



Temat specjalny

Technologie budowy dróg betonowych

tekst: **MARIAN KOWACKI**, Nowoczesne Budownictwo Inżynieryjne



W 2018 r. GDDKiA udostępniła do ruchu 321,4 km nowych dróg. Kierowcy mają obecnie do dyspozycji 3730,7 km dróg szybkiego ruchu, w tym 1638,5 km autostrad i 2092,2 km dróg ekspresowych, z czego ok. 600 km ma nawierzchnię betonową. W 2019 r. długość oddawanych dróg z betonu może być najwyższa w historii.

fol. PORR SA



Rodzaje nawierzchni betonowych

W światowej technice drogowej wyróżnia się kilka rodzajów nawierzchni betonowych. Nawierzchnie niezbrojone i niedyblowane (płyty krótkie) to najstarszy rodzaj nawierzchni, zwanej kalifornijską. Obecnie ten typ nawierzchni jest podzielony szczelinami podłużnymi i poprzecznymi wykonywanymi na jednej trzeciej grubości płyty i spoczywa na podbudowach odpornych na erozję lub warstwach drenujących. Kolejny rodzaj to nawierzchnie dyblowane i kotwione. Jak wykazały obserwacje, dyblowanie płyt znacząco polepsza ich współpracę na szczelinach dylatacyjnych – płyty mniej klawiszują, a szczeliny dylatacji mniej się rozszerzają. W przypadku nieprawidłowego zastosowania dybli mogą pojawić się zniszczenia nawierzchni przy szczelinach dyblowanych, najczęściej jako tzw. owalizacja, polegająca na wykruszaniu betonu wokół dybla. Dyble nie zapewniają wówczas współpracy płyt i mogą swobodnie przemieszczać się na krawędzi. Zjawiskiem niebezpiecznym dla dybli jest także korozja oraz niedokładne ułożenie (nierównoległe do osi i powierzchni górnej płyty), które może prowadzić do pęknięcia płyt.

Nawierzchnie zbrojone, tworzone z płyt zbrojonych krótkich, to kolejny rodzaj nawierzchni betonowych. Zbrojenie płyt zaleca się m.in. w przypadkach spodziewanych nierównomiernych osiadań podłoża (np. nad przepustami). Jak wynika z doświadczeń, zbrojenie płyt istotnie wpływa na:

- zmniejszenie liczby rys, ich rozwartości oraz pęknięć,
- zmniejszenie liczby szczelin skurczowych,
- przeciwdziałanie stopniowemu rozszerzaniu pęknięć.

Licznymi zaletami cechują się nawierzchnie o ciągłym zbrojeniu (płyty długie), ponieważ:

- nie mają szczelin, nie wymagają wysokich nakładów na utrzymanie,
- nie występuje zjawisko przenikania wody do podłoża i zjawisko pompowania w szczelinach,
- zapewniają komfortową jazdę (równość, brak klawiszowania szczelin) i długi okres eksploatacji.

Z połączenia nawierzchni z betonu cementowego z nawierzchnią wykonaną z mieszanki mineralno-asfaltowej powstają nawierzchnie złożone, wśród których wyróżnia się:

- nawierzchnie z betonu cementowego o ciągłym zbrojeniu przykryte cienką warstwą mieszanki mineralno-asfaltowej,
- nawierzchnie z betonu cementowego niezbrojonego lub zbrojonego układane na istniejących nawierzchniach asfaltowych, tzw. whitetopping lub ultra-thin whitetopping,
- nawierzchnie z betonu cementowego umieszczone pomiędzy istniejącymi w planie nawierzchniami asfaltowymi lub betonowymi.

Oprócz wymienionych rodzajów typowych nawierzchni, stosowanych na światową skalę w budownictwie drogowym, coraz powszechniej budowane są nawierzchnie betonowe zbrojone włóknem rozproszonym, z betonu wałowanego, piaskowego czy porowatego (drenującego) [1].

Etapy projektowania

W przypadku dróg betonowych procedurę projektowania konstrukcji nawierzchni i warstwy ulepszonego podłoża opisano w *Katalogu typowych konstrukcji nawierzchni sztywnych* [2]. Procedurę podzielono na 10 etapów. Pierwszym jest zebranie danych wejściowych do projektowania, dotyczących

Jak ocenia Pan obecną kondycję budownictwa z betonu? Jakiego ma perspektywy rozwoju?



MAREK SUROWIEC,
członek zarządu, dyrektor ds. strategii,
Cement Ożarów

Ostatnie dwa dziesięciolecia to okres dynamicznego rozwoju technologii betonu, który jest obecnie najbardziej popularnym materiałem budowlanym, znajdującym szerokie zastosowanie we wszystkich formach budownictwa.

Podkreślić należy, że w minionym czasie zaobserwowano znaczący wzrost jego wykorzystania w powstawaniu nawierzchni drogowych. Rok 2018 w Polsce był w tym obszarze bardzo udany, a plany GDDKiA na 2019 obejmują oddanie ok. 180 km betonowych autostrad i tras szybkiego ruchu. Infrastruktura betonowa cechuje się szeregiem zalet w stosunku do innych technologii, a jasność nawierzchni oraz brak zjawiska koleinowania to jedne z czynników zwiększających bezpieczeństwo użytkownika. Bezpieczeństwo, czyli zmniejszenie liczby wypadków, których w Polsce niestety wciąż jest znacząco więcej niż w krajach Europy Zachodniej. Jest to też technologia wpisująca się w niezwykle pozytywny trend ochrony środowiska. Do budowy wykorzystywane są naturalne, w 100% lokalne surowce, które po zakończeniu eksploatacji można poddać łatwemu procesowi recyklingu. W sytuacji spodziewanego zmniejszenia napływu środków unijnych musimy koncentrować się na technologiach gwarantujących ekonomiczną i niezakłóconą eksploatację przez kolejne dziesięciolecia. Przewidywana żywotność drogi o nawierzchni z betonu cementowego bez konieczności wykonywania większych napraw to nawet 50 lat, a analizy ekspertów wskazują, że po 30 latach sumaryczne koszty utrzymania takiej inwestycji mogą być nawet pięciokrotnie niższe w porównaniu do podobnych projektów z wykorzystaniem konkurencyjnych technologii. W związku z tym nie rezygnujemy z naszych działań na rzecz transferu i wymiany wiedzy o nawierzchniach betonowych do całego środowiska związanego z budową i eksploatacją dróg. Planujemy kolejne edycje naszych konferencji technicznych, organizowanych we współpracy z uczelniami wyższymi, na które zapraszamy. Wydarzenia w głównej mierze dedykowane są wszystkim zainteresowanym poprawą jakości życia ludzi w Polsce, wynikającą ze wzrostu ich mobilności na skutek budowy nowych dróg o nawierzchniach betonowych.

Szczegółowe informacje znajdują Państwo na naszej stronie
<http://nawierzchniebetonowe.com.pl>.



Tab. 1 Wymagania i zakres stosowania rodzaju nawierzchni betonowej w zależności od kategorii ruchu [2]

Lp.	Właściwości	Wymagania wobec projektowanego betonu nawierzchniowego			
		Nawierzchnia niedyblowana	Nawierzchnia dyblowana i kotwiona		Nawierzchnia o ciągłym zbrojeniu
		KR1–KR2	KR3–KR4	KR5–KR7	KR7
1.	Gęstość, tolerancja w stosunku do betonu wg zatwierdzonej recepty (met. bad. wg PN-EN 12390-7)	± 3,0%			
2.	Klasa wytrzymałości na ściskanie wg PN-EN 206-1 (met. bad. wg PN-EN 12390-3)	C30/37		C35/45	
3.	Wytrzymałość betonu na zginanie w 28. dniu ⁽¹⁾ (średnia z trzech próbek, met. bad. wg PN-EN 12390-5, schemat czteropunktowy), nie niższa niż:	4,5		5,5	
4.	Wytrzymałość betonu na rozciąganie przy rozłupywaniu w 28. dniu ⁽¹⁾ twardnienia (średnia z trzech próbek sześciennych, metoda bad. wg PN-EN 12390-6), nie niższa niż:	3,0		3,5	
5.	Kategoria mrozoodporności wg PN-EN 13877-2 (dla górnej warstwy oraz pojedynczej warstwy), (metoda bad. słab test wg PKN-CEN/TS EN 12390-9), nie niższa niż: – dla betonów w klasie ekspozycji XF3 – dla betonów w klasie ekspozycji XF4			FT1 FT2	
6.	Charakterystyka porów powietrznych w betonie (met. bad. wg PN-EN 480-11) – zawartość mikroporów o średnicy poniżej 0,3 mm (A300), % Wskaźnik rozmieszczenia porów w betonie L, mm – dla betonów w klasie ekspozycji XF3 – dla betonów w klasie ekspozycji XF4			≥ 1,5 ≤ 0,250 ≤ 0,200	
7.	Odporność na wnikanie benzyny i oleju ⁽²⁾ (met. bad. wg PN-EN 13877-2 Zał. B)	≤ 30 mm			
8.	Mrozoodporność F150 ⁽³⁾ , przy badaniu metodą bezpośrednią (dla dolnej warstwy) (met. bad. wg PN-B06250) – ubytek masy próbki, nie więcej niż, % – spadek wytrzymałości na ściskanie, nie więcej niż, %			5 20	

⁽¹⁾ Wymaganie odnosi się tylko do nawierzchni betonowych o wysokim ryzyku pojawiania się na nich paliwa, np. punkty poboru opłat, stacje benzynowe, parkingi, miejsca obsługi podróżnych.

⁽²⁾ lub w czasie równoważnym w stosunku do 28 dni twardnienia, wynikającym z charakterystyki użytego cementu.

⁽³⁾ Badanie równoważne z badaniem Lp. 6.

warunków geotechnicznych, obciążenia drogi ruchem i warunków klimatycznych, oraz obliczenie ruchu projektowego i wyznaczenie kategorii ruchu. Określenie obciążenia ruchem polega na przyjęciu prognozowanego średniodobowego ruchu (SDR) w przekroju drogi w 15. roku po oddaniu drogi do eksploatacji. Wyznaczenia osi obliczeniowej dokonuje się na podstawie

prognozowanych natężeń dobowych dla poszczególnych typów pojazdów:

- samochodów ciężarowych bez przyczep (pojazdy dwu- i trzyosiowe),
- samochodów ciężarowych z przyczepami (pojazdy od trzech do pięciu osi),
- autobusów [3].



Kompleksowe wsparcie w Twoich realizacjach i 100 lat doświadczeń BASF

Domieszki do betonu
Posadzki przemysłowe
Systemy hydroizolacji
Systemy naprawcze



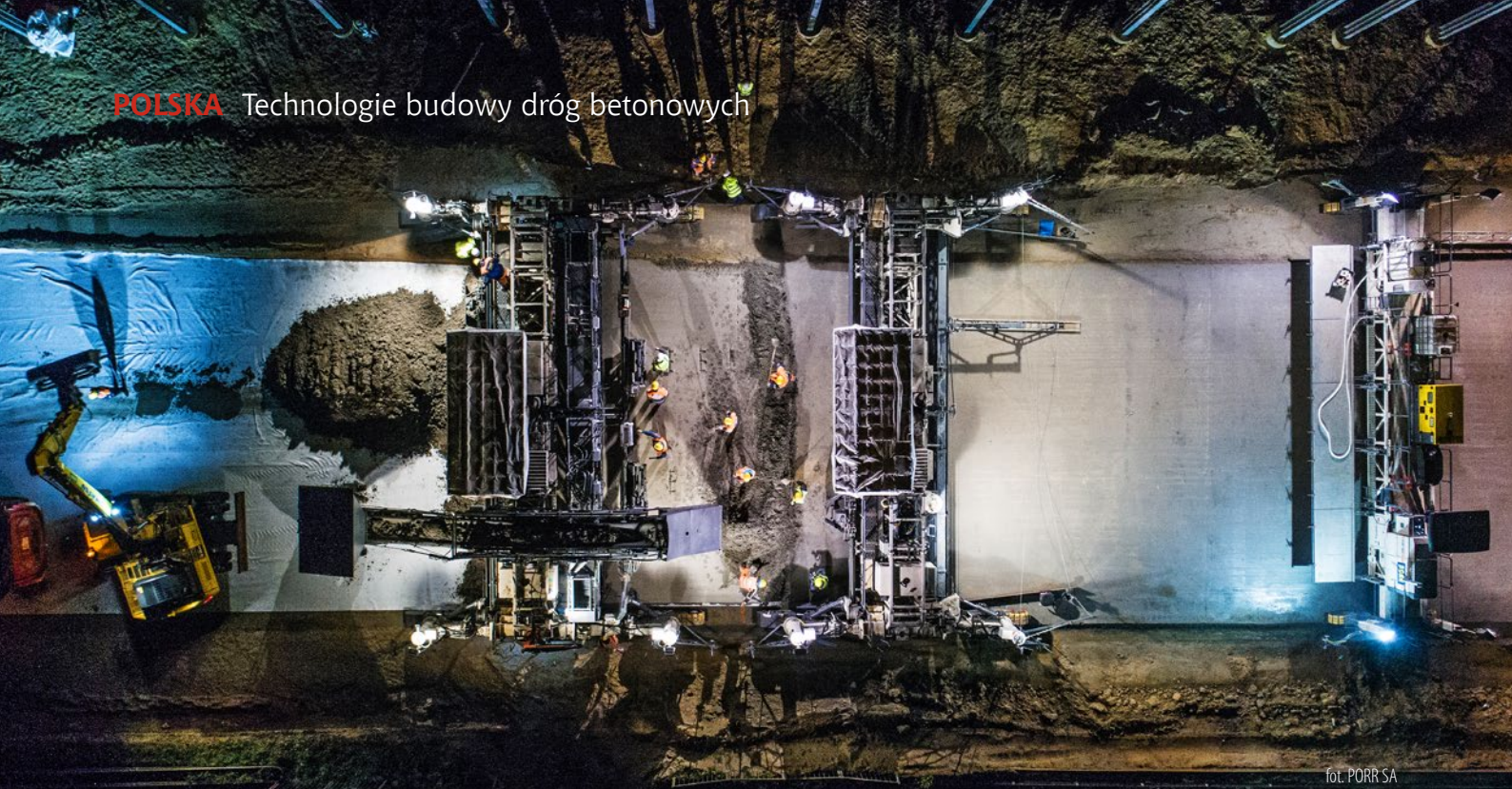
Master Builders Solutions - kompleksowe rozwiązania w zakresie domieszek do betonu, posadzek przemysłowych, systemów hydroizolacji oraz systemów naprawczych betonu.

Nowoczesne produkty, wieloletnie doświadczenie, konkretne rozwiązania. Znalezienie wiarygodnego wsparcia dla Twoich projektów, nigdy nie było łatwiejsze.

Po więcej informacji odwiedź naszą stronę www.master-builders-solutions.basf.pl

 **BASF**

We create chemistry



fol. PORR SA

Wymagania i zakres stosowania rodzaju nawierzchni betonowej w zależności od kategorii ruchu przedstawiono w tabeli 1.

Kolejnym krokiem jest ustalenie warunków gruntowo-wodnych i grup nośności podłoża gruntowego nawierzchni, a następnie wybór typowego rozwiązania warstwy ulepszonego podłoża oraz dolnych warstw konstrukcji nawierzchni w zależności od kategorii ruchu oraz rodzaju materiałów przyjętych do poszczególnych warstw. W dalszej kolejności należy sprawdzić, czy istnieje konieczność zastosowania warstwy odsączającej i w razie potrzeby nadanie tej funkcji warstwie mrozochronnej lub warstwie ulepszonego podłoża. Podobnie w przypadku warstwy odcinającej – jeśli jest potrzebna, należy ją zaprojektować. Kolejny etap, wybór typowego rozwiązania górnych warstw konstrukcji nawierzchni, zależy od projektowanego materiału podbudowy zasadniczej, po czym należy sprawdzić warunki wymaganej odporności nawierzchni na wysadzinę. W przypadku niespełnienia tego warunku grubość warstwy mrozochronnej lub warstwy ulepszonego podłoża powinna zostać odpowiednio zwiększona. Przedostatnim krokiem jest ponowne sprawdzenie warunku wymaganej odporności nawierzchni na wysadzinę, by ostatecznie określić podstawowe wymagania materiałowe dotyczące wykonania poszczegól-

nych warstw konstrukcji nawierzchni. Ponadto w [2] określono sytuacje, w których należy zastosować indywidualne projektowanie.

Betonowe drogi samorządowe

Oprócz dróg krajowych i autostrad w Polsce jest prawie 400 tys. km dróg wojewódzkich, powiatowych i gminnych. Samorządy, w miarę posiadanych środków, starają się finansować remonty i utrzymanie tych dróg. W ostatnich latach w wielu polskich gminach i powiatach powstały odcinki dróg z nawierzchnią betonową, co świadczy o dużym zainteresowaniu, jakie ta technologia wzbudza wśród samorządów i firm wykonawczych. O zastosowaniu technologii betonowej na drogach lokalnych przesądzają liczne zalety nawierzchni betonowych, do których zalicza się wysoką trwałość, brak koleinowania, jasny kolor oraz niskie koszty utrzymania. Dodatkowo za tym rozwiązaniem przemawia dostępność surowców krajowych – wysokiej jakości cementów i kruszyw, a także prosta i łatwa technologia wykonania [3].

Samorządowców, którzy kilkanaście lat temu zdecydowali się spróbować budowy w technologii betonowej, postanowiło docenić Stowarzyszenie Producentów Cementu, ustanawiając



fol. PORR SA

program Dobry Gospodarz. Jego celem jest promowanie prześlanej polityki drogowej oraz pokazywanie, że inwestowanie w drogi betonowe to mądre – gospodarskie – podejście do problemu dróg samorządowych. Nagradzani są wyróżniający się samorządowcy, którzy dbają o trwałość i niskie koszty utrzymania sieci dróg oraz ci, dla których szczególnie istotne jest bezpieczeństwo na drogach oraz poszanowanie środowiska naturalnego [4].

Nowe specyfikacje

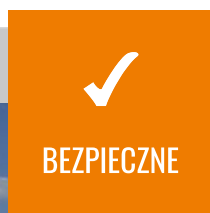
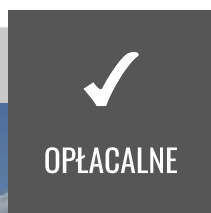
W 2019 r. planowanych do oddania jest 182 km dróg z betonu. Będą to odcinki powstającej drogi ekspresowej S17 Warszawa – Lublin czy fragmenty autostrady A1 na Śląsku – z Pyrzowic do Częstochowy. Pod koniec roku łączna długość jezdni betonowych w Polsce wzrośnie do ok. 750 km, a ich odsetek sięgnie niemal 20%.

GDDKiA zdaje sobie sprawę, że nawierzchnie wykonane w nowoczesnych technologiach w połączeniu z fachową wiedzą i właściwym nadzorem laboratoryjnym pozwalają na budowanie nawierzchni betonowych, których prawidłowe utrzymanie zapewni trwałość na lata. Wyrazem zaangażowania w budowę dróg betonowych są m.in. wprowadzone do stosowania 7 czerwca 2018 r. zarządzeniem Dyrektora Generalnej Dyrekcji Dróg Krajowych i Autostrad *Ogólne specyfikacje techniczne dla nawierzchni z betonu cementowego*. Prace nad OST dla nawierzchni betonowych rozpoczęły się już w 2013 r., a w ich tworzeniu brali udział eksperci ze Stowarzyszenia Producentów Cementu z prof. Janem Deją jako kierownikiem zespołu.

OST, fundamentalne dokumenty niezbędne dla projektantów i wykonawców dróg betonowych w Polsce, posiadając status załącznika do Zarządzenia Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad, oznaczają w praktyce otwarcie nowego rozdziału w projektowaniu i budowie dróg z nawierzchnią betonową. Dzięki OST zarówno inwestorzy, jak i wykonawcy mogą korzystać z rozwiązań, które w niczym nie ustępują najwyższym światowym standardom i bazują na długoletnich doświadczeniach krajów, w których drogi betonowe funkcjonują i doskonale spełniają swoją funkcję już od wielu lat [5].

Literatura

- [1] Szydło A.: *Nawierzchnie drogowe z betonu cementowego. Teoria, wymiarowanie, realizacja*. Kraków 2004.
- [2] *Katalog typowych konstrukcji nawierzchni sztywnych*. Oprac. Katedra Dróg i Lotnisk, Instytut Inżynierii Lądowej Politechniki Wrocławskiej na zlecenie Generalnej Dyrekcji Dróg Krajowych i Autostrad. Załącznik do zarządzenia nr 30 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z dnia 16 czerwca 2014 r.
- [3] Szydło A., Mackiewicz P.: *Nawierzchnie betonowe na drogach gminnych*. Polski Cement. Kraków 2005.
- [4] *Dobry Gospodarz* (online). Stowarzyszenie Producentów Cementu. Dostępny w Internecie: <http://programdobrygospodarz.pl> (dostęp 9 kwietnia 2019).
- [5] <http://www.polskicement.pl>



BETONOWE drogi w Polsce

www.nawierzchniebetonowe.com.pl