sygnalizatory zawieszone są nad jezdnią, w niewielkiej odległości od linii zatrzymania montowane są dodatkowe, mniejsze, o średnicy 10 cm. Są one przeznaczone dla kierowców pierwszych pojazdów, którzy mogą nie widzieć sygnalizatora głównego.

Sterująca ulicznym ruchem sygnalizacja działa według opracowanego programu. Proces jego projektowania wymaga zebrania danych wyjściowych, m.in. informacji o istniejącym i prognozowanym natężeniu ruchu (wraz ze strukturą rodzajową i kierunkową), o dziennych i tygodniowych wahanach ruchu, o geometrycznym ukształtowaniu skrzyżowań z uwzględnieniem liczby i przeznaczenia pasów ruchu, promieni skrętu, przebiegu torowisk i przejść dla pieszych, o prędkości ruchu na wjazdach, lokalizacji przystanków, itd. Wybór struktury programu stanowi punkt wyjścia do jego projektowania i często odbywa się z uwzględnieniem struktury kierunkowej ruchu i ograniczeń geometrycznych. W pierwszej kolejności rozważana jest sygnalizacja dwufazowa (zapewnia największą przepustowość ogólną), w drugiej brane są pod uwagę jej modyfikacje (np. wprowadzenie podfaz dla pojazdów skręcających w lewo). W dalszej kolejności rozważana jest możliwość zmiany przeznaczenia i wprowadzenia dodatkowych pasów ruchu, ograniczenie niektórych relacji, a nawet zmiany rodzaju rozwiązania geometrycznego.

Programowanie sygnalizacji świetlnej jest ściśle związane z geometrycznym ukształtowaniem skrzyżowania. W celu zastosowania przyjętego programu sterowania ruchem niezbędne jest odpowiednie rozwiązanie geometryczne i na odwrót: geometryczne rozwiązanie ma wpływ na wariantowość sygnalizacji. W związku z tym wskazane jest uwzględnienie możliwości zamontowania sygnalizacji już w fazie projektowania geometrii skrzyżowań.

Bariery ochronne

Wytyczne stosowania drogowych barier ochronnych określają kryteria badań zderzeniowych. Podczas wyboru odpowiedniego rodzaju bariery ważna jest identyfikacja strefy i potencjalnych zagrożeń tam występujących (ukształtowanie terenu, rodzaj i zawartość poboczy), analiza historii wypadków drogowych w tym miejscu oraz opracowanie strategii zapobiegawczych.

Na rynku stosuje się głównie cztery typy barier drogowych: betonowe, stalowe, linowe oraz tymczasowe (typu Tytan). Każdy rodzaj charakteryzuje się innymi właściwościami eksploatacyjnymi. Bariery betonowe produkowane z prefabrykatów betonowych charakteryzuje mała odporność na erozję. Montaż wymaga specjalistycznego ciężkiego sprzętu, a ich transport stwarza problemy z powodu dużej wagi własnej elementu. Zderzenie pojazdu z barierą powoduje, że odpadają od niej części betonu, co powoduje dodatkowe uszkodzenia pojazdu i stwarza zagrożenie.

Bariery stalowe ze względu na zastosowanie blachy stalowej profilowanej cechują się małą odpornością na korozję. Posiadają ponadto ostre krawędzie, co powoduje zagrożenie podczas wypadków drogowych. Słupki mocujące do barier są wbijane na głębokość do dwóch metrów, przez co należy zachować ostrożność z uwagi na możliwość występowania podziemnych instalacji wodnych i elektrycznych. Transport nie jest uciążliwy, ponieważ elementy są lekkie i nie stwarzają problemów przy załadunku i wyładunku.

Bariery linowe charakteryzuje szybki i łatwy montaż. Stanowią jednak duże zagrożenie, gdyż nie gwarantują bezpiecznego zatrzymania pojazdu na tym samym pasie ruchu oraz wymagają częstych kontroli naciągu i stopnia ich korozji. Bariery tymczasowe typu Tytan wykonane są z polietylenu i mają zastosowanie np. w trakcie remontów dróg, przy wjazdach lub wyjazdach, przy punktach poboru opłat itp. Jednak nie spełniają one wymogów badań zderzeniowych. Ich montaż odbywa się poprzez napełnienie bariery piaskiem lub wodą.

Stosowane są także różnego typu innowacyjne rozwiązania polegające na łączeniu różnych materiałów – np. bariery betonowe w obudowach z tworzyw sztucznych. Do zalet takich konstrukcji należy brak korozji i erozji materiału, a także większe bezpieczeństwo dla pojazdów z uwagi na brak odłamków betonu czy ostrych stalowych elementów przy zderzeniu.

W ostatnich latach bariery ochronne zwiększają swoją funkcjonalność poprzez instalację w ich obrysie dodatkowych elementów np. osłon przeciwoślepieniowych (*anty-blinding screens*). Chronią one kierujących przed oślepieniem ze strony pojazdów poruszających się w przeciwnym kierunku ruchu czy przed innymi zakłóceniami pojawiającymi się po drugiej ich stronie, np. związanymi z prowadzonymi robotami drogowymi. Dodatkowo osłony tego typu pozwalają jeszcze lepiej wyznaczyć właściwy tor jazdy. Wyposażone są w tym celu w elementy odblaskowe chroniące użytkowników autostrady przed przypadkowym najejchaniem na barierę czy na przeciwległy pas ruchu lub pobocze. Pozwalają także na bezpieczniejszą jazdę w czasie opadów i mgieł.

Odbląśniki

Rozwój w ostatnich latach techniki wytwarzania materiałów odblaskowych, oparty na ich miniaturyzacji i niższych kosztach wytworzenia, spowodował coraz powszechniejsze ich stosowanie na autostradach. Odbląśniki wykorzystywane są głównie do separacji elementów jezdni, których nie można przekraczać. Dotyczy to np. ostrzegania kierowcy o zmianie pasa ruchu lub przed zjazdem na pobocze czy pas awaryjny. Coraz częściej odbląśniki zastępuje się elementami umożliwiającymi wytwarzanie światła własnego, a nie tylko odbitego, dzięki użyciu diod LED i fotowoltaicznych układów zasilających. W pewnych przypadkach wprowadza się jako nowość możliwość pracy przerywanej tych urządzeń, choć, w związku z zastrzeżeniami natury medycznej, w Wielkiej Brytanii wstrzymano tego typu realizacje (negatywny wpływ na uczestników ruchu chorych na pewne grupy dolegliwości neurologicznych). Odbląśniki

montowane są nie tylko na nawierzchni jezdni, ale również na innych elementach pionowych w pasie drogi: na barierach betonowych lub stalowych, elementach konstrukcyjnych mostów itp.

Specjalne pasy ruchu

Ze wzrostem natężenia ruchu zauważalny jest proces specjalizacji wybranych pasów ruchu w sieci drogowej. Do popularnych rozwiązań tego typu, rozwijanych od lat 70. ubiegłego wieku, należą linie przeznaczone dla pojazdów o zwiększonym napełnieniu (ang. *HOV, high-occupancy lane, carpool lane, diamond line, transit lane*). Pasy tego typu dzielą się w zależności od liczby pasażerów w pojeździe na: HOV-2 i HOV-3, gdzie numer w nazwie linii określa minimalne napełnienie pojazdu. Uzupełnieniem tego rozwiązania są systemy wideorejestracji umożliwiające identyfikację użytkowników korzystających bezprawnie z tego typu udogodnień. Organizowane są również pasy postojowe tzw. *slugging lanes*, na których kierowca może zabrać pasażera, co powala mu w konsekwencji na legalne korzystanie z linii typu HOV-2. Czasem rozwiązania typu HOV łączone są z systemami taryfikacji ruchu pojazdów HOT (ang. *High Occupancy Toll Lines*), co jest zgodne z promowanym w UE kierunkiem zrównoważonego rozwoju transportu. Do ich zalet, poza zwiększeniem przepustowości liczonej w osobach (a nie pojazdach), należy minimalizacja negatywnego oddziaływania transportu na otoczenie. W Polsce tego typu rozwiązania nie były dotychczas stosowane powszechnie, choć ich działanie i możliwości technologiczne monitoringu są bardzo zbliżone do wykorzystywanych coraz powszechniej wydzielonych pasów ruchu dla autobusów w miastach. ■



Montaż ekranów i barier ochronnych, Autostrada Wielkopolska

Kształcenie



Ukończone studia magisterskie na kierunku budownictwa dają możliwość uzyskania uprawnień bez ograniczeń, natomiast studia zawodowe oferują uprawnienia w ograniczonym zakresie. O ile te pierwsze w dość oczywisty sposób zapewniają pełne możliwości projektowania, kontrolowania czy prowadzenia prac budowlanych, o tyle w drugim wypadku są one najczęściej zredukowane tylko do ostatniej czynności i to z reguły dla mniejszych obiektów. W drogownictwie ograniczone uprawnienia budowlane upoważniają do kierowania robotami budowlanymi na drogach lokalnych, dojazdowych czy wewnętrznych. W budownictwie mostowym kompetencje zredukowane są do kierowania pracami przy jednoprzęsłowym obiekcie oraz typowych konstrukcjach składanych i przepustach.

Kierunki zaliczane ogólnie do działu „budownictwo i architektura” należą do najczęściej wybieranych przez kandydatów na studia. Główną przyczyną ich popularności jest możliwość znalezienia pracy zgodnej z wykształceniem. Duża ilość i skala inwestycji w ostatnich latach zdecydowanie zwiększyła zainteresowanie tymi kierunkami. W dziale związanym z budownictwem pracuje ok. 6% osób, a przewidywany, bardzo wysoki poziom środków przeznaczonych na rozbudowę i modernizację infrastruktury drogowej i kolejowej w perspektywie pomiędzy 2014 a 2020 rokiem pozwala mieć nadzieję na stabilizację zatrudnienia przynajmniej na tym poziomie. Jeszcze dwa lata temu kierunki budowlane kończyło ok. 3% absolwentów

wszystkich uczelni, dzisiaj liczba studentów dochodzi już prawie do 5%. Budownictwo i architektura należą do segmentów szkolnictwa wyższego zdecydowanie zdominowanego przez uczelnie publiczne. Uczęszcza na nie ponad 86% studentów, podczas gdy średnia krajowa dla wszystkich kierunków wynosi około 70%. Choć podział na zawody męskie i żeńskie jest coraz bardziej niepopularny, to jednak można uznać, że kobiety na studiach „budowlanych” należą do mniejszości. Stanowią one tylko ok. 38% studentów, przy czym większość z nich kończy architekturę.

Wydziały związane z budownictwem zazwyczaj były jednymi z pierwszych na większości uczelni i z reguły należą do najbardziej obleganych przez kandydatów, a także przyjmujących najwięcej studentów. Utworzony w 1915 roku Wydział Inżynierii Lądowej jest jednym z trzech najstarszych na Politechnice Warszawskiej i należy do największych na tej uczelni – co roku ponad 700 kandydatów rozpoczyna na nim studia. Podobnie przedstawia się sytuacja na Politechnice Wrocławskiej i Politechnice Śląskiej, gdzie kierunki budowlane były jednymi z pierwszych fakultetów. W wypadku uczelni w Gliwicach budownictwo należało do czterech wydziałów, które zapoczątkowały jej powstanie. Choć studia „budowlane”, jako *stricte* inżynierskie, są z reguły domeną technicznych szkół wyższych, oferują je również niektóre uczelnie o charakterze bardziej humanistycznym, jak Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie czy Uniwersytet Zielonogórski.

Budownictwo, a co za tym idzie drogownictwo, jest jedną z bardziej restrykcyjnych dziedzin pod względem wymagań i zezwoleń, szczególnie w dziale projektowania, nadzoru oraz sprawowania funkcji kierowniczych. Prawo w dość precyzyjny sposób określa, kto i jakie kompetencje posiada.



Wydział Architektury Politechniki Śląskiej



Wydział Budownictwa Politechniki Poznańskiej

Uczelnie

Większość szkół wyższych oferuje studentom podobny zakres wiedzy, a różnice występują dopiero na etapie specjalizacji. Nauka najczęściej obejmuje projektowanie i wykonawstwo różnorodnych obiektów inżynierskich, technologię i organizację budownictwa, dobór i stosowanie materiałów oraz wykorzystywanie technik komputerowych i nowoczesnych technologii informatycznych. Dla najlepszych, a czasami tylko chętnych, dodatkową atrakcją jest współpraca międzynarodowa, jaką oferuje większość liczących się szkół wyższych. Z reguły polega ona na programie wymiany studentów w ramach projektów prowadzonych przez Unię Europejską lub bezpośredniej współpracy pomiędzy uczelniami.

Na większości liczących się uczelni w ramach kierunków budowlanych można wybrać specjalizację związaną z drogownictwem. Prawie zawsze wyodrębnione są działy związane z konstrukcjami mostowymi, a nierzadko również z drogami i autostradami. Wydział Inżynierii Lądowej Politechniki Warszawskiej w ramach studiów I i II stopnia umożliwia wybranie specjalizacji „Inżynieria komunikacyjna” czy „Konstrukcje budowlane i inżynierskie”, a w ramach tej ostatniej dodatkowo wydzielone są „Mosty i budowle podziemne”. Oprócz standardowego zakresu wiedzy z geodezji, geologii czy mechaniki nauka na nich obejmuje również węższe dziedziny, charakterystyczne dla drogownictwa. Składają się na nie projektowanie i wykonawstwo dróg, autostrad oraz bardziej złożonych obiektów,



Absolwenci budownictwa Politechniki Śląskiej podczas rozdania dyplomów



Gmach główny Politechniki Gdańskiej

takich jak estakady i tunele, planowanie węzłów komunikacyjnych czy systemów transportu i układów komunikacyjnych. Studenci poznają również metody badania trwałości konstrukcji mostowych, wykonywania pomiarów geologiczno-inżynierskich i hydrogeologicznych, oceny jakości podłoża, na którym ma powstać obiekt, a także własności nawierzchni komunikacyjnych.

Podobnie wygląda nauczanie na innych największych uczelniach technicznych, które również oferują po kilka specjalności związanych z infrastrukturą drogową. Na Wydziale Budownictwa Politechniki Wrocławskiej (uznanym w 2012 roku przez MNiSW za najlepszy wydział budowlany w kraju) w ramach Instytutu Inżynierii Lądowej, funkcjonuje Katedra Dróg i Lotnisk oraz Zakład Mostów. Na studiach magisterskich słuchacze mogą sobie wybrać dwie specjalności bezpośrednio związane z drogownictwem: „Budowa dróg i lotnisk” oraz „Inżynieria mostowa”, a także jedną pośrednio związaną z tym działem – „Budownictwo podziemne i inżynieria miejska”.

Na Politechnice Gdańskiej specjalnościami związanymi z drogownictwem zajmują się katedry: Inżynierii Drogowej oraz Mechaniki Budowli i Mostów. Oprócz wiedzy o budowie i projektowaniu dróg i mostów uczelnia proponuje nauczanie o planowaniu i projektowaniu rozwiązań



Absolwentki Wydziału Budownictwa Politechniki Koszalińskiej



Wydział Architektury i Budownictwa Politechniki Wrocławskiej

drogowych oraz bezpieczeństwie ruchu drogowego. Dwie specjalizacje oferuje również Politechnika Poznańska w ramach zakładów: Dróg, Ulic i Lotnisk oraz Budowy Mostów i Dróg Kolejowych, działających w strukturach Wydziału Budownictwa i Inżynierii Środowiska.

Ze względu na swoje umiejscowienie i charakter gospodarczy regionu, bardziej unikalne specjalności oferuje Politechnika Śląska. Działalność dydaktyczną funkcjonujących na wydziale budownictwa katedr: Mechaniki i Mostów oraz Geotechniki i Dróg obejmuje nauczanie związane z eksploatacją i budownictwem obiektów mostowych, drogowych, komunikacyjnych i infrastruktury komunalnej na terenach przemysłowych, ze szczególnym uwzględnieniem obszarów objętych wpływami górniczymi.

W Polsce jest kilkadziesiąt wydziałów budownictwa i prawie wszystkie większe uczelnie oferują specjalności w mniejszym lub większym stopniu związane z drogownictwem. Nie oznacza to jednak, że projektowaniem oraz budową dróg i mostów zajmują się tylko inżynierowie, którzy się w tym zakresie specjalizowali. Prawo budowlane nie uzależnia zdobycia uprawnień bez ograniczeń w drogownictwie od specjalności. Warunkiem jest ukończenie studiów magisterskich na kierunku budownictwo oraz zdanie odpowiedniego egzaminu.



Studenci budownictwa na Politechnice Częstochowskiej



Studenci budownictwa na Politechnice Częstochowskiej podczas zajęć



Uczniowie z klasy geodezyjnej z Zespołu Szkół Technicznych nr 2 w Puławach

Studia podyplomowe

Dla osób, które nie ukończyły specjalności związanej z drogownictwem, ale są aktywne zawodowo w tej branży, dostępna jest bardzo szeroka oferta studiów podyplomowych. Z reguły trwają one dwa semestry, obejmują sto kilkadziesiąt godzin zajęć i kończą się egzaminem końcowym. Prowadzi je większość uczelni, na których w ramach wydziałów budowlanych funkcjonują katedry lub zakłady związane naukowo z mostami lub drogami. Czasami zajęcia organizowane są wspólnie przez kilka szkół czy instytucji. Tak jest w wypadku Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie, którego Wydział Nauk Technicznych wspólnie z Instytutem Badawczym Dróg i Mostów w Warszawie zorganizował studia podyplomowe o specjalizacji „Eksplotacja dróg”.

Szkoły zawodowe

Podobnie jak na uczelniach, kierunki budowlane należą do najbardziej popularnych, tak budownictwo i drogownictwo należą, obok gastronomii, produkcji spożywczej i mechaniki, do grupy najczęściej oferowanych specjalności przez szkoły zawodowe. Wydawałoby się, że wytłumaczeniem w tym wypadku jest również możliwość znalezienia zatrudnienia, jednak, jak wynika z raportu Krajowego Ośrodka Wsparcia Edukacji Zawodowej i Ustawicznej (KOWEŻIU), czynnikiem decydującym jest dostępność zaplecza, wyposażenia techniczno-dydaktycznego oraz wykwalifikowanej kadry.



Członkowie Koła Młodych przy bydgoskim oddziale Polskiego Związku Inżynierów i Techników Budownictwa

Chociaż wśród 213 dopuszczonych do nauczania specjalności tylko kilka dotyczy budownictwa, to, szacując na podstawie danych KOWEŻIU, ponad 20% szkół zawodowych należy do „budowlanek”. Okazuje się jednak, że uczęszcza do nich niecałe 14% uczniów. Relacja pomiędzy ilością przyszłych adeptów budownictwa, a liczbą szkół jest więc zgodna z tezą, że profile nauczania nie są skorelowane z rynkiem pracy i zapotrzebowaniem na potencjalnych kandydatów. Potwierdzają to również badania przeprowadzone wśród pracodawców, którzy wielokrotnie krytykowali programy nauczania jako zbyt teoretyczne, oderwane od nowoczesnych technologii i rozwiązań. Jednak równocześnie okazuje się, że współtworzenie przez pracodawców programów nauczania nie należy do popularnych form współpracy z placówkami dydaktycznymi. Z takiej formy współdziałania korzysta mniej niż 20% przedsiębiorców, którzy w ogóle zdecydowali się na jakieś partnerstwo ze szkołami zawodowymi.

O ile w wypadku uczelni wyższych można było mówić o mniejszej liczbie kobiet wśród studentów „Budownictwa i architektury”, o tyle w szkołach zawodowych praktycznie prawie nie ma ich wśród uczniów. W zeszłym roku szkolnym na ponad 27 tys. adeptów kierunków budowlanych było 79 uczennic, a wśród prawie 9,4 tys. absolwentów znalazło się aż... 26 przedstawicielek płci pięknej.



ZUT



Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny

Wydział Budownictwa i Architektury

70-311 Szczecin, al. Piastów 50

Katedra Dróg i Mostów

tel. 91 449 40 36

e-mail: kdim@zut.edu.pl

kdim.zut.edu.pl

Wydział Budownictwa i Architektury Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie istnieje od 1946 roku, najpierw jako jeden z trzech wydziałów byłej Politechniki Szczecińskiej, a obecnie jeden z dziesięciu wydziałów ZUT w Szczecinie (zmieniona nazwa uczelni po połączeniu się w 2009 roku z Akademią Rolniczą).

WBiA prowadzi na poziomie inżynierskim i magisterskim cztery kierunki studiów: architektura i urbanistyka, budownictwo, inżynieria środowiska oraz wzornictwo, a także studia doktoranckie w dwóch dyscyplinach naukowych: architektura i urbanistyka oraz budownictwo. Jest największym wydziałem uczelni, na którym studiuje 3500 studentów.

Na kierunku budownictwo młodzież akademicka kształci się w pięciu specjalnościach: konstrukcje budowlane i inżynierskie (KBI), drogi, ulice i lotniska (DUL), budownictwo hydrotechniczne (BH), budownictwo energooszczędne (BE) oraz technologia i organizacja budownictwa (TOB).

Specjalizacja drogowa w byłej Politechnice Szczecińskiej miała swe początki już w 1947 roku, kiedy to powstały: Katedra Dróg i Ulic oraz Katedra Budowy Mostów. Następnie zostały one zakładami naukowymi działającymi w ramach Instytutu Inżynierii Lądowej. Po wielu reorganizacjach, w 1991 roku, powołano do życia Katedrę

Dróg, Mostów i Materiałów Budowlanych, której kierownikiem został prof. dr hab. inż. Bogusław Stefańczyk. Dziś, funkcjonująca na uniwersytecie Katedra Dróg i Mostów kierowana jest przez dr hab. inż. Alicję Sołowczuk, prof. ZUT.

Każdego roku mury uczelni opuszcza od 60 do 100 absolwentów specjalności drogowej. Posiadają oni wiedzę dotyczącą przestrzeni ruchu kołowego, a także umiejętności z zakresu projektowania, zagospodarowania i eksploatacji tej przestrzeni, z uwzględnieniem warunków technicznych dotyczących dróg, ulic oraz lotnisk. Każdy absolwent uzyskuje wszechstronne przygotowanie do: projektowania i utrzymania układów komunikacyjnych, skrzyżowań i węzłów drogowych, ulic oraz dróg kolejowych, mostów i tuneli. Potrafi opracować projekty związane z organizacją ruchu i systemem sygnalizacji świetlnej, a także kierować budową dróg i autostrad oraz obiektów inżynierskich. Studia

o specjalności drogowej przygotowują do podejmowania zadań w rejonach dróg publicznych, miejskich zarządach dróg i mostów, firmach wykonawczych budownictwa drogowego, przedsiębiorstwach robót drogowych, wytwórniach mieszanek mineralno-asfaltowych, zakładach budownictwa kolejowego oraz biurach projektowych.

Na wydziale działa bardzo aktywnie koło naukowe studentów „Profil”.



Bezpośrednio z drogownictwem związane są dwie specjalności – „Technik drogownictwa” oraz w wypadku tzw. zawodówek – „Mechanik maszyn i urządzeń drogowych”. Pośrednio w tej dziedzinie kształcenia są również uczniowie szkół o specjalności „Technik dróg i mostów kolejowych”.

Uzyskanie dyplomu technika drogownictwa daje dość szerokie kompetencje, oczywiście z pewnymi ograniczeniami dotyczącymi wielkości i rodzaju prac. Uprawnienia obejmują sporządzanie projektów dróg i ulic, planowanie ich odwodnienia, nadzór nad robotami remontowymi i modernizacyjnymi. Absolwenci techników przygotowani są również do wielu prac „okołodrogowych”, takich jak: utrzymanie chodników, prowadzenie prac brukarskich, projektowanie geometryczne i konstrukcyjne parkingów czy planowanie układów zieleni.

Jak sama nazwa zawodu wskazuje „Mechanik maszyn i urządzeń drogowych” przygotowujący jest do ich obsługi i konserwacji oraz do wykonywania nimi prac związanych z budową i utrzymaniem dróg i mostów.

Chociaż „Technik dróg i mostów kolejowych” głównie uczy się organizowania i koordynacji robót związanych z budową i utrzymaniem dróg i mostów kolejowych, to jednak, szczególnie w wypadku mostów, można uznać, że jest to również zawód dość ściśle powiązany z drogownictwem.



Przyszli technicy budownictwa, czyli uczniowie ZST w Toruniu

Szkolenia

Oddzielną grupą zajęć, podnoszących kwalifikacje lub przygotowujących do uzyskania konkretnych uprawnień, są różnego rodzaju szkolenia. Przykładem mogą być szkolenia inspektorów mostowych, prowadzone przez Politechnikę Wrocławską (od 1991 roku) i Politechnikę Rzeszowską (od 1995 roku), uprawniające do prowadzenia wymaganych prawem przeglądów obiektów mostowych. Oprócz szkół czy instytucji badawczych organizują je również różnego rodzaju stowarzyszenia branżowe, takie jak Związek Mostowców Rzeczypospolitej Polskiej czy Polska Izba Inżynierów Budownictwa. Tematyka i rodzaje zajęć kierowane są do różnych grup odbiorców. Mogą nimi być zarówno konstruktorzy czy projektanci, osoby na stanowiskach kierowniczych, jak i zwykli pracownicy.

Większość szkoleń i kursów odbywa się w cyklu ciągłym. Często przygotowują one do zdobycia konkretnych uprawnień, np. operatora maszyn budowlanych. Czasami jednak odbywają się okresowo lub okazjonalnie i dotyczą jakiegoś konkretnego problemu czy zagadnienia. Najczęściej przybierają wtedy formę konferencji lub seminarium. Ukończenie większości szkoleń, przynajmniej tych organizowanych w formie kursów, wiąże się najczęściej z uzyskaniem dyplomu, czasami certyfikatu lub świadectwa kwalifikacji. ■

Organizacje branżowe



Prezes Zarządu OIGD Barbara Dzieciuchowicz, Prezydent Izby Adam Kulikowski

Przedsiębiorstwa oraz różne grupy pracownicze, chcąc zadbać o swoje sprawy, muszą zrzeszać się w związkach, stowarzyszeniach i organizacjach samorządu gospodarczego. Dotyczy to szczególnie sytuacji, gdy prawie cały rynek zleceń „leży na styku” państwo – przedsiębiorstwo prywatne. W przypadku infrastruktury drogowej dodatkowo dochodzi jeszcze aspekt społeczny, czyli wykorzystywanie jej przez transport, z którego korzystamy wszyscy. Dlatego z tym sektorem gospodarki związanych jest wiele izb gospodarczych, organizacji przedsiębiorstw, pracodawców i pracowników oraz stowarzyszeń społecznych.

Organizacje przedsiębiorstw

Największą organizacją skupiającą przedsiębiorstwa związane z infrastrukturą drogową jest Ogólnopolska Izba Gospodarcza Drogownictwa (OIGD). Została ona założona w maju 1994 roku podczas Założycielskiego Walnego Zgromadzenia, w którym uczestniczyło 105 podmiotów gospodarczych działających w branży drogowej. Inicjatorem powołania Izby i jej pierwszym prezesem był Grzegorz Stech, ówczesny dyrektor w Rejonie Dróg Publicznych w Krakowie. We wrześniu 1998 roku OIGD połączyło się z Sekcją Drogową Izby Gospodarczej Transportu Lądowego.

Obecnie do OIGD należy około 150 firm z branży drogowo-mostowej z całej Polski. Oprócz największych przedsiębiorstw budowlanych, takich jak: Budimex SA, Mostostal Warszawa SA, Mota-Engil Central Europe SA, EUROVIA S.A. WARBU S.A., Przedsiębiorstwo Robót Mostowych „MOSTY-ŁÓDŹ” S. A., czy Bilfinger Infrastructure SA, członkami Izby są również małe i średnie firmy drogowe i mostowe, a także producenci materiałów, dostawcy i producenci urządzeń i maszyn drogowych, a nawet firmy leasingowe specjalizujące się w usługach finansowych dla tego sektora gospodarki.

Podstawą prawną powstania i działania OIGD jest ustawa z dnia 30 maja 1989 roku o izbach gospodarczych. Izba jest organizacją samorządu gospodarczego, reprezentującą interesy zrzeszonych przedsiębiorców w szczególności wobec organów władzy publicznej, organów samorządu terytorialnego oraz wobec innych instytucji i organizacji.

Izba kształtuje i upowszechnia zasady etyki w działalności gospodarczej, a w szczególności opracowuje i doskonali normy rzetelnego postępowania w obrocie gospodarczym.

Do tej pory Izba uczestniczyła w tworzeniu kilkuset aktów prawnych, wśród których znajdują się najważniejsze ustawy, m.in. o drogach publicznych, ich finansowaniu, budowie i eksploatacji dróg krajowych czy przygotowaniu i realizacji inwestycji w zakresie dróg krajowych. Oprócz opracowywania ustaw regulujących zasady funkcjonujące w drogownictwie, organizacja brała udział w tworzeniu przepisów ogólnobudowlanych lub związanych z prowadzeniem działalności gospodarczej, takich jak: prawo zamówień publicznych, prawo budowlane i zagospodarowanie przestrzenne, samorządy zawodowe architektów, inżynierów budownictwa oraz urbanistów, prawo o działalności gospodarczej.

W marcu 2002 roku Izba została wpisana na prowadzoną przez Prezesa UZP listę stowarzyszeń pracodawców i przedsiębiorców zrzeszających dostawców lub wykonawców uprawnionych do składania środków odwoławczych w zamówieniach publicznych.

Organizacja utrzymuje stały kontakt z administracją państwową i współpracuje z sejmowymi komisjami i podkomisjami oraz ministerstwami i urzędami publicznymi. Jej przedstawiciele zasiadają w Sekcji Drogowej Rady Naukowej Instytutu Badawczego Dróg i Mostów, Komisji Aprobata Technicznych oraz Radzie Zarządzającej Jednostki Certyfikującej Wyroby.

Izba objęła również patronat honorowy nad „Międzynarodowymi Targami Budownictwa Drogowego Autostrada – Polska” w Kielcach, a także „Międzynarodowymi Targami Budownictwa Drogowego, Kolejowego oraz Zarządzania Ruchem” w Warszawie.

W 2000 roku OIGD przeszła reorganizację. Utworzony został wówczas zarząd, powoływany raz na trzy lata przez Radę Izby. Zarząd jest organem wykonawczym i prowadzi bieżącą działalność organizacji. Natomiast za strategię funkcjonowania i kierunki działania odpowiada Rada Izby, która również nadzoruje aktualną działalność. W jej skład wchodzi przedstawiciele zrzeszonych w organizacji przedsiębiorców, reprezentujących poszczególne regiony odpowiadające administracyjnemu podziałowi kraju na województwa. Coroczne sprawozdanie z działań organizacji jest publikowane w biuletynie informacyjnym „Działania Ogólnopolskiej Izby Gospodarczej Drogownictwa”.

Organizację o podobnym charakterze do OIGD stanowi, skupiający duże firmy budowlane, Polski Związek Pracodawców Budownictwa (PZPB). Chociaż nie wszystkie należące do niego przedsiębiorstwa są aktywne w branży drogowo-mostowej, to jednak wśród kilkudziesięciu członków znajdują się największy wykonawcy inwestycji infrastrukturalnych.



Gala Polskiego Związku Pracodawców Budownictwa z okazji wręczenia odznaczeń resortowych zasłużonym pracownikom sektora budowlanego, 2013 r. Na zdjęciu prezes PZPB Jan Styliński

Z PZPB stowarzyszony jest także Polski Kongres Drogowy. Aktywność Związku skupia się głównie na kwestiach ogólnobudowlanych, jednak organizacja działa również w sektorze drogownictwa, szczególnie w kontaktach z Generalną Dyrekcją Dróg Krajowych i Autostrad.

Związek powstał w październiku 2004 roku, jako bezpośredni kontynuator Krajowej Izby Budownictwa. Koncentruje się głównie na działalności szkoleniowej, związanej z branżą budowlaną. Jest wydawcą wychodzącego od 20 lat czasopisma „Budownictwo Polskie”, a także organizatorem konkursu „Pracodawca roku w budownictwie”. Przysnaje również honorowy tytuł „Osobowość roku w budownictwie”. Pierwszą osobowością roku w budownictwie został Olgierd Dziekoński, ówczesny podsekretarz stanu w Ministerstwie Infrastruktury, a obecnie sekretarz stanu w Kancelarii Prezydenta RP, w drugiej edycji prezydent Wrocławia, Rafał Dutkiewicz, a w kolejnej Elżbieta Bieńkowska, Minister Infrastruktury i Rozwoju.

Organizacje branżowych ekspertów

Stowarzyszeniem zrzeszającym specjalistów (aktywnych zawodowo inżynierów i techników) związanych z mostownictwem jest Związek Mostowców Rzeczypospolitej Polskiej (ZMRP). To największa organizacja reprezentująca środowisko polskich mostowców,

a główne jej zadania obejmują doskonalenie zawodowe członków, dbanie o postawy etyczne w działaniu zawodowym, informowanie o osiągnięciach mostownictwa, propagowanie nowych metod projektowania i technologii oraz integrację środowiska i współpracę z podobnymi organizacjami na arenie międzynarodowej.

ZMRP powstał w 1991 roku w Skrzynkach koło Poznania, gdzie przyjęto projekt deklaracji programowej i regulamin Związku, opracowane przez profesora Mieczysława Rybaka. Pierwszym jego przewodniczącym został profesor Andrzej Ryżyński z Politechniki Poznańskiej. Dwa lata po rozpoczęciu działalności stowarzyszenie przystąpiło do Międzynarodowej Organizacji Mostów i Konstrukcji (IABSE). W tym okresie rozpoczęto również wydawanie ukazującego się do dzisiaj kwartalnika „Biuletyn Informacyjny ZMRP”, zawierającego bieżące informacje o działalności organizacji. Od 2000 roku Związek wydaje „Certyfikat kwalifikacyjny” osobom, które, według jego kryteriów, posiadają wymagane kwalifikacje i doświadczenie w mostownictwie. Jego ustanowienie było reakcją na zmianę w 1994 roku prawa budowlanego, zezwalającego na projektowanie i kierowanie budową mostów inżynierom i technikom z uprawnieniami konstrukcyjno-budowlanymi, ale często bez żadnej wiedzy i doświadczenia w budownictwie mostowym.

Oprócz certyfikatu, organizacja od 1997 roku przyznaje Medal Związku Mostowców Rzeczypospolitej Polskiej „Za wybitne osiągnięcia w polskim mostownictwie”, a od 2008 roku nagrodę imienia profesora Mieczysława Rybaka, przeznaczoną głównie dla młodych talentów.

Od 1998 roku ZMRP organizuje stały konkurs „Dzieło Mostowe Roku”, w którym wybierane są najlepsze konstrukcje mostowe wykonane w ciągu ostatnich dwóch lat. W 2013 roku nagrodzone zostały:

- w kategorii „Wdrożenie nowych technologii realizacji, nowych rozwiązań konstrukcyjnych oraz nowych rozwiązań w zakresie elementów wyposażenia mostów – mających istotny wpływ na postęp w polskim

mostownictwie” – wstęgowa kładka pieszo-jezdna w Lubniu, wykonana przez Przedsiębiorstwo Inżynieryjne IMB Podbeskidzie Sp. z o.o.; projektantem kładki jest Bogusław Markocki (DHV Polska);

- w kategorii „Objekt o nowatorskich rozwiązaniach konstrukcyjnych i technologicznych, dobrze wpisujący się w otoczenie – wiadukt WD-1 w ciągu trasy Słowackiego w Gdańsku, wykonany przez Budimex SA, autorem projektu jest Krzysztof Topolewicz (TOP PROJEKT);
- w kategorii „Rehabilitacja konstrukcji mostowej – obiekt, na którym wdrożono nowe technologie i innowacyjne rozwiązania konstrukcyjne oraz organizacyjne” – przebudowa istniejącego mostu przez rzekę Bóbr oraz budowa bliźniaczego mostu dla drugiej nitki, wykonana przez Firmę Gotowski Budownictwo Komunikacyjne i Przemysłowe Sp. z o.o., projektantem jest Krzysztof Kolasa (Przedsiębiorstwo Inżynieryjnych Usług Projektowo-Technicznych).

Związek ma 12 oddziałów lokalnych: dolnośląski, gdański, górnośląski, łódzki, małopolski, pomorsko-kujawski, rzeszowsko-lubelski, świętokrzyski, warmińsko-mazurski, warszawski, wielkopolski i zachodniopomorski.

Związki zawodowe

Organizacją społeczną zrzeszającą pracowników drogownictwa – zatrudnionych zarówno w firmach zajmujących się budową i utrzymaniem infrastruktury, jak i w administracji drogowej – oraz reprezentującą ich interesy, jest działający od ponad trzydziestu lat Związek Zawodowy Pracowników Drogownictwa Rzeczypospolitej Polskiej (ZZPD RP).

W 1983 roku, z inicjatywy zakładowych organizacji związkowych, powołano w Opolu Komitet Założycielski Federacji Związków Zawodowych Drogownictwa, a w następnym roku została oficjalnie zarejestrowana Federacja Związków Zawodowych Drogownictwa zrzeszająca współpracujące ze sobą organizacje. W latach 1992–1994, w wyniku przekształceń i konsolidacji zrzeszeń pracowniczych, powstał jeden, funkcjonujący do dzisiaj związek. Jest on następcą prawnym Związku Zawodowego Transportowców i Drogowców, Federacji Związków Zawodowych Drogownictwa RP oraz Federacji Niezależnych Samorządnych Związków Zawodowych Pracowników Zakładów Transportu i Maszyn Drogowych.

ZZPDRP zrzesza obecnych oraz byłych pracowników drogownictwa, jednostek współdziałających w budowie i utrzymaniu dróg oraz drogowych obiektów inżynieryjnych. Należy do niego kilkadziesiąt organizacji związkowych działających głównie w administracji oraz w publicznych i prywatnych przedsiębiorstwach. Zorganizowany jest w oddziałach, których zasięg i liczba odpowiada podziałowi administracyjnemu na województwa. Obecnie w szesnastu regionach skupionych jest prawie siedemdziesiąt organizacji związkowych.

Organizacja działa w oparciu o ustawę o związkach zawodowych, a jej podstawowym celem jest reprezentowanie interesów pracowników – zwłaszcza zawodowych, ekonomicznych i socjalnych. Do głównych

zadań ZZPD RP, a właściwie jej poszczególnych organizacji związkowych, należy badanie warunków pracy pod kątem obowiązującego prawa pracy i przepisów dotyczących bezpieczeństwa.

Organizacje społeczne

Oddzielną grupę tworzą stowarzyszenia społeczne działające na rzecz infrastruktury drogowej. Należą do nich głównie Polski Kongres Drogowy (PKD) oraz powstała niedawno Inicjatywa dla Infrastruktury (IDI).

Pomysł powołania PKD narodził się w czasie I Forum Zaradców Drogowych, jesienią 2004 roku. Powstała organizacja przyjęła formułę stowarzyszenia działającego na rzecz rozwoju wszystkich rodzajów dróg w Polsce: krajowych, wojewódzkich, powiatowych, gminnych oraz miejskich.

Członkiem stowarzyszenia mogą zostać osoby fizyczne aktywnie działające w sektorze drogownictwa. W ciągu prawie 10 lat do organizacji przystąpiło kilkaset osób, nie licząc członków honorowych oraz wspierających, którymi są firmy i instytucje.

W ramach PKD działa siedem komitetów technicznych: Rozwoju Infrastruktury Drogowej, Bezpieczeństwa Ruchu, Administracji Dróg Samorządowych i Krajowych, Regulacji Prawnych i Finansowych, Techniki Drogowej i Nauki, Utrzymania Dróg oraz Materiałów Drogowych. Do ich zadań należy analiza, diagnozowanie oraz przygotowanie opracowań z tematyki, jaką się zajmują.

Oprócz centrali w Warszawie, stowarzyszenie ma cztery oddziały regionalne: małopolski w Krakowie, warmińsko-mazurski w Olsztynie, lubelski w Lublinie i wielkopolski w Poznaniu.

Inicjatywa dla Infrastruktury jest nową organizacją, powstałą w 2013 roku, założoną przez kilku niezależnych ekspertów i specjalistów związanych z infrastrukturą. Pomimo swojego krótkiego okresu działania udało się jej jednak zorganizować kilka istotnych dla sektora drogowego przedsięwzięć. Należy do nich stworzenie „Białej Księgi Infrastruktury”, która zajmuje się powstałymi w ostatnich latach problemami, szczególnie na linii inwestor – wykonawca oraz przedstawieniem działań, które według stowarzyszenia mogłyby je rozwiązać.

Jednak podstawowym osiągnięciem IDI jest zorganizowanie Pierwszego Kongresu Infrastruktury, w którym wzięło udział kilkaset osób, w tym przedstawiciele Sejmu, Ministerstwa Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej, GDDKiA, organizacji i zrzeszeń przedsiębiorców i pracodawców oraz przedstawiciele firm budowlanych.

W ramach kilku paneli dyskusyjnych omówiono większość problemów, przed jakimi stoi polskie drogownictwo, oraz przedstawiono perspektywę rozwoju i sposoby finansowania infrastruktury na najbliższe lata. ■

Rozdział 3



ZBUDUJ SOBIE MOST

Nadzór inwestorski w mostownictwie



Inspektor nadzoru inwestorskiego bywa często błędnie utożsamiany z inspektorem nadzoru budowlanego, który jest urzędnikiem państwowym, niekiedy wydelegowanym do kontroli budowanego lub przekazywanego do użytkowania obiektu.

A zatem są to dwie zupełnie odmienne funkcje. Inspektorem nadzoru inwestorskiego może zostać tylko osoba wykonująca samodzielnie zadania techniczne w budownictwie, posiadająca wiedzę inżynierską, praktykę zawodową dostosowaną do stopnia skomplikowania robót budowlanych, stosowne uprawnienia wykonawcze w danej specjalności oraz członkostwo właściwej izby zawodowej.

W zasadzie należałoby napisać „inspektorzy nadzoru inwestorskiego”, ponieważ może być ich kilku. W wypadku, w którym występuje konieczność ustanowienia kilku inspektorów o różnych specjalnościach, prawem (i obowiązkiem) inwestora jest wyznaczenie jednego z nich jako koordynatora ich czynności na budowie. Udział wykonawcy nadzoru w procesie realizacji projektu zaczyna się najczęściej na etapie rozpoczęcia budowy, jednak na efektywny nadzór mają wpływ również wcześniejsze fazy związane z przygotowaniem do rozpoczęcia inwestycji.

W świetle prawa inspektor nadzoru inwestorskiego musi zostać ustanowiony, gdy powstaje obiekt użyteczności publicznej, np. most lub projekt o wysokim stopniu skomplikowania. Zawsze mówi o tym wyraźnie decyzja o pozwoleniu na budowę. Inspektor jest bowiem pełnoprawnym uczestnikiem procesu budowlanego (razem z inwestorem, projektantem i kierownikiem budowy, posiada zarówno prawa, jak i obowiązki. Ma czuwać nad właściwą realizacją inwestycji, co powoduje, że ponosi odpowiedzialność jedynie za niewykonanie lub nienależyte wykonanie czynności objętych umową; nie odpowiada natomiast za cele, które na podstawie tej umowy miały być osiągnięte (chyba że w wyniku jego działań inwestor poniesie szkodę). Prawa i obowiązki uczestników procesu budowlanego zostały skonstruowane w taki sposób, aby się idealnie zązębiały,

ale nie nakładały nawzajem. Warto więc pamiętać, że projektant jest od projektowania, kierownik budowy – od kierowania budową, a inspektor – od kontrolowania przebiegu prac.

Wymienione w art. 25 ustawy prawo budowlane powinności inspektora mają chronić nie tylko jego interesy, ale również interes publiczny. Do jego podstawowych obowiązków należy: reprezentowanie inwestora na budowie przez sprawowanie kontroli zgodności jej realizacji z projektem, stosownym pozwoleniem i przepisami; sprawdzanie jakości wykonywanych robót i wbudowanych wyrobów budowlanych; kontrola i odbiór prac ulegających zakryciu (np. zbrojenia) lub zanikających (np. deskowania); uczestniczenie w próbach i odbiorach technicznych instalacji oraz specjalistycznych urządzeń; przygotowanie oraz udział w czynnościach odbioru gotowych obiektów i przekazywanie ich do użytkowania; potwierdzanie faktycznie wykonanych robót oraz usunięcia wad, a także – fakultatywnie na zlecenie inwestora – kontrolowanie rozliczeń budowy; może to być zarówno kontrola od strony ilościowej (w zakresie zgodności rachunków wystawionych inwestorowi z tym, co rzeczywiście zostało wykonane), jak i kontrola pod względem finansowym.

Sumienne wykonanie przez inspektora tych zadań jest niezwykle ważne, gdyż odbiór robót jest ostatnim momentem, w którym bez większych komplikacji (konieczności

ZBM Inwestor Zastępczy S.A.



ZBM Inwestor Zastępczy SA

03-215 Warszawa, ul. Jagiellońska 88, B.51 BC, lok. 36
tel./fax 22 651 06 50, 22 651 06 52
e-mail: sekretariat@zbm.com.pl
www.zbm.com.pl

Zakłady Budownictwa Mostowego Inwestor Zastępczy SA istnieje od 1998 roku. Realizuje szeroki zakres usług zarządzania, nadzoru technicznego i kosztowego nad robotami, inwestorstwa zastępczego oraz szeroko rozumiane świadczenia doradcze dostosowane do potrzeb klienta – inwestora. Nasze wsparcie obejmuje nadzory inwestorskie nad realizacją obiektów budownictwa: drogowego, kolejowego, lotniskowego, obiektów inżynierskich, przemysłowego i ogólnego. Zakres naszych usług obejmuje kompleksowe zarządzanie realizacją wszelkich projektów infrastrukturalnych oraz nadzór techniczny nad robotami, zgodnie z warunkami kontraktowymi FIDIC (w charakterze inżyniera) i obowiązującym polskim prawem budowlanym, w szczególności w takich kategoriach jak:

Konstrukcje inżynierskie:

- drogi, w tym: autostrady i drogi ekspresowe;
- mosty, wiadukty, tunele;
- budownictwo kolejowe, lotniskowe i przemysłowe;
- instalacje ochrony środowiska.

Budownictwo ogólne:

- budownictwo mieszkaniowe;
- budynki użyteczności publicznej;
- budownictwo przemysłowe.



Kadra ZBM IZ to zespół złożony z 400 inżynierów i specjalistów o najwyższych kwalifikacjach z wieloletnim doświadczeniem, jak również specjalistów w dziedzinie organizacyjno-prawnej. Najważniejsze dokonania firmy związane są z zarządzaniem i nadzorem nad budową dróg i obiektów inżynierskich. Firma była wielokrotnie nagradzana za wdrażanie nowych technologii. Otrzymała m.in. Nagrodę Ministra Infrastruktury i Rozwoju za najlepszą ofertę w kategorii „drogi” (w roku 2008) oraz nagrodę za kompleksowe i nowoczesne usługi w zakresie zarządzania i nadzoru nad budową dróg w kategorii „technologie i usługi” (w roku 2010). Wartość nadzorowanych robót od początku istnienia ZBM Inwestor Zastępczy SA wyniosła 20 mld zł.

Certyfikaty

ZBM Inwestor Zastępczy SA pracuje zgodnie z najważniejszymi standardami obowiązującymi w sektorze budowlanym.

Do najważniejszych należą:

- system zarządzania jakością zgodny z normą PN-EN ISO 9001:2009. Spółka posiada certyfikat Systemu Zarządzania Jakością oraz certyfikat IQNet od 2004 roku;
- spółka jest członkiem Stowarzyszenia Inżynierów Doradców i Rzeczoznawców (SIDiR);
- prowadzone przez spółkę kontrakty są zgodne ze standardami Międzynarodowej Federacji Inżynierów Konsultantów (FIDIC);
- spółka wdraża System Zarządzania Środowiskowego i BHP zgodnie z normami PN-EN ISO 14001 i PN - N- 18001:2004.

Nasi najważniejsi klienci:

GDDKiA, ZMID w Warszawie, MPWiK, PKP PLK, Zarządy Dróg Wojewódzkich, miasto Warszawa, miasto Suwałki.

Nadzorowaliśmy inwestycje mostowe:

- most Świętokrzyski przez rzekę Wisłę w Warszawie;
- most Siekierski przez rzekę Wisłę w Warszawie;
- most Solidarności przez rzekę Wisłę w Płocku;
- most przez Zalew Zegrzyński w Zegrzu;
- most przez rzekę Wisłę w Polańcu;
- most przez rzekę Wisłę k/ Kwidzyna;
- most Północny przez rzekę Wisłę w Warszawie etap I i etap II;
- most Grota Roweckiego przez rzekę Wisłę w Warszawie.

Nadzorujemy:

- most przez rzekę Nogat w Malborku;
- mosty przez rzekę Wisłę w ciągu drogi S7 Koszwały – Nowy Dwór Gdański wraz z remontem mostu w ciągu drogi DK7 w Kiezmie.

poniesienia dodatkowych kosztów lub prowadzenia negocjacji) można zażądać usunięcia stwierdzonych usterek. Obowiązki, o których tu mówimy, mają charakter obligatoryjny. Oznacza to, że nawet gdy nie zostały spisane w umowie o pełnienie nadzoru, inspektor musi je wykonać.

W kompetencjach inspektora jest wydawanie poleceń kierownikowi budowy lub kierownikowi robót (potwierdzonych wpisem do dziennika budowy), dotyczących: usunięcia nieprawidłowości lub zagrożeń, wykonania prób lub badań (także wymagających odkrycia robót lub elementów zakrytych) oraz przedstawienia ekspertyz w sprawie prowadzonych robót budowlanych i dowodów dopuszczenia do stosowania w budownictwie wyrobów oraz urządzeń technicznych. Ma też prawo żądać od kierownika budowy lub kierownika robót dokonania poprawek lub ponownego wykonania wadliwie wykonanych prac, a także wstrzymanie dalszych robót budowlanych w przypadku, gdyby ich kontynuacja mogła wywołać zagrożenie bądź spowodować niedopuszczalną niezgodność z projektem lub pozwoleniem na budowę. Jak widać, inspektor nadzoru inwestorskiego jest człowiekiem, który może naprawdę mocno „tupnąć nogą”, jeśli uzna, że jakiegokolwiek prace są prowadzone w sposób, który narusza interesy inwestora lub obowiązujące prawo. Inspektor nadzoru, ze względu na posiadane uprawnienia, ma więc znacznie większy zakres działań niż sam inwestor. Jest jednak osobą wyznaczoną do pilnowania jego interesów. Inspektor natomiast nie może nakazać wykonawcy wykonywania jakichkolwiek prac dodatkowych nieobjętych zakresem świadczenia wykonawcy.

Jeśli projekt jest dużą inwestycją mostowo-drogową (np. skrzyżowanie autostrad lub budowa mostu z estakadami i dojazdami), wówczas powołuje się zespół lub konsorcjum inspektorów nadzorujących wydzielone roboty mostowe. Ich zasadnicze prawa i obowiązki nie ulegają zmianie i polegają na prowadzeniu nadzoru nad realizacją zadań przez generalnego wykonawcę w zakresie zgodności wykonania z udzielonym pozwoleniem na budowę i dokumentacją projektową, tzn.: projektem budowlanym, projektem wykonawczym, specyfikacjami technicznymi, przedmiarami robót i kosztorysem inwestorskim. Dodatkowo zespół opiniuje wprowadzane i stosowane wyroby budowlane i materiały, które mają zasadniczy wpływ na trwałość wznoszonych obiektów, kontroluje dokumentację wykonawcy pod kątem jej zgodności z dokumentacją projektową oraz wspiera inżyniera projektu w zakresie kontroli przedstawianych pomiarów prac wykonanych przez generalnego wykonawcę.



W trakcie realizacji robót szczególnej uwadze nadzoru inwestorskiego podlega, m.in.: bezpieczeństwo prowadzonych prac, zwłaszcza gdy odbywają się one bez wyłączenia ruchu pojazdów; budowa ścianek szczelnych zabezpieczających wykopy pod obiekty tunelowe; wykonanie pali wierconych; sprawdzenie rzeczywistej wytrzymałości lin do naciągu want (np. w przypadku mostu podwieszonego lub wiszącego); wykonanie kotew gruntowych, stabilizujących nasypy przy ścianach; kontrolowanie robót we współpracy z nadzorem autorskim, jeśli wymagają tego okoliczności na placu budowy; bezpieczeństwo dostaw i montaż ponadgabarytowych elementów konstrukcji stalowych; nadzorowanie realizacji i bezpieczeństwa robót związanych z wprowadzaniem przez wykonawcę technologii montażu konstrukcji stalowych przy ograniczonej ilości rusztowań; wytworzenie i montaż konstrukcji stalowej wraz z zabezpieczeniem antykorozyjnym; wykonanie dźwigarów łukowych (sprawdzenie styków, geometrii oraz wykonywanie badań nieniszczących); wspomaganie wraz z nadzorem autorskim czynności związanych z bezpieczeństwem montażu łuków na węzłowiach; kontrola realizacji robót związanych z wprowadzaniem nowatorskich technologii; kontrola wykonania na żelbetonowych pomostach izolacji powłokowej (natryskowej) mma.

Bardzo ważne jest zwracanie uwagi przez inspektorów nadzoru inwestorskiego na zmieniające się przepisy, choćby w kwestii barier energochłonnych czy dźwiękoszczelnych ekranów. Od czasu uzyskania pozwolenia na budowę mostu do jej zakończenia mija niekiedy kilka lat. Kto będzie pamiętał, jaki był stan prawny, gdy pozwolenie nabrało obowiązującej mocy? Użytkownika w chwili odbioru interesuje, czy wybudowany obiekt spełnia wymagania obecnie obowiązujących standardów, czy jest bezpieczny i czy inwestycja rzeczywiście znacząco poprawi system komunikacji drogowej.

Jak już zostało powiedziane, ustanowienie inspektora nadzoru inwestorskiego w przypadku budowy mostów jest obligatoryjne. Z punktu widzenia inwestora, na którym ciąży obowiązek zorganizowania procesu budowlanego, wiąże się to naturalnie z dodatkowymi kosztami, ale ogranicza ryzyko nienależytego wykonania robót przez wykonawcę. Nakłady poniesione na niezależnego inspektora nadzoru mogą wyeliminować konieczność wykonywania poprawek ujawnionych po zakończeniu budowy, a także ograniczyć dodatkowe wydatki spowodowane np. zawyżaniem zużycia materiałów przez wykonawcę (jeśli inspektorowi zlecono kontrolę rozliczeń).

Zakres wykonywania nadzoru inwestorskiego określają przepisy prawa budowlanego. O obowiązkach i prawach inspektora mówi ono w rozdziale 3, w art. 18, 19, 25 i 26. ■

Projektowanie



Mosty nad kanałami żeglugi powinny obejmować jednym przęsłem całą (niezmniejszoną) szerokość profilu wraz z drogami holowniczymi. I dalej: Mosty ukośne najłatwiej wykonać żelazne (ukos do 20°), najtrudniej kamienne (30° dla mostów odcinkowych, 70° dla półkolistych). (...) Wpływ dymu i gazów nie szkodzi mostom kamiennym i betonowym, szkodzi żelaznym i żelbetonowym. Wygląd najbardziej monumentalny mają mosty kamienne i betonowe, dalej żelbetowe, żelazne i drewniane. Myśli profesora i zalecenia zawarte w podręczniku... – z uwzględnieniem rzecz jasna czasu, jaki upłynął od ich napisania – nie straciły na aktualności.

Praca zespołowa

Proces projektowania mostów jest bardzo złożony. To praca zespołowa. Projekty są domeną fachowców posiadających wiedzę, kwalifikacje i uprawnienia. W pracach projektowych mogą uczestniczyć specjaliści m.in. od fundamentów, konsultanci sprawdzający przeliczający cały projekt, doradcy inwestora rozstrzygający sporne kwestie. Ważna jest inspiracja. Najpierw przyjmuje się założenia, potem pojawiają się pomysły, wykonywane są wizualizacje, po czym następuje wybór koncepcji. Jednym z kryteriów jest estetyka. Nie chodzi tylko o piękno mostu, ale również o zachowanie podstawowych reguł formy. Faza przygotowań wymaga zatem wielu konsultacji, most bowiem powinien być nie tylko solidny, mieć trwałą i perfekcyjną konstrukcję, lecz także musi sprostać przepisom i wymogom. Od jakości wykonania projektów budowlanego i wykonawczego

zależać będzie bezpieczeństwo oraz wygoda użytkowników. Most to niezwykle poważna inwestycja. Może kosztować nawet kilkaset milionów złotych. Tu nie ma miejsca na błędy. To sprawa inżynierskiego honoru.

Na wybór rozwiązania konstrukcyjnego mają wpływ różnorodne uwarunkowania. Dlatego każdy most jest niepowtarzalny i wymaga indywidualnego podejścia, co nie wyklucza pewnej typizacji. Charakter tych uwarunkowań wpływa na to, że projektant z reguły decyduje nie tylko o rozwiązaniach konstrukcyjnych, ale również o architekturze obiektu. Stąd wielka odpowiedzialność, jaka spoczywa na projektantach mostów, gdyż muszą oni stworzyć budowlę nie tylko funkcjonalną, lecz także cieszącą oko.

Zanim wszakże powstanie projekt wykonawczy (podstawowy składnik dokumentacji projektowej), poprzedzają go prace iteracyjne, czyli przybliżające w postaci studium programowo-przestrzennego, koncepcja programowo-przestrzenna lub projekt wstępny oraz projekt budowlany. Powinien on uwzględniać jakość i trwałość stosowanych materiałów, sposób zabezpieczenia przed warunkami zewnętrznymi, funkcjonalność, łatwość dostępu do poszczególnych elementów konstrukcyjnych i ich wyposażenia. Szczególną uwagę zwraca się na sposób odprowadzenia wód opadowych i roztopowych. Most, zarówno pod względem funkcjonalnym, jak też materiałowym i konstrukcyjnym, winien być dostosowany do otoczenia w taki sposób, aby zminimalizować

Mosty dzielą się wedle rodzaju drogi komunikacyjnej na: drogowe, kolejowe, kanałowe i wodociągowe. Tak oto brzmiało pierwsze zdanie z V części „Podręcznika inżynierskiego”, poświęconej m.in. zasadom projektowania mostów, sformułowanej na przełomie lat 20. i 30. ubiegłego wieku przez wybitnego konstruktora prof. Stefana Bryłę. Profesor napisał: Przy niewielkiej ilości przęseł budujemy je zwykle w nieparzystej ilości. Ze względu na prostotę roboty i ekonomję staramy się o to, aby możliwie wielka ilość przęseł była taka sama; o ile zatem rozpiętości są różne, to zmieniamy je grupami.

oddziaływanie inwestycji na środowisko. Projekt pozbawiony tych walorów nie uzyska tzw. decyzji środowiskowej, co wyklucza otrzymanie pozwolenia na budowę.

Most jest również elementem krajobrazu. Dlatego powinien być tak zaprojektowany, aby poza funkcją użyteczną spełniał wymagania estetyczne, dobrze wpisując się w pejzaż. Każdy most, a zwłaszcza duży, ma wpływ na odczucia estetyczne wielu ludzi, dlatego jego konstrukcja powinna być oparta na kanonie sztuki architektonicznej. Kontrowersyjne rozwiązania należy stosować bardzo ostrożnie. W związku z tym projektanci dążą do osiągnięcia równowagi pomiędzy funkcjonalnością a estetyką, stosując nowe, niekonwencjonalne materiały i różnicowane formy architektoniczne nadające obiektom indywidualne cechy. Przykładem takich obiektów są m.in.: podwieszone mosty w Warszawie, Gdańsku, Płocku, estakada Gądowska we Wrocławiu czy oryginalne wiadukty i kładki dla pieszych na autostradach (mając na względzie nowatorstwo i oryginalność niektórych realizacji, to polscy projektanci kładek niewątpliwie znajdują się

w światowej czołówce). Wykonując projekt budowlany, inżynierowie starają się przyjąć najbardziej racjonalny, możliwy do realizacji sposób budowy mostu. Uwzględniają wówczas dane wyjściowe (warunki zamówienia i przetargu), przyjęte materiały oraz ukształtowanie obiektu.

Zaprojektuj i zbuduj

W preferowanym obecnie systemie „zaprojektuj i zbuduj” opracowany na zlecenie zamawiającego zostaje jedynie wstępny projekt inwestycji. Na tej podstawie powstaje dokumentacja przetargowa. Następnie wyłaniany jest generalny wykonawca zamówienia, który sporządza (lub zleca) projekt budowlany, uzyskuje pozwolenie na budowę, a później realizuje roboty według własnego projektu wykonawczego. System „zaprojektuj i zbuduj” jest korzystny dla inwestora, skraca czas realizacji całego zadania, jest tańszy, lecz sprawdza się pod warunkiem, że zleceniodawca jasno określi projektantom swoje oczekiwania (program funkcjonalno-użytkowy). Równolegle z projektowaniem trwa budowa.

Firmy projektowe, m.in. Transprojekt Warszawa, EM Projekt Katowice, Transprojekt Gdańsk, MP Mosty Kraków, ProtechniCon Kraków, BBKS-Projekt Wrocław, ZB-P Mosty Wrocław, TOP Projekt, Mosty Katowice, Mosty Gdańsk, Complex Projekt Katowice, IVIA Bielsko-Biała, Inmost Projekt Gliwice, Promost Consulting Rzeszów czy Pomost Warszawa, mają wyspecjalizowane pracownie, które wykonują kompleksową dokumentację wszystkich faz budowy mostów, wiaduktów, estakad, kładek dla pieszych i przejść dla zwierząt, zarówno w dziedzinie infrastruktury drogowej, jak i kolejowej. Na tę dokumentację składają się programy funkcjonalno-użytkowe (PFU), studia techniczno-ekonomiczno-środowiskowe (STES), koncepcje programowo-przestrzenne (KPP), projekty budowlane (PB), projekty wykonawcze (PW), szczegółowe projekty technologiczne.

Oprócz samodzielnych, specjalistycznych firm, istnieją na rynku budownictwa mostowego pracownie projektowe będące integralną częścią przedsiębiorstw wykonawczych, takich jak na przykład Budimex, Skanska, Grupa Mostowa KPRM Aspekt, Gotowski.



Współczesne technologie projektowania oparte są na nowoczesnych programach komputerowych. Praca inżynierów-projektantów wspomagana jest specjalistycznym oprogramowaniem branżowym, takim jak np. Autodesk AutoCAD (Robot Millennium), Nemetschek, BRIGADE, PLAXIS, 3ds MAX. Projektowanie mostów obejmuje m.in. fazę obliczeń statycznych oraz wymiarowanie przekrojów, które są regulowane przepisami opartymi na tzw. eurokodach (ujednoliconych międzynarodowych normach dotyczących projektowania budynków oraz konstrukcji inżynierskich). Stała współpraca biur projektowych z firmami wykonawczymi oraz doświadczenie zdobyte na placach budów w kraju i za granicą pozwala na realizowanie inwestycji dopracowanych pod względem merytorycznym, z uwzględnieniem specyfiki procesu ich budowania. Biegła znajomość technologii wykonywania obiektów inżynierskich (np. nasuwania przęseł lub betonowania wspornikowego) gwarantuje powstawanie projektów ekonomicznych i czytelnych dla wykonawcy. Cieszy również fakt wykorzystywania w polskim

drogownictwie i mostownictwie nowych technologii i materiałów. Można powiedzieć, że wiele rozwiązań światowych używanych jest również w Polsce. Pozytywnym przykładem niechaj będą np. pylony stosowane w mostach podwieszonych. Poza tym rozwój inżynierii materiałowej wyzwala duże możliwości w powstawaniu nowoczesnych, trwałych konstrukcji budowlanych. Dobra znajomość tych materiałów, m.in. kompozytów z udziałem włókien szklanych, przyczynia się do doskonalenia technologicznego, upowszechniania, sporządzenia analizy porównawczej z materiałami tradycyjnymi i stosowania w budownictwie mostowym.

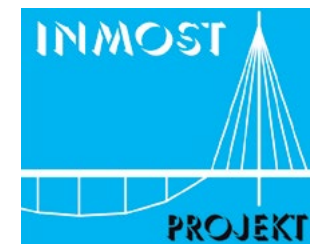
Jak dotychczas wszakże mosty betonem stoją. Jest on materiałem dominującym w mostownictwie, gdyż cechuje go wytrzymałość, trwałość i relatywnie niska cena. Skala zastosowania betonu jest duża, biorąc pod uwagę zarówno liczbę obiektów betonowych, jak i konstrukcji żelbetowych. Beton jest często używany do budowy pylonów mostów podwieszanych oraz dominuje w podporach i fundamentach.

Biura projektowe – oprócz projektowania w pełnym zakresie nowych obiektów budownictwa inżynierskiego – wydają ekspertyzy i opinie, wykonują dokumentacje dotyczące modernizacji mostów poprzedzone oceną stanu technicznego, realizują nietypowe rozwiązania konstrukcji inżynierskich, prowadzą nadzór autorski oraz inwestorski.

Niestety, w konfrontacji z zachodnimi firmami projektowymi nasze biura nie mają większych szans, mimo że polscy inżynierowie reprezentują wysoki poziom profesjonalizmu. Nierówność szans wynika z relatywnie niewielkich rozmiarów polskich biur oraz ich słabości kapitałowej. Aby zaistnieć np. na rynku niemieckim i uczestniczyć tam w przetargach, należy zarejestrować tam działalność, zdobyć tamtejsze uprawnienia projektowe i zgłębić miejscowe przepisy administracyjne. A to oznacza *de facto* otwarcie filii, co jest bardzo kosztowne i przerasta finansowe możliwości polskich biur. ■

Zakład Nowych Technologii i Wdrożeń powstał jako komórka projektowo-wdrożeniowa w firmie Inkom w Pszczynie w 1987 r. W czerwcu 1995 r. usamodzielniał się i jako INMOST-PROJEKT opracował pod względem koncepcyjnym, konstrukcyjnym i technologicznym projekty kilkunastu obiektów. Wizytówką firmy są specyficzne konstrukcje i nowatorskie technologie budowy dotychczas niestosowane w kraju i na świecie. Należą do nich:

- most w ciągu autostrady A1 przez Wisłę w Toruniu o długości 1 km o nowatorskich parametrach: 2 x 360 m nasuwane podłużnie + 450 m nawisowo, o przęsłach o 130 m rozpiętości;
- dwa wiadukty w ciągu trasy Konstytucji 3 Maja w Jeleniej Górze, wykonane z dwóch belek korytkowych, sprężonych kablami zewnętrznymi



o rozpiętościach 32,5 m, zespolonych płytą pomostową w ciągłe układy długości po 325 m;

- przebudowa mostu w ciągu Zakopianki w Chabówce (DK nr 95) o rozpiętościach po 30 m, poszerzony i sprężony zewnętrznymi kablami;
- dwa wiadukty w ciągu ul. Nowotarskiej w Krakowie o długościach po ok. 300 m, ciągłe, dwubelkowe, sprężone, realizowane przęsłami;

- kładka podwieszona przez drogę DK-1 w Będzinie;
- most łukowy nad rzeką Kłodnicą w Gliwicach.

O innowacyjności naszych rozwiązań najlepiej świadczą kłopoty ze zrozumieniem rozwiązania przez opiniotwórców projektu, przy powstawaniu mostu głównego MA532 w ciągu A1. Jest to konstrukcja podwójnie sprężona extradosed: podłużnie i poprzecznie połączona z estakadą zjazdową MD532.1 w węźle Mszana.

20. lecie działalności spółki

Zakład Nowych Technologii i Wdrożeń INMOST PROJEKT Sp. z o.o.
 44-100 Gliwice, ul. Lompy 15/2, tel./fax 32 238 28 15, e-mail: inmost@inmost.pl, www.inmost.pl



SWECO

Sweco Polska Sp. z o.o.
31-542 Kraków, ul. Mogilska 25
tel. +48 12 411 21 02
www.sweco.pl

Wszyscy mówią dziś o potrzebie długoterminowego zrównoważonego rozwoju. W centrum uwagi znajdują się zagadnienia dotyczące klimatu, środowiska naturalnego i zaopatrzenia w energię. To właśnie tymi tematami SWECO zajmuje się na co dzień od przeszło 100 lat. Każdego roku w ponad 90 krajach realizuje zadania z zakresu różnych obszarów konsultingu, oferując usługi związane z doradztwem technicznym, inżynierią i architekturą oraz technologią środowiskową, których celem jest tworzenie rozwiązań wspomagających zrównoważony rozwój.

W Polsce firma SWECO posiada ponad 60-letnie doświadczenie w realizacji projektów infrastruktury drogowej. Dzięki wyspecjalizowanej kadrze inżynierów swoje projekty realizuje z zachowaniem najwyższych światowych standardów. Kluczowym celem działań firmy jest tworzenie rozwiązań zapewniających maksymalny poziom bezpieczeństwa i komfortu podróży, przy jednoczesnej dbałości o ochronę środowiska naturalnego. Dzięki realizacji projektów zgodnych z ideą zrównoważonego rozwoju, spełnia oczekiwania nie tylko Inwestora, ale i późniejszych użytkowników dróg oraz autostrad.

WYBRANE PROJEKTY

1. Projekt obwodnicy miejscowości Dobrzeń Wielki, Dobrzeń Mały, Borki i Czarnowąsy do połączenia z infrastrukturą komunikacyjną miasta Opolu.



Projekt powstał na zlecenie ZDW w Opolu. Celem inwestycji jest wyprowadzenie ruchu tranzytowego z okolicznych miejscowości oraz zapewnienie dogodnego dojazdu do mającej się rozbudowywać Elektrowni Opolu. Łączna długość projektowanej obwodnicy wynosi około 10 600 m. Na szczególną uwagę zasługuje most na rzece Mała Panew oraz dwuprzęsłowy wiadukt nad linią kolejową relacji Opolo – Wrocław. Są to obiekty mostowe typu landmark w formie łuków stalowych z podwieszonym, żelbetowym pomostem jezdni drogowej. Rozpiętości przęseł, odpowiednio 130 m i 2 x 91 m sprawiają, że wysokie łuki dominują w terenie, stanowiąc atrakcyjny, przyciągający wzrok element architektury okolicznego krajobrazu. W celu podkreślenia walorów estetycznych przewidziano iluminację konstrukcji nośnych. Obecnie obwodnica jest w trakcie realizacji.

2. Most na rzece Pową



Autostrada A2 jest kontynuacją niemieckiej autostrady A12 i stanowi element międzynarodowej autostrady E30. Projektanci SWECO wnieśli swój wkład w jej tworzenie, projektując odcinek Konin – Koło. Na trasie powstało wiele ciekawych obiektów mostowych. Jednym z nich jest właśnie most M79 na rzece Pową. 3. Projekt drogi ekspresowej S3 Świnoujście – Lubawka - Granica Państwa w województwie lubuskim został wykonany na zlecenie GDDKiA w Zielonej Górze. Całość inwestycji to 4 odcinki o łącznej długości około 43 km. Projekt zawiera 34 obiekty inżynierskie, spośród których należy wyróżnić 3 obiekty łukowe. W znacznym stopniu urozmaicają one rolniczy krajobraz terenu. Konstrukcję tych obiektów stanowią jednoprzęsłowe, stalowe łuki z jazdą dołem, z których najdłuższy ma rozpiętość 154 m i całkowitą szerokość około 16 m. Te efektowne konstrukcje mostowe stanowią jednocześnie charakterystyczne punkty orientacyjne i widokowe, wyróżniające się w okolicy.



4. Most Kotlarski na Wiśle (zdjęcie na górze) wybudowany w 2001 r., został zaprojektowany przez inżynierów SWECO we współpracy z architektem Witoldem Gawłowskim. Projekt jest ważną częścią II obwodnicy Krakowa. W znaczący sposób usprawnia on połączenie dzielnicy Podgórze ze Śródmieściem. Jest to dwupasmowy obiekt z oddzielnym, biegnącym pośrodku torowiskiem tramwajowym. Po obu stronach znajdują się chodniki i ścieżki rowerowe. Długość mostu to 166,60 m, a szerokość 36,84 m. W roku oddania do użytku był to 20. pod względem długości, tego typu most świata.

MP Mosty

www.mpmosty.pl

Istniejemy na polskim rynku już 11 lat. Naszą działalność rozpoczynaliśmy świadcząc usługi projektowe w branży mostowej. Dziś nasza firma jest jednym z największych w Polsce biur projektowych branży komunikacyjnej specjalizujących się w optymalizacji konstrukcji inżynierskich (mostowych i tunelowych) i drogowych (wzmocnienie podłoża, stabilizacja osuwisk, posadowienie). Wspólnie z wykonawcami robót budowlanych uczestniczymy w zadaniach "Projektuj i buduj" od momentu przygotowania oferty do zakończenia inwestycji. Chętnie podejmujemy się nawet najbardziej skomplikowanych wyzwań.

► biuro@mpmosty.pl

Optymalizacja konstrukcyjna mostu w Nowym Sączu ►

Wykonaliśmy optymalizację projektu wykonawczego mostu na rzece Dunajec w ciągu drogi krajowej nr 28 Zator - Nowy Sącz - Przemyśl na terenie Nowego Sącza. Obiekt o przekroju skrzynkowym budowany w technologii nawisowej, nasuwania podłużnego oraz na rusztowaniach systemowych.



◀ "Most Wolności - 4. czerwca" w Brzegu Dolnym

Na rz. Odre pomiędzy miejscowościami Brzeg Dolny a Miękinia, zaprojektowaliśmy most o nowoczesnej konstrukcji. Ten sześcioprzęsłowy most mierzy 565 metrów wraz z najazdami. Most przez rz. Odre jest obiektem nietypowym, gdyż metodą nawisową zostały zbudowane przęsła o rozpiętości 140m każde.



Kraków: Rondo Mogiłskie - Plac Centralny ►

W ramach usługi "Zaprojektuj i wybuduj" zrealizowaliśmy zadanie, które polegało na zaprojektowaniu robót budowlanych wraz z wykonaniem lub aktualizacją istniejących dokumentacji projektowych. Na odcinku 6,5 km zostały zaprojektowane 2 ronda (w tym jedno dwupoziomowe) tunel tramwajowy o długości 1538m wraz z dwoma podziemnymi przystankami oraz pętla tramwajowa. Zadanie obejmowało również zaprojektowanie układu drogowego wraz z linią tramwajową. Projektowany odcinek jest ważnym ogniwem Krakowskiego Szybkiego Tramwaju łączącego sieć miejską z Dworcem PKP Kraków Główny.

Siedziba Główna

ul. Dekerta 18
30-703 Kraków
tel.: +48 12 312 18 78
faks: +48 12 312 18 70

Oddział Bytom

ul. Moniuszki 22
41-902 Bytom
tel.: +48 32 245 80 62
faks: +48 32 245 80 61

Oddział Warszawa

ul. Filtrowa 47
02-057 Warszawa
tel.: +48 22 424 18 66
faks: +48 22 621 20 37

Oddział Bydgoszcz

Ul. Przemysłowa 8
85-758 Bydgoszcz
tel.: +48 52 321 44 22
faks: +48 52 321 44 23

ARKOBI Maciej Malinowski



ARKOBI Maciej Malinowski
81-780 Sopot, ul. Kazimierza Wielkiego 9/4
tel. 601 615 219
e-mail: arkobi@gmail.com
www.arkobi.pl



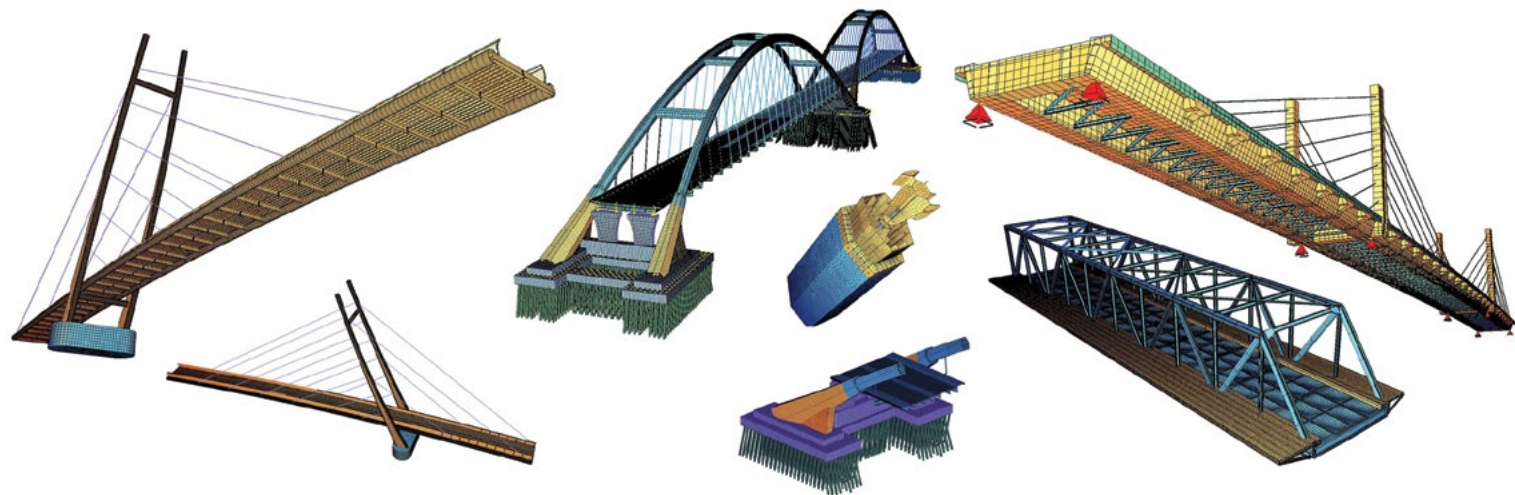
ARKOBI – Architektura – Konstrukcje Budowlane i Inżynierskie – Maciej Malinowski (ARKOBI – Maciej Malinowski) – specjalistyczne przedsiębiorstwo oferujące usługi eksperckie, projektowe i specjalistyczne w zakresie obiektów mostowych oraz konstrukcji budowlanych i inżynierskich. Działamy na polskim rynku od 1993 roku.



Szeroki zakres naszej działalności w zakresie obiektów mostowych oraz konstrukcji budowlanych i inżynierskich obejmuje:

- **Projekty:** nowych obiektów mostowych, konstrukcji budowlanych i inżynierskich, rehabilitacji, remontów, napraw, wzmocnień i adaptacji; technologiczne montażu i rozbiórek konstrukcji.

- **Diagnostyka konstrukcji:** ekspertyzy, orzeczenie techniczne, oceny nośności; zaawansowane analizy statyczne i dynamiczne w zakresie liniowym i nieliniowym istniejących i nowoprojektowanych konstrukcji, analizy zwiększenia nośności obiektów, oceny możliwości przejazdów pojazdów ponadnormatywnych; przeglądy i oceny stanu technicznego obiektów i konstrukcji; kompleksowe, specjalistyczne badania i pomiary konstrukcji – próbne obciążenia w zakresie statycznym i dynamicznym, monitoring konstrukcji inżynierskich i budowlanych, badania mechaniczne i chemiczne materiałów budowlanych, pomiary dokładności wykonania.
- **Konsulting:** doradztwo techniczne, nadzory autorskie i inwestorskie na budowach; sprawdzanie i weryfikacja dokumentacji technicznych.
- **Specjalistyczne usługi:** specjalistyczne usługi budowlane związane z budową, remontami i wzmacnianiem obiektów mostowych i innych budowli inżynierskich.



Biuro Projektów Budownictwa Komunalnego S.A.
80-237 Gdańsk, ul. Jana Uphagena 27
tel. 58 341 40 11, fax 58 341 89 46
e-mail: dn@bpbk.com.pl
www.bpbk.com.pl



Biuro Projektów Budownictwa Komunalnego spółka akcyjna (BPBK s.a.) jest wiodącą polską firmą projektową, z ponad 60-letnim doświadczeniem, zatrudniającą 124 osoby.

Posiadamy kompetentną kadrę projektantów różnych branż, którzy służą swoim wieloletnim warsztatem pracy. Wykonane przez nas projekty cechuje wysoka jakość oraz innowacyjność zastosowanych rozwiązań.

Wykonujemy projekty w następujących branżach:

- architektury kubaturowej, zagospodarowania terenu, zieleni, ochrony zabytków;

- komunikacyjnej: drogi, ulice z pełną infrastrukturą, tramwaje, ścieżki rowerowe, place, parkingi, inne obiekty związane z transportem, logistyką, sterowaniem ruchem;
- konstrukcji inżynierskich: mosty, tunele, estakady, wiadukty, garaże;
- sanitarnej: sieci gazowe i c.o., wodociągowe i kanalizacyjne, przyłącza sanitarne, oczyszczalnie ścieków, stacje uzdatniania wody;
- środowiskowej: inwentaryzacje przyrodnicze, analizy hałasu, karty informacyjne przedsięwzięcia, raporty oceny oddziaływania na środowisko;
- elektrycznej: oświetlenie, sygnalizacja świetlna, energetyka i telekomunikacja.

Wybieramy wykonawcę



Kładka nad al. Górnośląską w Katowicach, Polimex Mostostal

Mosty, estakady i wiadukty są nieodłączną częścią infrastruktury drogowej i bez specjalnej przesady można je nazwać kwintesencją nowoczesnego drogownictwa. Z jednej strony są jednymi z najtrudniejszych do zrealizowania i zaprojektowania obiektów inżynierskich, z drugiej, odpowiednio wykonane są ozdobą dróg, a często również wyrazistą nagrodą za włożony w budowę wysiłek.

Trudno sobie dziś wyobrazić autostradę czy trasę szybkiego ruchu bez mostów i wiaduktów. Wymagają ich nie tylko przeprawy przez przeszkody wodne, doliny czy obszary chronione Natura 2000, ale również węzły drogowe czy po prostu bezkolizyjne skrzyżowania. Dlatego praktycznie wszyscy liczący się wykonawcy mają w swojej ofercie ich budowę.

Mostowi wykonawcy

Ze względu na jeden z najwyższych stopni zaawansowania technologicznego w budownictwie, obok klasycznych przedsiębiorstw projektowych i ogólnobudowlanych występuje w drogownictwie grupa firm specjalizujących się w wykonywaniu obiektów inżynierskich. Ich liczba, pomimo największych w historii inwestycji, pozostaje od kilku lat stała, a nawet można mówić o powolnym odchodzeniu od tego sektora oraz zawężaniu oferty do obiektów o określonej kubaturze, tonażu czy przeznaczeniu.

Chociaż wyrazy „mostostal” czy „mosty” ma w swojej nazwie kilkadziesiąt przedsiębiorstw, to tylko w wypadku kilku z nich są one podstawową, a przynajmniej istotną częścią oferty.

Do najbardziej znanych na naszym rodzimym rynku należą: Polimex Mostostal, Mostostal Warszawa, Mostostal Kraków, Mosty-Łódź, Vistal Gdynia czy Firma Gotowski. Każda z nich ma na swoim koncie wykonanie kilku znanych i znaczących obiektów oraz wiele średnich i małych konstrukcji.

Jedną z najstarszych firm specjalizujących się w budowie drogowych obiektów inżynierskich jest Mostostal Warszawa. Działając od 1945 roku, najpierw jako przedsiębiorstwo państwowe, a od 1991 roku jako spółka, wybudował on kilkadziesiąt obiektów w całej Polsce i uczestniczył w wykonaniu większości przepraw przez Wisłę w Warszawie. Największy rozgłos zdobyły sobie dwa mosty podwieszane – Siekierkowski w Warszawie i Rędziński na obwodnicy Wrocławia.

Do najsłynniejszych inwestycji zrealizowanych przez Mostostal Kraków należą mosty przez Wisłę w Wyszogrodzie oraz Kotlarski w Krakowie. Małopolska spółka w ciągu ostatnich kilkunastu lat działa wyjątkowo aktywnie i zrealizowała kilkadziesiąt obiektów inżynierskich, głównie średniej wielkości. Do największych z nich należą estakada na obwodnicy wokół Pszczyny oraz 204-metrowy most na odcinku autostrady A4 Jarosław – Radymno. Krakowskiemu producentowi udało się również wejść na rynek duński, gdzie zrealizował kilka inwestycji.

Aktywnie na rynkach zagranicznych działa również Vistal Gdynia. Mieszcząca się w porcie gdyńskim spółka nastawiona jest w dużym stopniu na kraje skandynawskie, gdzie w Norwegii i Szwecji wybudowała już kilka obiektów inżynierskich. Natomiast do najbardziej znanych realizacji krajowych należy wykonanie obwodnicy wokół Puław wraz z budową, wspólnie z przedsiębiorstwem Mosty-Łódź, łukowego mostu przez Wisłę o długości ponad 1 km.



Budowa wiaduktu nad A1 w Strykowie zaprojektowanego przez MOSTY Katowice

Rekordowo i medialnie

Jeszcze do niedawna most w Puławach mógł się pochwalić najdłuższym w swojej kategorii przęsłem, mającym 212 m. Od grudnia 2013 roku palmę pierwszeństwa przejęła przeprawa przez Wisłę w Toruniu. Wybudowany obiekt ma nie tylko dwa najdłuższe przęsła łukowe, każde o rozpiętości 270 m, ale również po raz pierwszy w naszym kraju zastosowano na nim asfalt lany w warstwie ścieralnej jezdni.

Budowa toruńskiego mostu stała się jednym z najgłośniejszych wydarzeń w drogownictwie w 2013 roku. Operacja transportu pierwszego łuku z placu montażowego na podpory oraz jego osadzanie była transmitowana i omawiana we wszystkich mediach jako jedno z największych wyzwań logistycznych i technologicznych, dla którego opracowano specjalny system montażu przęsła i ich przeprawy.

Generalnym wykonawcą mostu w Toruniu był austriacki Strabag, jedna z największych firm budowlanych działających na rynku europejskim i polskim. Chociaż funkcjonujące w naszym kraju od prawie 30 lat przedsiębiorstwo zrealizowało wiele inwestycji drogowych, obejmujących budowę czy remont wiaduktów lub mostów, to przeprawa w mieście Kopernika jest jak na razie jego największym zrealizowanym obiektem inżynierskim w mostownictwie.

Drugą, znaczącą i znaną inwestycją w 2013 roku był słynny, „ptasi most” w Kwidzynie, wykonany przez największą polską firmę budowlaną – Budimex. Mająca ponad 800 m przeprawa przez Wisłę jest jednym z najdłuższych obiektów typu *extradosed* na świecie. Wybudowany na obszarze chronionym Natura 2000, z wieloma koloniami lęgowymi ptactwa, został doskonale wkomponowany w otoczenie. Dzięki przyjętym rozwiązaniom, nie tylko zminimalizowane zostało zagrożenie dla ptaków, ale także sam most stał się ozdobą krajobrazu.

Oba obiekty, dzięki swojemu rozmachowi i innowacyjnym technologiom, mają szansę na zdobycie wielu nagród i wyróżnień.

Konkurencją dla nich może być chyba najbardziej znana budowa ostatnich lat – wiadukt w Mszanie. Jednak popularność tej inwestycji wynikała głównie z problemów z jej realizacją i kontrowersji wokół projektu, i niekoniecznie podnosi jej znaczenie merytoryczne.

Dla najlepszych

Chyba najbardziej prestiżowym wyróżnieniem w budownictwie drogowym obiektów inżynierskich jest otrzymanie nagrody „Dzieło Mostowe”. Przyznawana jest ona od 1998 roku przez powoływaną przez ZMRP kapitułę konkursu w trzech kategoriach:

- „Wdrożenie nowych technologii realizacji, nowych rozwiązań konstrukcyjnych oraz nowych rozwiązań w zakresie elementów wyposażenia mostów – mających istotny wpływ na postęp w polskim mostownictwie”;
- „Obiekt o nowatorskich rozwiązaniach konstrukcyjnych i technologicznych, dobrze wpisujący się w otoczenie”;
- „Rehabilitacja konstrukcji mostowej – obiekt na którym wdrożono nowe technologie i innowacyjne rozwiązania konstrukcyjne oraz organizacyjne”.

Wśród laureatów konkursu znajduje się większość liczących się wykonawców, a rosnąca w ostatnich latach liczba inwestycji i budowanych obiektów stawiała bardzo często jury konkursu przed trudnymi wyborami.

W ostatniej edycji, która miała miejsce we wrześniu 2015 roku podczas Krynickiego Wieczoru Mostowego, kapituła konkursu „Dzieło Mostowe Roku 2014” wyróżniła dwa okazałe obiekty:

- w kategorii: „Wdrożenie nowych technologii realizacji, nowych rozwiązań konstrukcyjnych oraz nowych rozwiązań w zakresie elementów wyposażenia mostów – mających istotny wpływ na postęp w polskim mostownictwie” - montaż wiaduktu WK-2 w ramach budowy PKM, wykonany przez firmę POLWAR S.A.;
- w kategorii: „Obiekt o nowatorskich rozwiązaniach konstrukcyjnych i technologicznych, dobrze wpisujący się w otoczenie” – most przez Wisłę w Połańcu, w ciągu DW 764, wykonany przez Mosty Łódź i Świętokrzyski Zarząd Dróg Wojewódzkich.

O trudnościach w wykonaniu mostów przekonała się na własnej skórze austriacka firma Alpine Bau, która podjęła się budowy obiektu w Mszanie na autostradzie A1. Tuż po podjęciu prac wykonawca oprotetował projekt jako niemożliwy do realizacji i po dwóch latach zerwano kontrakt na wykonanie inwestycji. GDDKiA, po dokonaniu poprawek w projekcie, ogłosiła kolejny przetarg, który ponownie wygrało Alpine Bau. Jednak, pomimo wprowadzenia zmian, spółce nie udało się wykonać konstrukcji prawidłowo, gdyż zaczęła ona pękać podczas napinania stalowych lin wzmacniających. W maju 2013 roku austriacka spółka wycofała się z realizacji kontraktu, a miesiąc później wykonawcą została polska firma Intercor z Zawiercia, która dokończyła inwestycję. ■

Mostowe ingrediencje



Budowa wiaduktu nad S69 w Bielsku-Białej zaprojektowanego przez MOSTY Katowice

Most jest budowlą inżynierską, której konstrukcja pozwala na pokonanie przeszkody wodnej (rzeki, jeziora, zatoki, cieśniny morskiej). Po moście mogą przebiegać drogi z komunikacją samochodową, może również prowadzić trasę kolejową bądź kanał wodny (akwedukt) czy służyć pieszym (kładki piesze). Obiekty te wzbudzają zainteresowanie społeczne zwłaszcza z dwóch przyczyn – umożliwiają lub usprawniają komunikację lądową, ale również z powodu ich estetyki – są to budowle bardzo silnie kształtujące otoczenie, przecinające przestrzeń i przez to nadające jej cechy charakterystyczne.

Mosty to obiekty otwarte na publiczny osąd, dlatego powinny być świadomymi elementami kształtowania krajobrazu.

Jest wiele rodzajów mostów i materiałów, które je tworzą, stąd mówimy o konstrukcjach drewnianych, kamiennych, stalowych (wcześniej także żeliwnych i żelaznych) oraz żelbetowych.

Od zarania dziejów ludzkości podstawowymi materiałami do budowy mostów były drewno i kamień. Już około 500 lat p.n.e. Rzymianie doprowadzili sztukę ich budowy do perfekcji; umieli idealnie wykorzystać cechy drewna i kamienia, rozwijając technologię obróbki tych materiałów, umiejętność

konstruowania i zabezpieczania drewna w celu zwiększenia trwałości. Kiedy w XIX wieku wprowadzono stal, a potem beton, zaczęto realizować obiekty o coraz większych rozpiętościach przęseł i wielkościach przenoszonych obciążeń. Pod koniec XX wieku do budowy mostów powszechnie zaczęto używać tworzyw sztucznych i materiałów kompozytowych.

Według danych z 2007 roku w liczbie 480 tys. mostów na sieci dróg Unii Europejskiej udział polskich obiektów drogowych stanowi 6,3%. Przęsła mostów drogowych na obszarze państw UE w 71,3% wykonane są z betonu, a 8,9% – ze stali. Obiekty murowane (z kamienia bądź cegły) mają 17,5% udziału,



Podstawowym materiałem konstrukcyjnym w budownictwie mostowym jest beton, z którego powstają fundamenty, podpory, przyczółki czy przęsła



Montaż łuków na moście w Toruniu, MZD Toruń

a niejednorodne (np. zespolone) – 2,3%. W Polsce materiałem dominującym w przęsłach mostowych jest również beton – 87%. Następne są obiekty stalowe – 8%. Mosty murowane na polskiej sieci dróg stanowią 2,6%, a zespolone typu „stal-beton” – 2,4%.

Obiekty mostowe narażone są na wpływy atmosferyczne: wilgoć, opady deszczu i śniegu, nasłonecznienie, cykliczne zmiany temperatury (roczne i dobowe), działanie wód gruntowych oraz powierzchniowych (rzeki, jeziora) i lodu (kry). Ponadto powietrze, woda, opady zawierają zanieczyszczenia chemiczne, a w okresie zimowym stosowane są środki chemiczne (sole odladzające) – wszystko to sprawia, że materiały w mostach narażone są na oddziaływania fizyczne, chemiczne, fizykochemiczne, mechaniczne oraz biologiczne. W celu zapewnienia odpowiedniej trwałości budowli w przewidzianym okresie użytkowania materiały budowlane stosowane do wznoszenia mostów powinny charakteryzować się najlepszymi parametrami wytrzymałościowymi (wynikającymi z warunków obciążeń), ale również trwałościowymi, o dużej odporności na oddziaływanie środowiska. Wybór materiałów i wyrobów do budowy mostów podyktowany jest takimi czynnikami jak:

- projektowane obciążenia użytkowe mostu;
- lokalizacja mostu i warunki środowiskowe;
- przewidywany okres użytkowania;
- udział materiałów w kosztach budowy i utrzymania mostu.

Materiały konstrukcyjne

Elementy nośne mostu – podpory i przęsła – wykonuje się z materiałów konstrukcyjnych, które wymagają obliczeń statyczno-wytrzymałościowych. Obecnie powszechnie stosuje się materiały przetworzone (z surowców naturalnych). Dawniej na konstrukcje mostów wykorzystywano tylko materiały naturalne (kamień, drewno). Ociosane do odpowiednich kształtów i wymiarów bloki kamienne stanowiły ustrój nośny mostu lub były elementem wykończenia. Aktualnie kamień najczęściej stosowany jest jako kruszywo do produkcji betonu. Drewno lite jako materiał konstrukcyjny wykorzystywane jest rzadko, jedynie do pomostów



Betonowe filary estakady przy węźle Łopuszańska – Kleszczowa w Warszawie, BETOMAX

w mostach tymczasowych. Jednak jest materiałem użytecznym przy budowie deskowań i rusztowań oraz składnikiem elementów z drewna klejonego i sklejk.

Najpowszechniej stosowanym materiałem konstrukcyjnym jest beton cementowy, z którego wykonywane są fundamenty, podpory masywne (filary, przyczółki) większości mostów, ale także żelbetowe bądź sprężone przęsła. Drugim podstawowym materiałem jest stal, wykorzystywana w postaci blach, kształtowników, rur jako stal konstrukcyjna lub jako zbrojeniowa w postaci prętów, czy stal sprężająca w postaci lin i kabli. Do budowy mostów stosuje się ponadto drewno klejone oraz materiały kompozytowe z matrycą polimerową (np. na przęsła).

Beton

Beton to materiał powstały ze zmieszania cementu, kruszywa grubego i drobnego, wody oraz ewentualnie domieszek i dodatków, który uzyskuje swoje właściwości w wyniku hydratacji cementu. Mieszanka betonowa zaś to całkowicie wymieszane składniki betonu, które są jeszcze w stanie umożliwiającym zagęszczenie wybraną metodą.

Beton mostowy musi spełniać określone wymagania dla sprostania wymienionym wcześniej destrukcyjnym czynnikom. Powinien zapewnić ochronę strukturalno-materiałową konstrukcji mostowej, którą realizuje się w wyniku stosowania odpowiedniej klasy betonu, rodzaju cementu i kruszywa oraz jego uziarnienia, a także odpowiednich dodatków i domieszek.

Beton powinien mieć wytrzymałość określoną klasą wytrzymałości na ściskanie (PN-EN 206-1) zgodną z wymaganiami ustalonymi dla warunków środowiska projektowanego obiektu (klas ekspozycji betonu) i odpowiadać wymaganiom zawartym w dokumentacji projektowej. Klasa betonu oznaczana jest symbolem literowo-liczbowym (np. C20/25), a określa się ją na podstawie wytrzymałości na ściskanie w 28 dniu dojrzewania betonu na próbkach walcowych o średnicy 150 mm i wysokości 300 mm (f_{ckyl}) lub na próbkach sześciennych o boku 150 mm (f_{ckcube}) odpowiednio pielęgnowanych.



Budowa wiaduktu w okolicy Kutna nad A2, MOSTY Katowice

Warunki oddziaływania środowiska na beton charakteryzuje klasa ekspozycji betonu na działanie środowiska w czasie jego pracy w konstrukcji, wśród których wyróżnia się:

- XO przy braku zagrożenia: agresją środowiska lub korozją;
- XC zagrożenie korozją wywołaną karbonatyzacją;
- XD zagrożenie korozją wywołaną chlorkami nie pochodzącymi z wody morskiej;
- XS zagrożenie korozją wywołaną chlorkami z wody morskiej;
- XF oddziaływanie przemiennego zamrażania i rozmrażania;
- XA agresję chemiczną;
- XM ścieranie.

Poszczególne elementy mostów pracują w różnorodnych warunkach, czyli mogą być sklasyfikowane do różnych klas ekspozycji.

Każdej klasie ekspozycji przyporządkowane są wymagania technologiczne dotyczące składu betonu, obejmujące:

- maksymalny stosunek wodno-cementowy;
- minimalną zawartość cementu;
- minimalną wytrzymałość betonu na ściskanie;
- dla klas środowiska z oddziaływaniem mrozu – minimalne napowietrzenie betonu i wymagania dla materiałów.

Minimalną klasą betonu mostowego powinna być klasa C 30/37 (B37). W szczególnych przypadkach (klasa ekspozycji XD3) minimalna klasa betonu powinna wynosić C 35/45 (B45). Dotyczy to m.in. przęseł i podpór wiaduktów nad ruchliwymi drogami, na których stosuje się środki odladzające. Są one rozpylane przez samochody w postaci agresywnej „mgiełki” zawierającej chlorki.

Beton wykonany według wymagań będzie cechował się trwałością pod warunkiem:

- właściwego ułożenia, zagęszczenia i pielęgnacji;
- zapewnienia odpowiedniego otulenia zbrojenia;
- prawidłowego dobrania warunków środowiska;
- właściwej konserwacji;
- eksploatacji konstrukcji zgodnie z projektem.



Skład belek prefabrykowanych do budowy wiaduktu nad A2 w okolicy Rogozińca, Autostrada Wielkopolska

W obowiązujących przepisach krajowych postawiono betonuwi dodatkowe wymagania dotyczące cech związanych z jego trwałością. Beton mostowy powinien charakteryzować się niską nasiąkliwością (5%) i odpornością na agresywne oddziaływanie zamrażania/rozmrażania, oznaczoną stopniem mrozoodporności (F100 w klasie ekspozycji XF1, F150 w klasach ekspozycji XF2÷XF3, F200 w klasie ekspozycji XF4). Te dodatkowe wymagania są konsekwencją wieloletnich doświadczeń i wynikają ze specyfiki wykonywania i eksploatacji betonowych konstrukcji mostowych w warunkach krajowych.

Specyfikacja betonu mostowego przekazywana jego producentowi powinna zawierać zestawienie wszystkich wymaganych cech betonu oraz warunków jego transportu, układania i pielęgnacji. Należy odróżnić beton projektowany – zamawiany przez specyfikację wymagań, i beton recepturowy – przez podanie składu. Szczególnej uwagi wymaga prawidłowe formułowanie specyfikacji wymagań odnośnie betonu, z uwzględnieniem przede wszystkim zachowania trwałości i bezpieczeństwa konstrukcji, przy jednoczesnym zapewnieniu efektywności ekonomicznej przyjętego rozwiązania.

Składniki mieszanki betonowej

Współczesny beton nie jest już trójskładnikową mieszaniną składającą się z cementu, kruszywa i wody – ważną rolę pełnią w nim również dodatki i domieszki. Odpowiedni dobór jakościowy i ilościowy tych składników pozwala na uzyskanie właściwych cech mieszanki betonowej i betonu spełniającego wymagania trudnego środowiska pracy mostów.

Cement

Według obowiązującej normy wyróżnia się 27 rodzajów cementów powszechnego użytku, różniących się zawartością składników:

- składniki główne: klinkier portlandzki (K), granulowany żużel wielkopiecowy (S), pucolana (P,Q), popioły lotne [popiół lotny krzemionkowy (V), popiół lotny wapienny (W)], łupek palony (T), wapień [kamień wapienny, (L, LL), pył krzemionkowy (D)];



Betonowe filary i podpory mostu w Toruniu, MZD Toruń

- składniki drugorzędne – nieorganiczne mineralne materiały pochodzące z procesu produkcji klinkieru lub składniki główne (popiół lotny, pucolana, granulowany żużel wielkopiecowy, łupek palony, kamień wapienny, pył krzemionkowy), jeżeli ich zawartość w składzie cementu jest mniejsza niż 5%;
- siarczan wapnia – dodawany do innych składników cementu podczas jego wytwarzania do regulacji czasu wiązania;
- dodatki – stosowane w celu poprawy wytwarzania bądź właściwości cementu.

Całkowita ilość dodatków nie powinna przekraczać 1% masy cementu (z wyjątkiem pigmentów). Ilość dodatków organicznych w przeliczeniu na stan suchy nie powinna przekraczać 0,2% jego masy.

W zależności od proporcji zastosowanych składników cementy powszechnego użytku dzielą się na pięć rodzajów:

- CEM I – cement portlandzki;
- CEM II – cement portlandzki wieloskładnikowy;
- CEM III – cement hutniczy;
- CEM IV – cement pucolanowy;
- CEM V – cement wieloskładnikowy.

W mostownictwie znajdują zastosowanie cementy powszechnego użytku odporne na siarczany (oznaczenie SR), do których zalicza się:

- cement portlandzki odporny na siarczany;
- cement hutniczy odporny na siarczany;
- cement pucolanowy odporny na siarczany.

Wyszczególnione rodzaje cementów mogą występować w trzech klasach wytrzymałości (określanej w zależności od wytrzymałości na ściskanie po 28 dniach w $N/mm^2 = 1 MPa$): klasa 32,5; klasa 42,5; klasa 52,5. Te trzy klasy dzielą się w zależności od swej wytrzymałości



Betonowe filary i podpory mostu w Toruniu, MZD Toruń

wczesnej na cement o normalnej wytrzymałości wczesnej (oznaczony symbolem N): 32,5N; 42,5N; 52,5N oraz na cement o wysokiej wytrzymałości wczesnej (oznaczony symbolem R): 32,5R; 42,5R; 52,5R. Dodatkowo wyróżnia się trzy klasy wytrzymałości cementów hutniczych o niskiej wytrzymałości wczesnej (oznaczone literą L): 32,5L; 42,5L; 52,5L.

Dobór cementu do betonu mostowego uzależniony jest od rodzaju oraz wymiarów konstrukcji, technologii i warunków wykonania, pielęgnacji i agresji środowiska. Do wykonania betonów mostowych zalecane jest stosowanie cementu portlandzkiego CEM I, a w przypadku elementów narażonych na oddziaływanie środowiska (w klasach ekspozycji XA2÷XA3) – cementu CEM I

o wysokiej odporności na siarczany (HSR). Dopuszcza się również stosowanie cementów CEM II/A-S, CEM II/B-S i CEM III/A do wykonania betonu konstrukcyjnego w elementach obiektu drogowego. Stosowanie cementu z dodatkami jest możliwe (cementy grupy CEM II) pod warunkiem dokładnego sprawdzenia, że stosowany dodatek (najczęściej granulowany żużel wielkopiecowy, popiół lotny, pył krzemionkowy) nie spowoduje niekorzystnych zmian w założonej jakości betonu. Do produkcji betonu klas C30/37 i wyższych

powinien być stosowany cement klasy nie niższej niż 42,5.

Kruszywo

Kruszywo to składnik wypełniający, chemicznie obojętny w stosunku do cementu, który w betonie jest połączony z zaczynem siłami adhezji. Kruszywo można podzielić na: mineralne lub organiczne (w zależności od surowca), naturalne, sztuczne, z recyklingu (sposób powstawania), zwykłe, ciężkie, lekkie (gęstość).



Betonowe filary i pale prefabrykowane pod wiadukt nad A4 w okolicy Tarnowa, MOSTY Katowice

Do betonu stosujemy kruszywo drobne o wymiarze ziarna od 0 do 4 mm (piasek) i kruszywo grube – wymiar ziarna powyżej 4 mm. Jako kruszywo drobne powinny być stosowane piaski pochodzenia rzecznoego lub kompozycja piasku rzecznoego i kopalnianego uszlachetnionego. W przypadku kruszywa grubego powinny być stosowane:

- do betonów klasy C25/30 i wyższych – grys granitowy, bazaltowy lub z innych skał o potwierdzonej przydatności, o maksymalnym wymiarze ziarna nie większym niż 16 mm;
- do betonu klasy C20/25 – żwir o maksymalnym wymiarze ziarna nie większym niż 31,5 mm.

Do betonu mostowego powinny być użyte kruszywa niereaktywne alkalicznie. Kompozycja uziarnienia kruszywa powinna

się mieścić w granicach obszarów dobrego uziarnienia, a zalecany punkt piaskowy w granicach 21-42% dla kruszywa o $d_{\max} = 16$ mm oraz w granicach 14-37% dla kruszywa o $d_{\max} = 31,5$ mm.

Stosuje się również kruszywa lekkie do betonów lekkich, które coraz częściej znajdują zastosowanie, gdyż pozwalają na zmniejszenie ciężaru własnego obiektów mostowych i zwiększenie ich rozpiętości.

Dodatki i domieszki

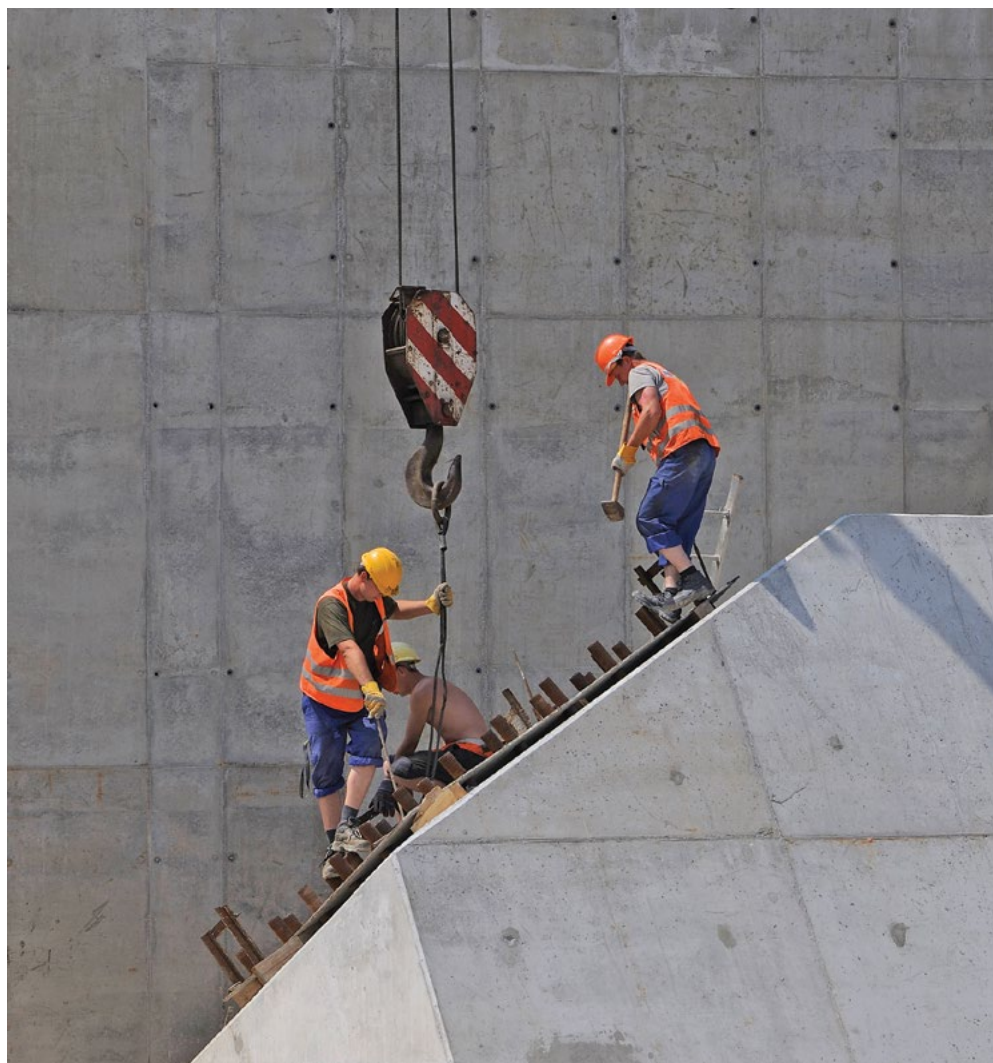
Dodatki to drobnoziarniste składniki betonu stosowane w celu jego poprawy lub uzyskania specjalnych właściwości. Wyróżnia się dwa typy dodatków: typ I – prawie obojętne i typ II – o właściwościach pucolanowych lub utajonych właściwościach hydraulicznych, które mogą stanowić część aktywnego spoiwa.

Do betonów mostowych stosuje się zarówno dodatki nieaktywne typu I, jak i aktywne typu II. Do typu I należą: mączki kamienne (np. mielony kamień wapienny), dodatki barwiące – stosowane jako wzbogacenie najdrobniejszych frakcji w kruszywie. Zaś do typu II – popioły lotne (ze spalania miazła węglowego w EC, materiał odpadowy drobny jak cement pucolanowy), pył krzemionkowy (z filtrów w hucie krzemu, materiał sto razy drobniejszy od cementu i bardzo silnie pucolanowy – stosowany do betonów wysokiej wytrzymałości) czy też mielony granulowany żużel wielkopiecowy.

Domieszka do betonu to materiał dodawany podczas wykonywania mieszanki betonowej w ilości nie większej niż 5% masy cementu, w celu modyfikacji właściwości mieszanki betonowej i/lub stwardniałego betonu. Do produkcji mieszanki betonowej do elementów mostów stosuje się następujące domieszki:

- modyfikujące właściwości reologiczne mieszanki betonowej, redukujące ilość wody zarobowej – uplastyczniające (plastyfikatory) i upłynniające (superplastyfikatory);
- regulujące czas wiązania i twardnienia: przyspieszające wiązanie i początkowy przyrost wytrzymałości (twardnienie) oraz opóźniające wiązanie;
- napowietrzające, umożliwiające wprowadzenie – podczas mieszania – określonej ilości drobnych, równomiernie rozmieszczonych pęcherzyków powietrza, które pozostają w betonie stwardniałym;
- przeciwmrozowe;
- uszczelniające.

Elementy mostu narażone na cykliczne zamrażanie/rozmarzanie (w klasie ekspozycji XF2 i XF4) powinny być wykonywane z mieszanek betonowych napowietrzonych z minimalną zawartością powietrza 4% (maksimum do 6%). Regularnie rozmieszczone (w odległościach 150-200 mm) bardzo drobne pęcherzyki powietrza przerywają ciągłość porów kapilarnych oraz stanowią przestrzeń buforową, do których może przemieszczać się zamarzająca woda, znajdująca się w porach materiału.



Budowa wiaduktu nad A4 zaprojektowanego przez MOSTY Katowice

Woda zarobowa

Niezbędnym elementem każdego betonu jest woda zarobowa. Oprócz wody pitnej, która nie wymaga badania, można stosować również wodę odzyskaną z procesu produkcji betonu, ze źródeł podziemnych, naturalną wodę powierzchniową i wodę ze ścieków przemysłowych, morską lub zasoloną, jednak pod warunkiem, że spełnia ona wymagania wielokryterialnej, normowej oceny.

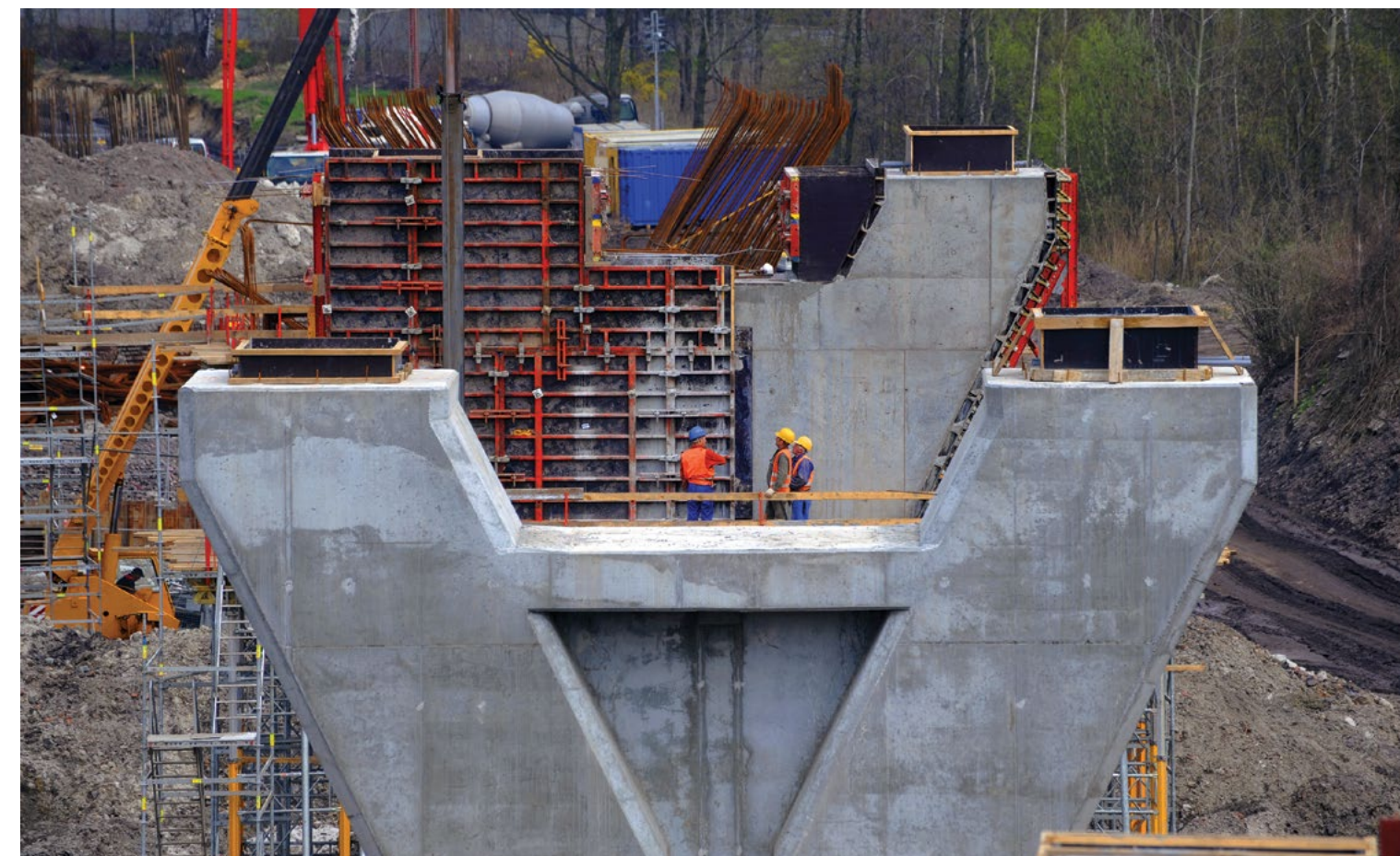
Betony specjalne

Oprócz przywołanych betonów cementowych na konstrukcje mostów coraz częściej wybiera się betony lekkie, których gęstości w stanie suchym są nie mniejsze niż 800 kg/m³ i nie większe niż 2000 kg/m³. Otrzymuje się je dzięki zastosowaniu sztucznych kruszyw lekkich takich jak np. pollytag, piasek (naturalny kopany, płukany lub piasek lekki), cement, domieszki (dla betonów zwykłych: plastyfikatory, superplastyfikatory, napowietrzające, opóźniające wiązanie, przyspieszające wiązanie), dodatki i woda.

W mostownictwie wykorzystywane są betony lekkie wyższych wytrzymałości na ściskanie, z których wykonuje się lekkie konstrukcje mostów o zwiększonej trwałości.

Coraz częściej znajdują także zastosowanie nowe osiągnięcia w technologii betonu – betony specjalne, czy inaczej betony nowej generacji. Należą do nich betony wysokowartościowe i betony wysokiej wytrzymałości (BWW). BWW odpowiadają klasie wytrzymałości powyżej C50/60 w przypadku betonów zwykłych i ciężkich oraz klasom powyżej LC50/55 – dla betonów lekkich. Uzyskiwane są poprzez redukcję zawartości wody zarobowej dzięki zastosowaniu superplastyfikatorów oraz cementów o wysokiej wytrzymałości, odpowiednią kompozycję kruszywa do betonu i modyfikację mikrostruktury poprzez użycie aktywnych dodatków (np. pyłów krzemionkowych). Betony takie są z powodzeniem wykorzystywane w celu zwiększenia nośności, zmniejszenia przekrojów konstrukcji oraz poprawy trwałości.

Inną grupą betonów użytecznych do konstrukcji mostowych są betony samozagęszczalne (SCC), które mogą się rozplęwać i zagęszczać pod swoim własnym ciężarem, wypełniając deskowanie ze zbrojeniem, kanały, ramy itp. z zachowaniem jednorodności. Technologia mieszanek betonowych samozagęszczalnych została opracowana pod koniec lat 80. ubiegłego stulecia w Japonii i jest coraz częściej wykorzystywana do betonowania konstrukcji czy jej elementów – najczęściej gęsto zbrojonych, o skomplikowanych kształtach czy specjalnych wymaganiach odnośnie wyglądu. Umożliwia zmniejszenie nakładów i obciążeń środowiska związanych z betonowaniem (eliminacja wibrowania). Mieszanki samozagęszczalne, dzięki odpowiedniemu składowi jakościowemu i ilościowemu, charakteryzują się bardzo dużą płynnością (jak miód) oraz mają zdolność do samooodpowietrzania. Pierwszym zastosowaniem SCC na większą skalę były łuki mostu Zamkowego na rzece Wisłok w Rzeszowie.



Budowa betonowych podpór wiaduktu nad A4, MOSTY Katowice

Rzadziej stosowanym w mostownictwie rodzajem betonów specjalnych jest beton ze zbrojeniem rozproszonym, tzw. fibrobeton, powstający w wyniku dodania włókien stalowych lub polipropylenowych, o długości od kilku do kilkudziesięciu mm i małej średnicy. Uzupełnia się w ten sposób poprawę odporności na zarysowanie, na obciążenia dynamiczne i zmęczeniowe, zmniejszenie kruchości i zmianę przebiegu zniszczenia.

Jednym z wyzwań mostownictwa jest projektowanie mostów z betonów z proszków reaktywnych (*Reactive Powder Concrete* – RPC) o bardzo wysokich wytrzymałościach na ściskanie, nawet do 800 MPa. Składają się one z drobnego piasku, pyłów krzemionkowych i dużej zawartości cementu, a jako zbrojenie rozproszone wykorzystywane są mikrowłókna stalowe. Zaletą tego typu betonów jest wysoka jednorodność uzyskana wskutek zmniejszenia wymiaru cząstek oraz bardzo dobre parametry techniczne: wysoka odkształcalność betonu, wytrzymałość na ściskanie (200-800 MPa) i na zginanie (25-150 MPa). Sztandarowym przykładem wykorzystania tej technologii jest kładka dla pieszych w Sherbrooke (Kanada), gdzie zastosowano beton RPC pod nazwą handlową Ductal o wytrzymałościach 200 MPa (pas dolny, podłużnice, żebra poprzeczne i płyta pomostu, której grubość wynosiła tylko 3 cm, przy szerokości płyty 4,2 m).

Stal

W mostownictwie stosuje się głównie stal i staliwo (na łożyska), rzadziej stopy aluminium, a w jeszcze mniejszym stopniu ołów i miedź. Stal należy do grupy metali żelaznych (czarnych), jest stopem żelaza i węgla (do 1,7%) oraz innych pierwiastków. Stal jest bardzo dobrym materiałem konstrukcyjnym do obiektów mostowych z uwagi na dużą wytrzymałość na ściskanie i rozciąganie oraz na ścinanie. Do innych jej istotnych właściwości mechanicznych należą: plastyczność, udułność, ciągliwość, kowalność, twardość, spawalność, co pozwala na wykorzystanie jej do różnych elementów mostów.

Powszechnie stosowana jest stal konstrukcyjna niskowęglowa (zawartość węgla $C \leq 0,25\%$) i niskostopowa (suma zawartości składników stopowych $< 1,5\%$). Nowym rodzajem jest stal wysokich właściwości – HPS (*High Performance Steel*), która charakteryzuje

się jeszcze lepszą wytrzymałością, granicą plastyczności, trwałością i spawalnością, odpornością na kruche pęknięcia, zdolnością do formowania na zimno oraz odpornością na korozję. To stal stopowa zawierająca takie pierwiastki jak: węgiel, krzem, mangan, fosfor, siarkę, glin, niob, wanad, nikiel, miedź, chrom, molibden, tytan i azot.

Stal w mostownictwie stanowi podstawowy materiał służący do budowy przęseł. Ponadto stosowana jest do konstrukcji przęseł tymczasowych i technologicznych. Warto wspomnieć, że materiał ten posłużył między innymi do budowy najbardziej znanego mostu świata – Golden Gate w San Francisco.

O przydatności stali w konstrukcjach mostowych świadczą przede wszystkim jej właściwości fizyczne i mechaniczne, które zależą od składu chemicznego, procesów technologicznych oraz obróbki cieplnej i mechanicznej podczas produkcji. Stal jest budulcem mostów jako stal konstrukcyjna, zbrojeniowa lub sprężająca. Do konstrukcji żelbetowych stosuje się stal zbrojeniową klas: A-0, A-I, A-II, A-III i A-IIIN odpowiednich gatunków (zależnych od jej składu). Klasa stali odpowiada właściwościom mechanicznym tego materiału. Do sprężania mostów betonowych stosuje się druty i pręty oraz liny klas i odmian zalecanych w odpowiednich normach.

W mostownictwie wykorzystuje się także różnorodne wyroby stalowe: kształtowniki walcowane (np. dwuteowniki, ceowniki, kątowniki, teowniki, zetowniki), blachy i wyroby z blach, rury, łączniki (np. nity, śruby pasowane i sprężające) oraz ich akcesoria. Ze stali produkuje się również szyny kolejowe, tramwajowe oraz akcesoria nawierzchni kolejowych. Elementy stalowe łączy się przez spawanie, nitowanie lub skręcanie.

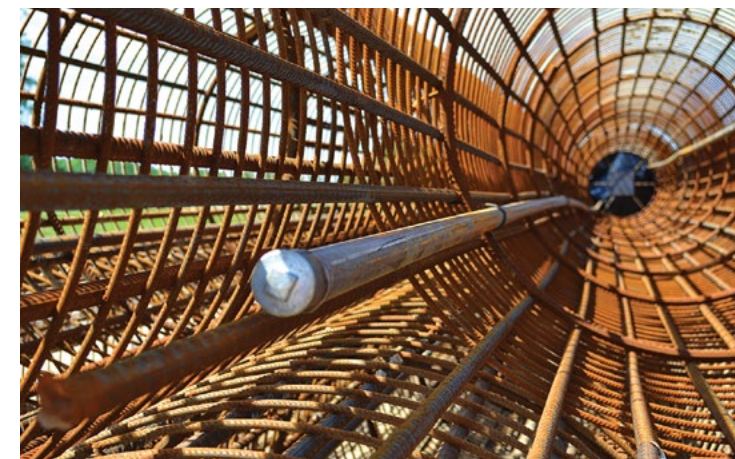
O trwałości stali w konstrukcji mostowej decyduje przede wszystkim odporność na korozję. Stal zbrojeniową i sprężającą chroni odpowiednio zaprojektowana i wykonana otulina betonu oraz materiały iniekcyjne, wypełniające kanały kablowe i rury osłowne. Za trwałość stali konstrukcyjnej odpowiadają natomiast powłoki ochronne, malarskie lub metalizacyjne. Możliwe jest także podwyższenie odporności stali poprzez specjalne dodatki miedzi, chromu, niklu czy molibdenu.



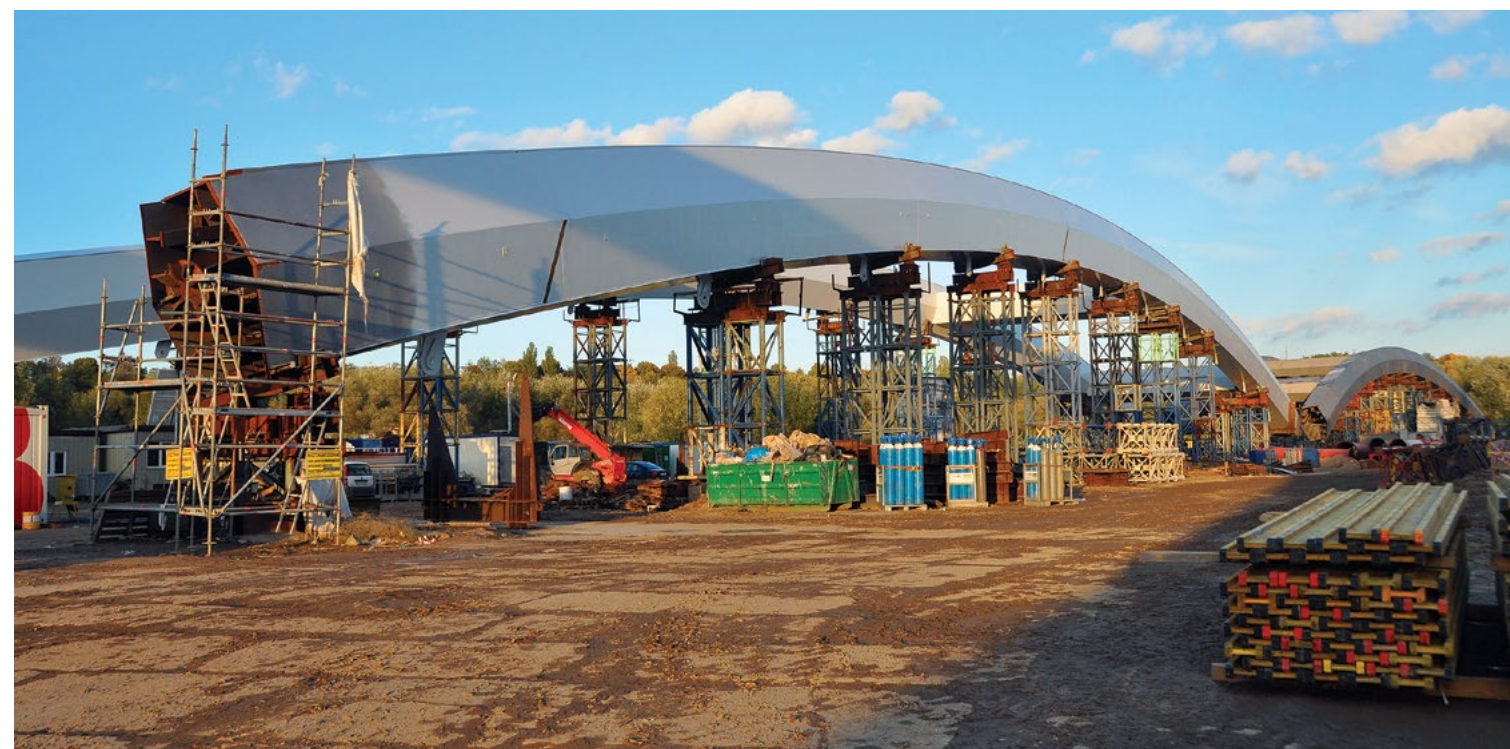
Usztywnianie blachownic mostu nad rzeką Obrą, Autostrada Wielkopolska



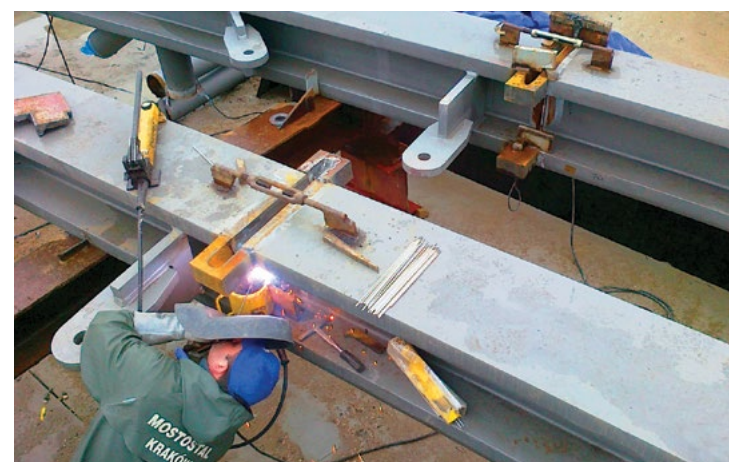
Pracownicy Freyssinet podczas sprężania mostu za pomocą stalowych prętów



Do sprężania mostów betonowych stosuje się odpowiedniej klasy stalowe pręty i druty, MOSTY Katowice



Fragmety łuków mostu w Toruniu, MZD Toruń



Scalanie łuku wiaduktu w okolicy Dębicy, Mostostal Kraków



Piaskowanie wiaduktu

Drewno

Drewno było powszechnie stosowanym materiałem konstrukcyjnym w budownictwie mostowym, a dzisiaj jego zalety odkrywane są na nowo. Materiał ten dobrze wpisuje się w otoczenie naturalne takie jak las, pola czy góry. Zalety drewna wynikają też z jego dostępności i odnawialności jako surowca oraz z łatwości obróbki i stosowania. Jest materiałem ekologicznym używanym w mostownictwie jako drewno lite (naturalne) bądź klejone. Z drewna litego miękkiego (pozyskiwanego z drzew iglastych) wykonuje się elementy główne mostów: dźwigary, oczepy, poprzecznice i podłużnice. Drewno lite twarde (z drzew liściastych) służy natomiast do wyrobu elementów drobnowymiarowych: klinów, klocków.

Współcześnie najczęściej wykorzystuje się drewno obrabiane mechanicznie. W przypadku mostów drewnianych stosuje się cztery klasy drewna, określone literą K i wytrzymałością charakterystyczną na zginanie (K21, K27, K33 i K39). Warto też zaznaczyć, że drewno jest materiałem ortotropowym – tzn. ma odmienne właściwości w zależności od kierunku ich pomiaru, stąd wytrzymałości wzdłuż i w poprzek włókien zasadniczo się różnią.



Wiadukt Sneek w Holandii wykonany z drewna klejonego

Główną wadą drewna jest jego mała trwałość, szczególnie w zmiennych warunkach atmosferycznych. W celu ochrony przed działaniem zewnętrznych czynników destrukcyjnych (wilgoci, ognia, grzybów, pleśni i owadów) stosuje się impregnację.

Coraz większym zainteresowaniem jako materiał konstrukcyjny mostów cieszy się drewno klejone. Przykładem może być tutaj ciekawe rozwiązanie zastosowane przy realizacji drewnianego mostu o nazwie Sneek w Holandii, który został wykonany w większości z drewna klejonego (1200 metrów sześciennych sosny radial – Accoya). Trwałość obiektu została przewidziana na 80 lat użytkowania. Konstrukcja w formie trójkątnej kratownicy tworzącej przekątne przejścia zawiera dwa pasy ruchu oraz ścieżki dla rowerów i pieszych. Belki konstrukcyjne klejone warstwowo, o przekroju 1 m szerokości x 1,4 m grubości, przeplatają się, tworząc ciekawy wzór przypominający odwrócony koszyk wiklinowy.

Kamień budowlany

Materiały kamienne charakteryzują się dużą wytrzymałością i trwałością. Właśnie dlatego stanowiły one budulec pierwszych mostów i nadal się je wykorzystuje jako elementy obiektów współczesnych.

W Wenecji kamienne mosty budowano już w XII wieku (300 z ponad 400 mostów w tym mieście zbudowanych jest z kamienia). Obecnie z kamienia wykonywane są głównie podpory i przęsła sklepione. Często kamień jest używany jako materiał okładzin podpór oraz ścian przejść podziemnych i stopni schodów. Wykonywane są z niego ponadto trwałe krawężniki np. granitowe. Najczęściej jednak stosuje się kamień jako kruszywo do produkcji betonu oraz betonu asfaltowego (na nawierzchnie drogowe).

Materiały kompozytowe

Wśród materiałów kompozytowych stosowanych w mostownictwie należy wyróżnić kompozyty betonopodobne i tworzywa sztuczne zbrojone włóknami, które służą zarówno do budowy nowych konstrukcji, jak i mogą być używane do naprawy lub wzmacniania już istniejących. Kompozyty betonopodobne to betony specjalne scharakteryzowane wcześniej (fibrobeton czy beton z proszków reaktywnych).

Do napraw wykorzystuje się także betony z cementów modyfikowanych żywicami syntetycznymi (PCC) oraz betony z żywic syntetycznych (PC). Z tworzyw sztucznych zbrojonych włóknami: polimery zbrojone włóknem węglowym (CFRP), polimery zbrojone włóknem szklanym (GFRP) i polimery zbrojone włóknem aramidowym (AFRP) wykonuje się pręty, ciągną sprężające do nowych konstrukcji oraz taśmy i maty do napraw. Nowe materiały stosowane są w celu poprawy trwałości konstrukcji mostowych oraz służą niestandardowym rozwiązaniom projektowym z uwagi na lepsze cechy mechaniczne.

Wypozaenie obiektów inżynierskich

Każdy obiekt mostowy, aby był użyteczny, posiada dużą ilość szczegółów niekonstrukcyjnych, mających istotny wpływ na funkcjonalność i trwałość całej budowli. Określa się je mianem wyposażenia, do którego należą:

- łożyska;
- zabezpieczenia przerw dylatacyjnych;
- izolacje wodoszczelne, w szczególności pomostów obiektów mostowych i powierzchni konstrukcji oporowych stykających się z gruntem;



Ustawianie łożysk elastomerowych na ciosie podłożyskowym, BETOMAX

- nawierzchnie jezdni i chodników;
- krawężniki oddzielające jezdnię od chodników lub torowiska bądź ograniczające jezdnię w obiektach bez chodników;
- tory tramwajowe i słupy sieci trakcyjnej;
- urządzenia odprowadzenia wód opadowych;
- balustrady zabezpieczające pieszych i obsługę przed upadkiem z wysokości;
- bariery przeciwdziałające wyjechaniu pojazdu poza jezdnię lub obiekt bądź zabezpieczające pojazdy przed najechnięciem na obiekt lub przeszkody stałe znajdujące się w pobliżu jezdni;
- osłony zabezpieczające przed porażeniem prądem sieci trakcyjnych;
- ekrany przeciwhałasowe;
- osłony przeciwoślńieniowe;
- instalacje oświetleniowe;
- urządzenia wentylacyjne;
- urządzenia zabezpieczające dostęp do obiektu w celach utrzymaniowych;
- urządzenia mechaniczne dla ruchomych elementów konstrukcji;
- płyty przejściowe w strefie połączenia obiektu z nasypem drogowym;
- elementy zabezpieczające podpory mostów przed działaniem kry, spławu i żeglugi oraz podpory wiaduktu przed najechnięciem pojazdów i skutkami wykołowania pojazdów szynowych;
- tablice określające szlak żeglugowy zgodnie z odpowiednimi przepisami;
- sprzęt i środki gaśnicze;
- specjalnie uformowane nisze podporowe na urządzenia umożliwiające podnoszenie ustroju nośnego;
- zabezpieczenia przed dostępem ptactwa, nietoperzy, osób postronnych do pomieszczeń technicznych, urządzeń technicznych oraz przestrzeni zamkniętych;
- znaki pomiarowe.

Łożyska są częścią konstrukcji mostowej, a ich zadaniem jest przekazywanie sił z przęsła na podporę z zapewnieniem możliwości obrotu przekrojów przęsła i, ewentualnie, przemieszczenia przęsła w płaszczyźnie podparcia.



Poziomowanie łożysk przed montażem, BETOMAX

Najbardziej popularne są łożyska elastomerowe i garnkowe, ale używane są również inne rodzaje tych urządzeń. Łożyska elastomerowe wykonywane są z różnych odmian gumy (np. neoprenu) lub innych polimerów (np. poliuretanu), uzbrojonych lub nieuzbrojonych blachami stalowymi. Łożyska garnkowe występują w kształcie płaskiego cylindra (garnka), w którym umieszczona jest płyta elastomerowa, dociskana z zewnątrz tłokiem (pokrywką), wchodzącym częściowo w cylinder.

Aby zapobiec powstawaniu w konstrukcjach budowlanych nadmiernych naprężeń wywołanych zmianami temperatury otoczenia (oraz związanemu z tym ogrzewaniem i ochładzaniem materiału konstrukcyjnego), konieczne jest wykonywanie w nich szczelin dylatacyjnych, czyli szczelin umożliwiających swobodne przemieszczenia krawędzi elementów konstrukcji względem siebie.

W przypadku obiektów mostowych przemieszczenia krawędzi szczelin dylatacyjnych osiągają wartości dochodzące do kilkudziesięciu centymetrów. Powoduje to konieczność wbudowywania w strefie szczelin dylatacyjnych specjalnych urządzeń, które pozwalają na swobodne odkształcenia krawędzi przęsła i jednocześnie na utrzymanie niezakłóconego ruchu pojazdów i pieszych.

Mostowe urządzenia dylatacyjne są przeznaczone do stosowania w pomostach drogowych obiektów mostowych. Podziału urządzeń dylatacyjnych można dokonać, biorąc pod uwagę wartość przemieszczeń nominalnych i zasadę działania:

- uciąglenie nawierzchni;
- bitumiczne przykrycia dylatacyjne;
- blokowe urządzenia dylatacyjne;
- modułowe urządzenia dylatacyjne;
- palczaste urządzenia dylatacyjne.

Urządzenia te są przeznaczone do przeniesienia ruchu kołowego i pieszego przez szczeliny dylatacyjne, które zmieniają swoją rozwartość podczas eksploatacji obiektu mostowego.

Materiały i wyroby stosowane jako wyposażenie również są narażone na działanie środowiska i obciążenia. Dlatego podstawowym zadaniem projektanta jest dobór optymalnego rozwiązania materiałowego w celu zapewnienia odpowiednio wysokiej trwałości tych elementów, które w dużej mierze decydują o funkcjonalności mostów. Jednak nie da się tak dobrać wszystkich materiałów składowych mostu, aby ich trwałość była jednakowa i odpowiadała przewidywanemu okresowi użytkowania obiektu inżynierskiego.

Dla poszczególnych elementów przyjęto następujące okresy użytkowania:

- dla podpór mostów w nurtach rzek – minimum 150 lat;
- dla przyczółków masywnych i konstrukcji oporowych – minimum 100 lat;
- dla podpór wiaduktów i lekkich przyczółków – minimum 60 lat;
- dla masywnych konstrukcji łukowych i płytowych oraz tuneli – minimum 100 lat;
- dla przęseł belkowych z pomostem masywnym – minimum 80 lat;
- dla przęseł belkowych z pomostem lekkim – minimum 60 lat;
- dla przęseł z betonu sprężonego – minimum 60 lat;

- dla pomostów masywnych – minimum 40 lat;
- dla pomostów lekkich – minimum 30 lat;
- dla izolacji wodoszczelnych pomostów masywnych – minimum 30 lat;
- dla płyt chodnikowych i belek podporęczowych – minimum 20 lat;
- dla nawierzchni jezdni – minimum 10 lat, pod warunkiem że nie są przewidziane jako warstwy ochronne izolacji wodoszczelnych;
- dla urządzeń dylatacyjnych – minimum 20 lat;
- dla urządzeń odwadniających – minimum 25 lat;
- dla łożysk stycznych i wałkowych – minimum 50 lat;
- dla łożysk elastomerowych – minimum 20 lat;
- dla malarskich powłok ochronnych konstrukcji stalowych – minimum 15 lat;
- dla balustrad – minimum 30 lat;
- dla przepustów – minimum 40 lat.

Obiekty mostowe powinny charakteryzować się odpowiednią funkcjonalnością, trwałością i estetyką. Jednoczesne spełnienie tych warunków wymaga zastosowania najlepszej jakości nowoczesnych materiałów budowlanych oraz nowych technik i technologii wykonania i produkcji. ■



Most Poniatowskiego, w tle most Siekierkowski w Warszawie

Przedsiębiorstwo Przemysłu Betonów „PREFABET-BIAŁE BŁOTA” S.A.

Dział handlowy
tel. +48 52 32 36 575 do 578
handlowy@prefabet-bb.com.pl



Sekretariat
tel. +48 52 32 36 502
fax + 48 52 32 36 508
sekretariat@prefabet-bb.com.pl



Początki firmy sięgają 1897 roku, gdy Panowie Weinschild i Langeott uruchomili w Białych Błotach zakład zajmujący się produkcją wyrobów betonowych. Po pierwszej wojnie światowej fabrykę przejęło Towarzystwo Robót Inżynierskich z Poznania, a w 1952 roku, firma została znacjonalizowana pod nazwą Bydgoskie Zakłady Betoniarńskie i Żelbetowe Budownictwa Przemysłowego. Wraz z modernizacją i restrukturyzacją zakładów terenowych nastąpił rozwój firmy owocujący wejściem w sektor mieszkaniowy. Kolejne lata to gruntowne przekształcenia zakładu, w wyniku których zainstalowano nowoczesne agregaty do produkcji rur Wipro, a także uruchomiono produkcję płyt sprężonych Spiroll. Od stycznia 1979 roku, na mocy decyzji Ministra Budownictwa i Przemysłu Materiałów Budowlanych, firma przyjęła nazwę Przedsiębiorstwo Przemysłu Betonów „PREFABET-BIAŁE BŁOTA”, którą nosi do dziś. Spółką akcyjną „PREFABET-BIAŁE BŁOTA” został na początku 1996 roku.

Obecnie „PREFABET-BIAŁE BŁOTA” S.A. śmiało patrzy w przyszłość, zwiększając produkcję oraz wdrażając nowe technologie. Wysokiej jakości wyroby wspierane są 120-letnią tradycją oraz sprawdzonymi technologiami, co sprawia, że znajdują uznanie wszędzie tam, gdzie wymagana jest najwyższa jakość oraz precyzja wykonania. Umiejscowienie zakładu w bliskim sąsiedztwie

z węzłem komunikacyjnym gwarantuje, iż nasze wyroby na budowy docierają zawsze na czas. Docenia to ciągle powiększające się grono naszych stałych odbiorców, a także środowisko opiniotwórcze, które

przynajmniej nam liczne nagrody. Dzięki temu nasze logo rozpoznawalne jest nie tylko na krajowych placach budów, ale także w całej Europie. Nasze wyroby znajdują zastosowanie przy budowie obiektów mieszkalnych (wielo- i jednorodzinnych), przemysłowych i magazynowych, sportowych, użyteczności publicznej, centrów handlowych oraz dróg i mostów. Naszym benchmarkowym produktem są płyty stropowe sprężone typu Spiroll. Jako jedyni mamy, aż 40 lat doświadczenia w ich produkcji.

Ponadto naszym Klientom oferujemy płyty stropowe typu TT, dźwigary strunobetonowe oraz płatwie, **belki sprężone i drogowe**, rygle, słupy, podwaliny, studnie, **rury Wipro i Simplex**, wpusty, beton towarowy, płyty drogowe i produkcję **spoiwa hydraulicznego Gruntar** dla firmy Lafarge. Wszystkie nasze wyroby posiadają

wymagane świadectwa jakości i certyfikaty wystawiane przez Instytut Techniki Budowlanej. Dążąc do kompleksowości obsługi świadczymy usługi projektowe, montażowe oraz usługi w ramach generalnego wykonawstwa przez Zakład Budowlany, Drogowy oraz Inżynierski.



Budujemy most



Most gen. E. Zawackiej w Toruniu, MZD Toruń

Po zagospodarowaniu terenu oraz wytyczeniu obiektu przez geodetów, rozpoczyna się budowa mostu – od wykonania fundamentów i podpór. Jeśli ma on być przerzucony nad przeszkodą wodną, to fundamenty mogą być posadowione np. na sztucznej wyspie. Tak było w przypadku mostu gen. Elżbiety Zawackiej w Toruniu.

Wiosną 2011 roku rozpoczęły się po obu stronach Wisły pierwsze prace ziemne, wbijanie pali pod filary estakady drogi dojazdowej oraz podpór. Zaczęto porządkowanie i usuwanie kolizji ze znajdującymi się pod ziemią instalacjami. We wrześniu na środku rzeki zakończył się montaż tymczasowych ściąągów stalowych ścianek konstrukcji sztucznej wyspy, a z dna rzeki rozpoczęto wydobywać piasek. Na obu brzegach układano kolejne warstwy podbudowy i wykonano pierwsze masy bitumiczne dla przyszłych jezdni. Po prawej stronie Wisły prowadzone były prace przy budowie kanalizacji sanitarnej oraz instalacji gazociągowej.

W następnym roku odbywały się roboty na wszystkich obiektach trasy mostowej o długości 4,1 km. Zarysy nowych ulic i przejścia podziemnego pojawiły się na lewym brzegu Wisły. Powstawały kolejne filary wiaduktu kolejowego. Na terenach zalewowych po obu stronach rzeki stały prawie wszystkie filary podpór estakady. Z nurtu rzeki wyłoniła się sztuczna wyspa przeznaczona na centralną podporę mostu. W listopadzie 2012 roku na placu budowy ustawiono prawie 50-metrową wieżę montażową, za pomocą której zostały podniesione dwie części uprzednio zespanego łuku. Były one przygotowywane do umieszczenia na barkach, a następnie do zmontowania.

Najbardziej spektakularnym etapem budowy nowej przeprawy przez Wisłę było osadzanie na podporach dwóch ogromnych łuków mostowych. Wcześniej zostały one przetransportowane holownikami z brzegu Wisły na środek

rzeki, gdzie na sztucznej wyspie zbudowano filar służący do posadowienia tych elementów konstrukcyjnych. Transport i montaż były bardzo skomplikowane ze względu na gabaryty przęsła. Dlatego utworzono specjalne centrum dowodzenia, w którym specjaliści monitorowali kluczowe parametry, m.in. poziom wody w Wiśle i prędkość wiatru. Pierwsze przęsło zamontowano w marcu, a drugie w maju 2013 roku.

Kolejnym etapem było podwieszanie płyt pomostu. Płyty nawierzchni jezdnej zostały przetransportowane do Torunia drogą wodną z Płocka, a następnie scalane i za pomocą wysięgników montowane na wieszakach znajdujących się na przęsłach (montaż dylatacji, osadzenie płyt pomostu na łożyskach, zakończenie prac spawalniczych).

Ukończony w grudniu 2013 roku most przez Wisłę w Toruniu był jedną z najbardziej zaawansowanych inżyniersko inwestycji ostatnich lat w Polsce. Zamontowane tam dwa olbrzymie, największe w kraju przęsła łukowe liczą po 270 m długości i ważą 5400 ton. Dzięki temu nowy most, przez który przebiega dwujezdniowa droga krajowa nr 1, mająca po dwa pasy ruchu w każdą stronę, architektonicznie nawiązuje do istniejących w grodzie Kopernika przepraw: drogowej i kolejowej. Inwestycja obejmowała również estakady dojazdowe i tunel, przebudowę oraz budowę ulic o łącznej długości 11 km.

Generalnym wykonawcą mostu w Toruniu był austriacki Strabag, jedna z największych firm budowlanych działających na rynku europejskim.



Grupa Kapitałowa VISTAL jest wiodącym producentem konstrukcji stalowych dla sektora infrastrukturalnego, offshore, marine, budownictwa kubaturowego, przemysłowego, hydrotechnicznego oraz energetycznego. W ramach świadczonych usług oferujemy również kompleksowe usługi wykonywania powłok antykorozyjnych, w tym cynkowanie.

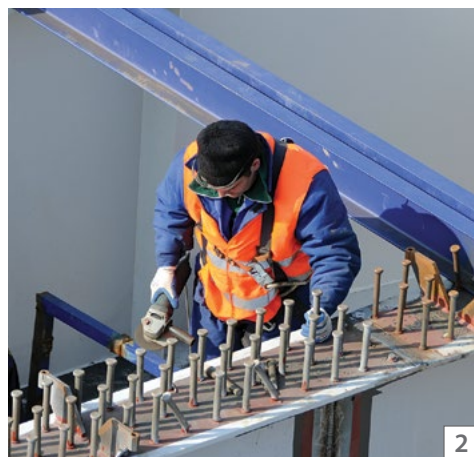
Grupa Kapitałowa VISTAL to solidność, niezawodność, doświadczenie oraz wiedza poparta wieloma certyfikatami i uznaniem naszych krajowych i międzynarodowych partnerów.

Vistal Gdynia S.A.
ul. Hutnicza 40, 81-061 Gdynia
tel. +48 58 783 37 04
fax +48 58 783 37 05
e-mail: info@vistal.pl





1



2



3



5



4

fot. 1.
Analiza dokumentacji, MZD Toruń

fot. 2.
Przygotowanie do montażu zbrojenia, MZD Toruń

fot. 3-4.
Wbijanie pali fundamentowych (pod ławy filarów),
MZD Toruń

fot. 5.
Wykopy pod komory sanitarne, MZD Toruń

 **MP Lift**

► www.mp-lift.pl

Spółka MP Lift Sp. z o.o. zajmuje się głównie rektyfikacją budynków, szybowych wież górniczych i szybów windowych. Najczęściej taka rektyfikacja wraz z robotami towarzyszącymi jest wykonywana w skutek występujących szkód górniczych. Spółka oferuje również rektyfikację wiaduktów, estakad i mostów wraz z wymianą łożysk, naprawami ciosów i belek podłożyskowych.



Spółka zajmuje się również wynajmem, montażem i obsługą rusztowań ustrojów nośnych obiektów mostowych oraz wynajmem i montażem mostów tymczasowych drogowych i kolejowych o rozpiętości przęsła do 100m.



biuro@mp-lift.pl
telefon: +48 667 009 853

MP-LIFT Sp. z o.o.
Ul. Moniuszki 20
41-902 Bytom

 **MP Construction**

► www.mp-construction.pl

Zajmujemy się projektowaniem i realizacją robót inżynierskich metodami bezwykopowymi, wykonujemy przeciski sterowane małych, średnich i wielkogabarytowych elementów (tunele dla pieszych, tunele samochodowe itp. Zajmujemy się kompleksową realizacją przedsięwzięć.



Wielkogabarytowe tunele wykonywane metodą bezwykopową (hydrauliki siłowej) z pełnym zabezpieczeniem torowiska.



mail: biuro@mp-construction.pl
telefon: +48 607 790 459

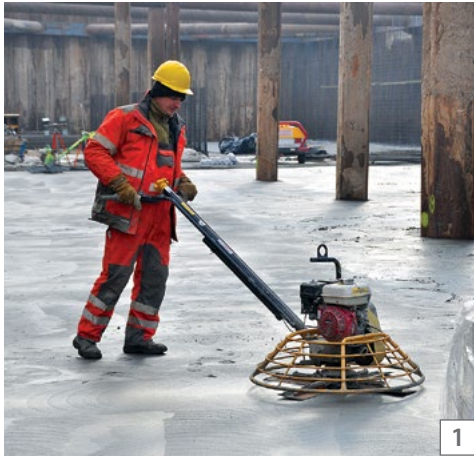
MP Construction Sp. z o.o.
ul. Moniuszki 22
41-902 Bytom



1



2



1



2



3



4



3



4



5

fot. 1.
Montaż zbrojenia podpór (filarów), MZD Toruń

fot. 2.
Montaż zbrojenia, MZD Toruń

fot. 3.
Montaż konstrukcji stalowych, MZD Toruń

fot. 4.
Czynności przygotowawcze przed betonowaniem
ław i filarów (podpór), MZD Toruń

fot. 1.
Zagęszczanie betonu (płyta denną tunelu), MZD Toruń

fot. 2.
Prace geodezyjne, MZD Toruń

fot. 3.
Prace przygotowawcze przed betonowaniem,
MZD Toruń

fot. 4.
Montaż zbrojenia, MZD Toruń

fot. 5.
Montaż zbrojenia i budowa pylonu estakady przy
ul. Żółkiewskiego, MZD Toruń



1



2



3



5



4



6

fot. 1.
Zagęszczanie wykopów, MZD Toruń

fot. 2.
Montaż zbrojenia, MZD Toruń

fot. 3.
Prace spawalnicze, MZD Toruń

fot. 4.
Montaż deskowania węzłowi mostu
(podpory brzegowej mostu), MZD Toruń

fot. 5.
Betonowanie elementów konstrukcyjnych tunelu,
MZD Toruń

fot. 6.
Montaż deskowania płyty pomostu, MZD Toruń



fot. 1-2.
Montaż (scalanie) konstrukcji mostu, MZD Toruń

fot. 3.
Montaż podpory środkowej (nurtowej) mostu w nurcie Wisły na wyspie, MZD Toruń

fot. 4.
Montaż konstrukcji stalowej (estakad), MZD Toruń

fot. 5.
Deskowanie podpór (filarów), MZD Toruń

fot. 6.
Transport konstrukcji łukowej mostu, MZD Toruń

fot. 7.
Wykonanie konstrukcji pomostu (most przez Wisłę), MZD Toruń

fot. 8.
Wykonanie asfaltu lanego na moście, MZD Toruń



Rozdział 4



ZARZĄDZANIE INFRASTRUKTURĄ DROGOWĄ

Koncesjonariusze i zarządcy dróg



Autostrada A4 Katowice-Kraków, Stalexport Autostrada Małopolska

Drogi w Polsce mają wielu zarządców: od wójtów i burmistrzów na poziomie dróg gminnych, poprzez zarządy powiatowych, prezydentów miast w odniesieniu do dróg przebiegających przez miasta na prawach powiatu, po zarządy województw odpowiedzialne za trasy wojewódzkie. Drogi krajowymi zarządza GDDKiA.

Podmioty publiczne nie wyczerpują jednak listy zarządców. Uzupełniają ją koncesjonariusze. To prywatne spółki, z którymi zawarto umowę o budowę i eksploatację lub tylko eksploatację autostrady. Obecnie koncesjonariusze zarządzają autostradami: A1 od Gdańska do Torunia, A2 od Konina do Świecka oraz A4 między Katowicami, a Krakowem.

W myśl ustawy o koncesji na roboty budowlane lub usługi z 2009 roku, koncesja to odpłatna, długoterminowa umowa, w której koncesjonariusz zobowiązuje się do wykonywania zadań będących jej przedmiotem w zamian za określone wynagrodzenie. Tym wynagrodzeniem,

poza płatnością koncesjodawcy, mogą być np. opłaty pobierane od użytkowników, czynsz wnoszony przez dzierżawców terenu pod stacje benzynowe czy restauracje.

Koncesja w odniesieniu do dróg na polskim gruncie prawnym pojawiła się wraz z planami rozwoju sieci płatnych autostrad w latach 90. ubiegłego wieku. Była odpowiedzią na niedostatek środków na realizację zadań z zakresu infrastruktury. Sięgnięcie po kapitał prywatny miało poszerzyć możliwości realizacji zadań publicznych, zwiększyć dostępność usług i poprawić ich jakość. Furtkę ku temu rozwiązaniu otworzyła ustawa o autostradach płatnych z 1994 roku. Wprowadziła ona możliwość finansowania

budowy autostrad ze środków własnych koncesjonariuszy oraz uzyskanych przez nich kredytów, a także określiła zasady udzielania koncesji oraz zawierania umów na budowę i eksploatację autostrad.

Wybór koncesjonariuszy odbywał się na podstawie dwustopniowego postępowania przetargowego: kwalifikacji wstępnej i przetargu ograniczonego. Do postępowania mogły przystąpić spółki z ograniczoną odpowiedzialnością oraz spółki akcyjne, które miały siedzibę w Polsce i kapitał zakładowy nie mniejszy niż równowartość 10 mln euro (wówczas 10 mln ECU). Spółki, które zdecydowały się na udział w przetargu, musiały m.in. wnieść opłatę za informacje o jego warunkach (w tym dokumentację techniczną oraz przewidywane istotne warunki umowy koncesyjnej), zobowiązując się przy tym do nieujawniania uzyskanych informacji podmiotom trzecim.

Wybór najkorzystniejszej oferty powierzono komisji złożonej z członków powołanych przez Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej, ta zaś przy podejmowaniu decyzji miała brać pod uwagę przede wszystkim: sytuację ekonomiczno-finansową oferenta, jego doświadczenie, przedstawiony plan finansowania oraz program budowy i eksploatacji autostrady, a także zdolność do finansowania inwestycji bez korzystania z poręczeń Skarbu Państwa przy pozyskiwanych kredytach (ustawa dawała taką możliwość). Co ciekawe, zwracano również uwagę, czy i w jakim stopniu potencjalny koncesjonariusz zamierza korzystać z pracy krajowych wykonawców oraz z materiałów polskich firm.

Otwierało to drogę do negocjowania warunków umowy między państwem a koncesjonariuszem. Zgodnie z przepisami, miała ona być zawarta w ciągu sześciu miesięcy od udzielenia koncesji. To ten dokument określa szczegółowe zagadnienia związane z budową i eksploatacją autostrady i warunki, na jakich realizowane są zadania koncesjonariusza. Jak się okazało, w praktyce ten etap nie należał do najłatwiejszych,

zawarcie umów często odwlekało się w czasie, a podpisane dokumenty były wielokrotnie aneksowane.

Pierwszy przetarg w sprawie koncesji Agencja Budowy i Eksploatacji Autostrad (centralny urząd odpowiedzialny za sprawy budowy autostrad, funkcjonujący w latach 1992-2002) ogłosiła w 1995 roku. Dotyczył on wybudowanej przez państwo autostrady A4 między Katowicami a Krakowem. W 1997 roku, po przeprowadzonym postępowaniu przetargowym, koncesja została udzielona firmie Stalexport SA. Wydano ją na 30 lat. Koncesjonariusz został zobowiązany m.in. do modernizacji obiektów mostowych, rozbudowy węzłów, stworzenia systemu poboru opłat czy budowy miejsc obsługi podróżnych.

Kilka miesięcy po podpisaniu umowy Stalexport na potrzeby realizacji zadań koncesjonariusza powołał spółkę ze swoim 100% udziałem o nazwie: Katowicko-Małopolska Autostrada Stalexport SA, przemianowaną potem na Stalexport Autostradę Małopolską (SAM). Obecnie spółka ta zarządza 61-kilometrowym odcinkiem autostrady, będącym pierwszym w Polsce (od 2000 roku) fragmentem autostrady płatnej.

W przyjętym modelu finansowym dla odcinka A4 Katowice-Kraków założono, że w okresie koncesyjnym droga zostanie w pełni zmodernizowana i wyposażona

w odpowiednie urządzenia infrastrukturalne za pieniądze pochodzące z opłat od jej użytkowników. Ponieważ koncesjonariusz ponosi ryzyko związane z natężeniem ruchu na swoim odcinku, ma prawo do kształtowania wysokości opłat za przejazd. Koncesja na A4 zakończy się w 2027 roku, kiedy to autostrada powróci w zarząd państwa.

Również w 1995 roku ogłoszono dwustopniowy przetarg na budowę i eksploatację autostrady płatnej A2 ze Świecka do Strykowa. W pierwotnym zamyśle fragment ten podzielono na trzy odcinki: Świecko-Nowy Tomyśl, Nowy Tomyśl-Konin oraz Konin-Stryków. Koncesję na budowę oraz 40-letnią eksploatację wszystkich trzech odcinków w 1997 roku uzyskała Autostrada Wielkopolska SA. W 1998 roku uchylono jednak koncesję na odcinek od Konina do Strykowa, który został ostatecznie wybudowany przez Skarb Państwa. Dwa pozostałe zostały zrealizowane przez koncesjonariusza, jednak szło to wolniej niż zakładano. Podpisaną we wrześniu 1997 roku umowę z koncesjonariuszem trzeba było dwa lata później aneksować, ponieważ nieprecyzyjne zapisy powodowały, że koncesjonariusz nie mógł pozyskać finansowania na budowę autostrady. W efekcie autostrada z Konina do Nowego Tomyśla (blisko 150 km) była gotowa dopiero w 2004 roku.



Miejsce Obsługi Podróżnych w Dołbiewcu przy autostradzie A2, Autostrada Wielkopolska



Autostrada A1 na odcinku Rusocin-Czerniewice, fot. Kacper Kowalski/aeromedia.pl, Gdańsk Transport Company



Autostrada Wielkopolska SA

255 km najbardziej ekologicznej autostrady
zrealizowanej w PPP w Polsce

www.autostrada-a2.pl



OCHRONA ŚRODOWISKA

Environmental Protection

NA TRASIE ODCINKA A2 ŚWIECKO – NOWY TOMYŚŁ
PROWADZONY JEST:

AT THE SITE OF A2 Section Świecko – Nowy Tomyśl
THE FOLLOWING ARE CARRIED OUT:

MONITORING SIEDLISKOWY ZWIERZĄT

HABITAT MONITORING OF ANIMALS

ORZEŁ BIELIK
WHITE TAILED
EAGLE



OCHRONA MROWISK
ANT HILL PROTECTION

106 km A2 Świecko – Nowy Tomyśl przebiega w 80% przez tereny leśne.

106 km A2 Świecko – Nowy Tomyśl runs in 80% through forest land.



MONITORING SIEDLISKOWY
ROŚLIN POZA PASEM DROGOWYM
HABITAT MONITORING OF PLANTS
OUTSIDE OF THE RIGHT OF WAY



PROGRAM RATOWANIA
PŁAZÓW I GADÓW
REPTILE AND AMPHIBIAN RESCUE PLAN

MONITORING ORNITOLOGICZNY
ORNITHOLOGICAL MONITORING

MONITORING ŻEROWISKA NIETOPERZY
BAT FEEDING GROUND MONITORING

MONITORING SIEDLISKOWY BOBRA
BEAVER HABITAT MONITORING

Autostrada Eksploatacja SA 255 km of safety

255 kilometrów bezpieczeństwa

Autostrada Eksploatacja SA to spółka operatorska, której zadaniem jest bieżące utrzymanie oraz pobór opłat na koncesyjnym odcinku A2 Konin-Świecko.

Autostrada Eksploatacja SA is an operating company responsible for routine maintenance and toll collection on A2 toll motorway in the section Konin-Świecko.

W TROSCE O BEZPIECZEŃSTWO

Ponad 500 pracowników spółki codziennie troszczy się o bezpieczeństwo i komfort podróżnych. Przez 24 godziny na dobę, każdy odcinek autostrady patrolują wozy patrolowe. Są w każdym punkcie autostrady co 2 godziny w dzień i co 4 godziny w nocy. Całą dobę działa też Centrum Zarządzania Autostradą, do którego spływają wszystkie informacje związane z działaniem autostrady.

Połączone z CZA, rozmieszczone co 2 kilometry kolumny alarmowe pozwalają na natychmiastowe wezwanie pomocy. Średni czas dotarcia służb autostradowych na miejsce zdarzenia to 15 minut.

Wykonywanie codziennych obowiązków ułatwiają i usprawniają najnowocześniejsze rozwiązania techniczne w dziedzinie eksploatacji dróg, a także doświadczenie polskich, jak i zagranicznych partnerów spółki.

TAKING CARE OF SAFETY

Staff of more than 500 people watch over the drivers' safety and comfort every day. Each section is being patrolled 24/7. Every two hours during a day and every four hours at night patrol cars go through each part of the motorway. Also the Central Control Room works round the clock collecting all the information concerning the motorway.

Emergency Road Telephones deployed every 2 km along the motorway are connected with the Central Control Room. This allows drivers to call for help immediately. The average time of getting to an indicated location by the motorway service is 15 minutes.

High-tech road maintenance solutions as well as the experience of Company's shareholders facilitate everyday duties.



W trosce o środowisko

Firma dba nie tylko o utrzymanie autostrady, ale też o jej otoczenie na bieżąco kontrolując wpływ autostrady na środowisko naturalne, sprawdzając ekrany akustyczne, oczyszczalnie i zbiorniki ekologiczne, pielęgnując tereny zielone oraz drzewa i krzewy posadzone na terenach zielonych.

FOR YOU TO BE ON TIME

The Company takes care not only for the maintenance of the motorway, but also its surroundings by checking on a routine basis the motorway's impact on environment, acoustic screens condition, sewage treatment plants and evaporations basins, nurturing bushes and trees on green areas.

www.aesa.pl

Z kolei negocjacje z Ministerstwem Infrastruktury w sprawie fragmentu między Nowym Tomyślem a Świeckiem zakończyły się dopiero pięć lat później. Uzgodniono wówczas, że budowa ma być zrealizowana w 2,5 roku, a przez kolejne 25 lat koncesjonariusz będzie eksploatował autostradę. Budowa poszła sprawnie i licząca 105,6 km trasa od Świecka do Nowego Tomyśla została zakończona przed terminem. Wybudowany w technologii betonowej odcinek oddano do ruchu pod koniec 2011 roku. Na potrzeby jego budowy została powołana oddzielna spółka celowa – Autostrada Wielkopolska II.

Na autostradzie A2 mamy do czynienia z dwoma różnymi systemami wynagradzania koncesjonariusza. Na „starym” odcinku od Konina do Nowego Tomyśla funkcjonuje system oparty na opłatach od użytkowników, natomiast na trasie Nowy Tomyśl – Świecko obowiązuje tzw. opłata za dostępność. Oznacza ona, że Skarb Państwa reguluje wysokość myta pobieranego od kierowców, a przychody z tego tytułu stanowią wpływy Krajowego Funduszu Drogowego. W zamian za to koncesjonariusz otrzymuje od państwa miesięczną opłatę za dostępność.



Odcinek A4 Katowice-Kraków, Stalexport Autostrada Małopolska

Trzeci przetarg ogłoszony pod koniec lat 90. XX wieku dotyczył koncesji na budowę autostrady A1. Na trasie północ-południe przewidywano dwa etapy realizacji: odcinek Rusocin-Nowe Marzy i Nowe Marzy-Toruń. Koncesję w 1997 roku otrzymała spółka Gdańsk Transport Company (GTC). Umowa na realizację pierwszego etapu została podpisana w 2004 roku, a jego budowę zakończono w 2008. Z kolei 62-kilometrowy odcinek z Nowych Marz do Torunia zakończono w 2011 roku. Obecnie GTC zarządza 152 km autostrady z Gdańska do Torunia, a koncesja wygaśnie w 2039 roku. Tu również obowiązuje system opłaty za dostępność.

Przetarg na budowę A1 to ostatni, który zakończył się wyborem koncesjonariusza. Wprowadzie po nim próbowano jeszcze wyłonić prywatnego zarządcę dla A4 z Wrocławia do Katowic, ale w 1999 roku ostatecznie zaniechano postępowania.

Obecnie obowiązujące przepisy ustawy o autostradach płatnych i KFD przewidują, że autostrady mogą być budowane przez GDDKiA lub, funkcjonującą na podstawie odrębnych przepisów, spółkę specjalnego przeznaczenia. Każdy z tych podmiotów

może powierzyć budowę i eksploatację bądź tylko eksploatację odrębnemu podmiotowi wybranemu na mocy przepisów ustawy o koncesjach na roboty budowlane i usługi. W umowie powinny być określone szczegóły dotyczące m.in. stawki opłat za przejazd w chwili rozpoczęcia eksploatacji, podział zysku pomiędzy spółkę a KFD, zasady odpłatności za udostępnienie spółce gruntów pod budowę autostrady, a także warunki ich zagospodarowania i wykorzystania. Ta sama umowa ma określać obowiązki spółki w zakresie zgromadzenia środków na budowę i eksploatację autostrady oraz na zachowanie nieprzerwanej dostępności do autostrady, przejezdności oraz bezpieczeństwa użytkowników.

Spółka, z którą zawarto umowę o eksploatację, jest zobowiązana do utrzymania, przebudowy, remontu i ochrony autostrady. W praktyce koncesjonariusz wykonuje wszystkie obowiązki, które należą do zarządcy drogi, poza kilkoma wyjątkami zarezerwowanymi dla zarządcy publicznego – chodzi o planowanie rozwoju sieci drogowej, wydawanie zezwoleń na zajęcie pasa drogowego, nabywanie nieruchomości pod drogi oraz zarządzanie bezpieczeństwem w transeuropejskiej sieci dróg. ■

Systemy poboru opłat i monitoring



Wjazd na autostradę A4 w okolicy Wrocławia

Generalnie na autostradach mamy do czynienia z dwoma systemami poboru opłat: otwartym i zamkniętym. Pierwszy polega na pobieraniu opłat za przejechany odcinek drogi, niezależnie od liczby kilometrów, jaką faktycznie dany pojazd pokonał. Opłatę uiszcza się w punkcie poboru opłat umiejscowionym na autostradzie, zwykle w połowie każdego płatnego odcinka. Taki system funkcjonuje na trasie A2 z Konina do Nowego Tomyśla oraz na A4 z Katowic do Krakowa.

Z kolei na koncesyjnym odcinku autostrady A2 z Poznania do Świecka, na zarządzanym przez GDDKiA fragmencie z Konina do Łodzi, na A4 z Wrocławia do Gliwic oraz na A1 z Gdańska do Torunia obowiązuje zamknięty system poboru opłat. Oznacza to, że kwota wynika z liczby przejechanych kilometrów. Żeby takie rozliczanie było możliwe, na wszystkich węzłach przy wjeździe na płatną autostradę znajdują się stacje poboru opłat. Kierowca, wjeżdżając, pobiera bilet, który oddaje w punkcie poboru opłat przy wyjeździe z autostrady. Na jego podstawie naliczana jest kwota, którą należy uiszczyć.

Kwota ta w przypadku systemu zamkniętego z reguły jest korzystniejsza dla kierowcy, jednak jej wysokość ostatecznie zależy od tego, jakiemu zarządcy podlega konkretny odcinek. Najtaniej jest na fragmentach podległych GDDKiA. Tu pobierana w systemie zamkniętym stawka za kilometr wynika z Rozporządzenia Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z 12 kwietnia 2012 roku w sprawie

stawek opłat za przejazd autostradą. Obecnie dla samochodu osobowego wynosi ona 10 gr za kilometr. Tam, gdzie zgodnie z umową koncesyjną minister ma wpływ na wysokość myta (A1 Gdańsk-Toruń oraz A2 z Nowego Tomyśla do Świecka), jest ona dwukrotnie wyższa. Najdrożej natomiast jest na odcinkach, gdzie obowiązuje ustalana przez koncesjonariusza opłata „za odcinek”.

Opłaty na autostradach pobierane są w trybie manualnym – oznacza to konieczność zatrzymania się przy bramce i uregulowania stosownej kwoty. Wyjątkiem są dwa odcinki zarządzane przez GDDKiA (A1 z Konina do Łodzi oraz A4 z Wrocławia do Gliwic), gdzie od połowy 2012 roku kierowcy pojazdów osobowych mogą dokonywać opłat także w systemie elektronicznym. Żeby jednak móc korzystać z tej opcji, muszą wyposażać swój pojazd w urządzenie zwane viaAUTO. Dostępne m.in. na stacjach benzynowych urządzenie komunikuje się z czujnikami umieszczonymi na specjalnych bramkach, z konta użytkownika pobierana jest opłata za przejazd i bramka przed pojazdem otwiera się automatycznie. Po wpłaceniu kaucji, możliwe jest też regulowanie opłat za przejazd z dołu, na podstawie rachunku za przejazd.

Elektroniczne opłaty za przejazd autostradą są również możliwe dzięki rozszerzeniu na samochody osobowe systemu viaTOLL. ViaTOLL to funkcjonujący od 1 lipca 2011 roku elektroniczny system poboru opłat za korzystanie z dróg publicznych.

Poruszanie się po drogach publicznych, co oczywiste, jest obwarowane określonymi zasadami. Dotyczą one zarówno zachowania bezpieczeństwa ruchu, jak i odpłatności za korzystanie z infrastruktury drogowej. Przestrzeganie ustalonych reguł wspierają systemy monitoringu. Jednym z nich jest ten związany z poborem opłat.



Schemat prezentuje działanie systemu viaTOLL

Dotyczy on pojazdów (lub zespołów pojazdów, w tym samochodów osobowych z przyczepą) o masie całkowitej wyższej niż 3,5 tony, a także autokarów i autobusów mających więcej niż dziewięć miejsc siedzących, niezależnie od ich masy. ViaTOLL obowiązuje na drogach wskazanych jako płatne w rozporządzeniu Rady Ministrów, których obecnie jest 2190 km.

Pojazdy ciężkie, które w myśl przepisów są zobowiązane do uiszczenia opłaty, muszą być zarejestrowane w systemie i wyposażone w tzw. viaBOX. To małe, zawierające wszystkie informacje o pojeździe urządzenie umieszczone za przednią szybą samochodu. Nad drogami określonymi jako płatne ustawiane są natomiast specjalne bramownice z przekaźnikami rejestrujące przejazd każdego pojazdu o masie powyżej 3,5 tony i automatycznie naliczające opłatę za przejazd.

Płatności za korzystanie z dróg wskazanych w rozporządzeniu mogą być regulowane w trybie *post pay* – na podstawie rachunku wystawionego za zarejestrowane przejazdy lub *pre pay*, czyli w formie opłat pobieranych z doładowanego wcześniej konta.



System ITS monitoruje autostradę A2 na odcinku Stryków-Konin

Elektroniczny system poboru opłat viaTOLL nie działa jednak na koncesyjnych odcinkach autostrad. Tam, kierowcy ciężarówek, podobnie jak w przypadku pozostałych pojazdów, muszą dokonywać opłat manualnie, według obowiązującej stawki.

Określona w rozporządzeniu opłata za poruszanie się po drogach pojazdów ciężkich jest zróżnicowana m.in. w zależności od klasy emisji spalin – im jest ona wyższa, a więc im pojazd bardziej ekologiczny, tym niższa jest stawka za kilometr. Zatem system opłat przy okazji sprzyja ochronie środowiska – według danych operatora systemu, liczba zarejestrowanych pojazdów o najwyższej klasie emisji spalin po wdrożeniu systemu wzrosła.

Trwają też prace nad ujednoliceniem elektronicznego systemu poboru opłat na wszystkich trasach w Unii Europejskiej. Dyrektywa unijna nakłada bowiem obowiązek interoperacyjności systemów poboru opłat, zakładając, że powinno wystarczyć jedno urządzenie pokładowe dla wszystkich dróg UE. Dziś kierowcy muszą posiadać oddzielne urządzenia dla każdego z krajów, po których jeżdżą.

Fakt, że opłaty za korzystanie z dróg publicznych innych niż autostrady dotyczą tylko pojazdów ciężkich, ma swoje uzasadnienie. Jak wyliczają eksperci z Instytutu Badawczego Dróg i Mostów, jeden samochód ciężarowy niszczy drogę tak jak 160 tys. pojazdów osobowych! Jeszcze bardziej niszczą drogę samochody przeładowane – od 20 do nawet 400 razy szybciej niż pojazd o wadze prawidłowej. Jest więc sprawą bardzo ważną, by eliminować je z ruchu. Właśnie w tym celu na drogach instalowane są tzw. preselekcyjne systemy ważenia pojazdów. To urządzenia składające się z dynamicznej wagi – czujnika lub platformy wagowej w jezdni oraz kamer, które rejestrują zdarzenie na drodze, a jednocześnie pozwalają na identyfikację pojazdu. Kiedy po czujnikach przejeżdża nadmiernie obciążony pojazd, system zapisuje informacje

o nacisku każdej z osi pojazdu oraz o jego masie całkowitej, a kamera umieszczona nad jezdnią wykonuje zdjęcie. Dane te natychmiast trafiają do inspektorów transportu, którzy zatrzymują podejrzany o przeciążenie pojazd do kontroli na legalizowanej wadze stacjonarnej. Jeśli przekroczenie dopuszczalnych nacisków na oś potwierdza się, pojazd zostaje zatrzymany, a na kierowcę nakładana jest kara.

Preselekcyjne systemy ważenia pojazdów działają w ponad pięćdziesięciu miejscach na drogach krajowych. Na ich instalowanie coraz częściej decydują się też miasta – dynamiczne wagi funkcjonują m.in. we Wrocławiu, Włocławku, Białymstoku, Płocku, a także na drogach wojewódzkich w Kujawsko-Pomorskiem.

Urządzenia te mogą zarejestrować także inne wykroczenia, np. przekroczenie limitu długości pojazdu czy też nadmierną prędkość. Ten ostatni parametr mierzony jest jednak przede wszystkim przez nowoczesne fotoradary, czyli stacjonarne urządzenia do pomiaru chwilowej prędkości pojazdu. Informacje zapisane przez urządzenie, po przesłaniu do Centrum Automatycznego Nadzoru nad Ruchem Drogowym (CANARD), są podstawą do wystawienia mandatu.

Nowym u nas narzędziem monitoringu na drogach będą odcinkowe pomiary prędkości. W tym przypadku mierzona będzie średnia prędkość, z jaką poruszał się pojazd na odcinku do 10 km w mieście i nawet do 20 km poza miastem. Na początku i na końcu monitorowanego odcinka zainstalowane będą kamery, które zarejestrują czas wjazdu danego pojazdu i jego wyjazdu ze strefy kontrolowanej. Na tej podstawie komputer wyliczy średnią prędkość, a dane te upoważnią do wystawienia mandatu. Na razie system ten jest testowany. Jego wdrożenie ma nastąpić niebawem.

Jeszcze innym narzędziem monitorowania są urządzenia rejestrujące przejazdy pojazdów na czerwonym świetle, na razie instalowane głównie w miastach. Kamery nad skrzyżowaniem uaktywniają się

w momencie, gdy zapala się światło czerwone, wykonując zdjęcia pozwalające na identyfikację pojazdów, które znalazły się w tym czasie w obszarze skrzyżowania.

Systemy monitoringu, a szerzej inteligentne systemy transportowe to obszar, który w ostatnim czasie intensywnie się rozwija, służąc nie tylko do dyscyplinowania, czy informowania kierowców, ale także będąc narzędziem do zarządzania ruchem. Wystarczy choćby wspomnieć o nowoczesnym Centrum Zarządzania Ruchem umiejscowionym w Strykowie. W tym miejscu właśnie, przy pomocy m.in. kamer czy stacji pogodowych, monitorowana jest sytuacja na autostradzie A2 (docelowo także na A1 i ekspresowej S8), z możliwością zdalnego zarządzania objazdów czy ostrzegania o warunkach pogodowych i innych zdarzeniach za pomocą tablic zmiennej treści. Podobnie działa Zintegrowany System Zarządzania Ruchem Regionu Podhalańskiego. W tym przypadku kamery monitorują ruch na jedynej drodze prowadzącej do Zakopanego, informując o aktualnym czasie przejazdu popularną „zakopianką” oraz drogami alternatywnymi, na które w przypadku nadmiernego zatłoczenia kierują specjalne tablice na możliwych rozjazdach. ■



Północny odcinek autostrady A1 Rusocin-Czerniewice, Gdańsk Transport Company, fot. Kacper Kowalski / aeromedia.pl

Utrzymanie dróg



Przecięcie wstęgi na nowo wybudowanej trasie kończy etap związany z budową, ale rozpoczyna kolejny, mniej spektakularny, rozłożony na lata, a dotyczący jej utrzymania. Żeby bowiem droga jak najdłużej zachowała dobry stan techniczny, była komfortowa, a przede wszystkim bezpieczna, musi być poddawana wielu zabiegom wykonywanym przez cały rok przy użyciu specjalistycznego sprzętu.

Utrzymanie to obowiązek zarządcy drogi, który dla większej efektywności bywa powierzany innym podmiotom. Specjalne spółki dbają o utrzymanie koncesyjnych odcinków autostrad. Drogami krajowymi opiekują się firmy prywatne na mocy kilkuletnich kontraktów w ramach systemu zwanego „utrzymaj standard”. Zarządcy dróg samorządowych także organizują przetargi na utrzymanie własnych tras, zwłaszcza zimą.

Ustawa o drogach publicznych definiuje utrzymanie jako wykonywanie robót konserwacyjnych, porządkowych i innych zmierzających do zwiększenia bezpieczeństwa i wygody ruchu, włączając w to odśnieżanie i zwalczanie śliskości zimowej. Właśnie te dwie ostatnie czynności mieszczą się w ramach utrzymania zimowego, mającego na celu zapewnienie przejeźdźności oraz ograniczenie zakłóceń w płynności ruchu. Żadne akty prawne nie regulują wprawdzie sposobu, w jaki należy radzić sobie z tymi problemami, jednak zasady prowadzenia zimowego utrzymania dróg określają w ramach wewnętrznych zarządzeń sami zarządcy. Na poziomie dróg krajowych obowiązującym dokumentem są „Wytyczne zimowego utrzymania dróg” wprowadzone przez Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad. To tu określono standardy zimowego utrzymania, środki, jakimi należy się posługiwać, oraz sprzęt, który będzie w tym pomocny.

W przypadku odśnieżania podstawowym sprzętem są pługi. Te najbardziej tradycyjne

to pługi lemieszowe – jednostronne, dwustronne, a także o zmiennej geometrii ustawienia lemieszów, umożliwiające usuwanie śniegu na każdą ze stron, a dodatkowo z możliwością ustawienia lemiszów w kształcie litery V i przepychania śniegu przed pługiem, lub odwrotnie – w kształcie dzioba rozpychającego śnieg jednocześnie na prawą i lewą stronę. Gdy ilość śniegu jest bardzo duża, lemieszowe zastępowane są przez pługi wirnikowe.

Choć wykorzystywane przy odśnieżaniu maszyny wydają się być znane od wielu lat, to na rynku pojawiają się liczne modyfikacje tego sprzętu. Chodzi na przykład o coraz większe szerokości robocze. Obecnie dostępne są już zestawy składające się z pługa czołowego i bocznego, które przy jednym przejściu mogą pracować nawet na szerokości powyżej 6 m. Dotychczas wymagało to zaangażowania co najmniej dwóch pługów.

Drugim urządzeniem niezbędnym w czasie prowadzenia „akcji zima” są posypywarki wykorzystywane do usuwania śliskości. Także i one zmieniają się pod wpływem rozwoju infrastruktury drogowej. Do niedawna na drogach pracowały posypywarki o pojemnościach ok. 4-5 m³, obecnie pojawiają się dwu-, a nawet trzykrotnie większe o pojemnościach do 10-14 m³.

Podstawowym materiałem wykorzystywanym do zwalczania śliskości jest sól – trudno bowiem o materiał, który byłby nie tyle

podobnie skuteczny, co przede wszystkim równie tani. Jednak, żeby ograniczyć ilość rozsypywanego surowca, obecnie na drogach stosuje się sól zwilżoną. Technologia ta polega na dodawaniu roztworu soli (tzw. solanki) do soli suchej. Powstały w ten sposób surowiec, dzięki lepszemu przyleganiu do nawierzchni, powoduje szybsze roztopianie lodu, przez co jego zużycie jest o ok. 20% mniejsze niż w przypadku stosowania wyłącznie soli suchej. Mieszanie soli z solanką, wytwarzaną w specjalnych wytwornicach przy magazynach soli, następuje w miejscu jej stosowania, bezpośrednio w posypywarce (tzw. solarce). Współczesne posypywarki dodatkowo często są wyposażone w sterowniki, które pozwalają na dostosowanie ilości rozsypywanego środka do warunków pogodowych.

Do rzadkości należy obecnie posypywanie dróg – w celu uszorstnienia – kruszywem, w tym piaskiem. W zasadzie stosuje się je tylko na terenach cennych przyrodniczo, mających znaczenie turystyczne lub rzadko uczęszczanych. Natomiast w przypadku niskich temperatur (poniżej -10°C) używa się, obok soli, środków chemicznych, takich jak chlorek wapnia czy chlorek magnezu, które obniżają punkt zamarzania wody. Ograniczeniu rozsypywanego na drogach środka sprzyjają też nowoczesne stacje pogodowe. Ostrzegają one o mającym nastąpić obniżeniu temperatury i opadach, co umożliwia prowadzenie działań zapobiegawczych, które podjęte w odpowiednim momencie są tańsze niż reagowanie na już istniejące oblodzenie.

Zimowa akcja na drogach, bardziej widoczna, często też bardziej kosztowna, to jednak tylko część prac utrzymaniowych. Infrastruktura drogowa w ciągu całego roku objęta jest licznymi zabiegami mającymi na celu bezpieczeństwo i utrzymanie płynności ruchu. Mieszczą się one w pojęciu utrzymania letniego i zawierają w swoim zakresie m.in. koszenie, dbałość o odwodnienie, o pobocza, czyszczenie znaków pionowych, odnawianie oznakowania poziomego, utrzymywanie czystości itp. To także bieżące naprawy nawierzchni czy remonty cząstkowe.

Tak jak zimą największym kosztem i najczęściej powtarzanym zabiegiem jest posypywanie dróg solą, tak latem jego miejsce zajmuje koszenie. Także i tu z pomocą przychodzi nowoczesny sprzęt, w tym: kosiarki wysięgnikowe, samojezdne, sterowane za pomocą pilota, służące do obkaszania skarp, czy zestawy kosiarek pozwalające przy jednym przejeździe realizować dwa pasy koszenia. W użyciu są także urządzenia do mechanicznego obkaszania barier, słupków, podpór znaków drogowych itp. Nowoczesny sprzęt to nie tylko oszczędność czasu, a co za tym idzie środków, ale i większe bezpieczeństwo wynikające z rzadszego przebywania pojazdów roboczych i pracowników w pasie drogowym.

W przypadku utrzymania letniego nad samojezdnymi specjalistycznymi maszynami dominują urządzenia robocze montowane na nośnikach wielofunkcyjnych (choć w dużym stopniu dotyczy to również okresu

zimy). Wielozadaniowe elementy zamienne (np. myjki ciśnieniowe, podnośniki koszowe, zbiorniki na odpady płynne, szczotki do zamywania) pozwalają wówczas na wykorzystywanie maszyn będących w zasobach zarządcy drogi lub firmy świadczącej usługi z zakresu utrzymania do różnych celów w ciągu całego roku.

Nośniki do urządzeń roboczych są istotnym elementem w przypadku prac związanych z utrzymaniem dróg. Niektóre rodzaje sprzętu potrzebują bowiem podwozi dużych samochodów ciężarowych, czego przykładem jest typowy pług lemieszowy do odśnieżania drogi szybkiego ruchu. Z drugiej strony część robót wymaga szczególnych parametrów jezdnych, jakie może zapewnić tylko specjalistyczny ciągnik komunalny. Chodzi zwłaszcza o prace wymagające bardzo niskich prędkości, rzędu nawet 200-300 m/h, jak ścinanie poboczy. To bardzo ważne zadanie z zakresu utrzymania, gdyż niewyrównane, zanieczyszczone pobocze utrudnia odpływ wody z nawierzchni, co powoduje jej szybszą degradację, nie wspominając o zagrożeniach dla bezpieczeństwa ruchu czy utrudnieniach w koszeniu trawy.

Dość popularnym uniwersalnym pojazdem wykorzystywanym na drogach jest unimog, który jest wyposażony zarówno w cechy ciągnika komunalnego, jak i samochodu ciężarowego. Jego niewątpliwą zaletą jest fakt, że w czasie prowadzenia robót może się poruszać z minimalną prędkością, a po ich zakończeniu jest w stanie wrócić do bazy czy też przejechać w inne miejsce robót w tempie właściwym dla samochodu ciężarowego.

Każda nawierzchnia w wyniku eksploatacji i zmiennych warunków atmosferycznych z czasem ulega uszkodzeniom. Naprawy, zwłaszcza tych uszkodzeń, które zagrażają bezpieczeństwu drogowemu, są wykonywane w ramach robót utrzymaniowych – chodzi przede wszystkim o remonty cząstkowe i odnowy poprzez np. układanie cienkich warstw bitumicznych, tzw. dywaników. W zależności od wybranej technologii, utrzymujący drogi mają do wyboru wiele nowoczesnych urządzeń np.: różne typy remonterów wykorzystywanych do napraw cząstkowych z zastosowaniem grysu i emulsji asfaltowej. Praca remontera polega na oddzielnym podaniu do głowicy roboczej grysu, emulsji i powietrza, otoczeniu grysu emulsją asfaltową i wbudowaniu go pod wysokim ciśnieniem w ubytek, wybój lub pęknięcie w nawierzchni. Zaletą remonterów jest szybkość napraw, bez konieczności wykonywania zabiegów przygotowawczych i angażowania kilku urządzeń.

Wybór technologii napraw doraźnych zależy od wielu czynników, w tym od rodzaju uszkodzenia, natężenia ruchu na naprawianej drodze, temperatury, w jakiej remont będzie realizowany, i w końcu również od dostępnych środków. Utrzymanie dróg jest bowiem kosztochłonne, a aspekt ten jest tym bardziej istotny, że na tego rodzaju zabiegi, inaczej niż w przypadku budowy, trudno pozyskać środki zewnętrzne. ■