



NAWIERZCHNIE BETONOWE

tekst: **MARIA SZRUBA**, Nowoczesne Budownictwo Inżynieryjne

Wykonywanie nawierzchni betonowych ma w Polsce długoletnią tradycję. Dowodem na to są istniejące do dziś drogowe nawierzchnie betonowe, których jakość i stan techniczny dają możliwość ciągłego użytkowania, mimo dużego wzrostu natężenia ruchu pojazdów i ich ciężaru. Współcześnie dostępne technologie, w połączeniu z fachową wiedzą, pozwalają na budowanie nawierzchni betonowych, których prawidłowe utrzymanie zapewni trwałość na lata.



o nawierzchni utwardzonej. Mimo braku jednoznacznych danych, można przyjąć z dużym prawdopodobieństwem, że w ramach tego planu w latach 1935–1939 powstało ok. 200 km dróg o nawierzchni betonowej, co stanowi powierzchnię rzędu 2 mln m².

W latach 1951–1953 na budowanych drogach strategicznych wykonywano łącznie nawierzchnie betonowe. Powstawało ich wówczas ok. 200 km rocznie. Do budowy używano betoniarek samojezdnych na gąsienicach firmy Ransome oraz układarek wibracyjnych Bław Knox, które Polska otrzymała po II wojnie światowej w ramach UNRRA.

W latach 1961–1993 nie budowano w kraju dróg o nawierzchni ścieralnej z betonu cementowego. Natomiast na dużą skalę wykorzystywano go do wykonywania stabilizacji gruntów oraz do budowy warstw chudego betonu w celu naprawy dróg o nawierzchniach asfaltowych i smołowych.

Ponieważ na początku lat 90. ubiegłego wieku nakłady na drogownictwo spadły pięciokrotnie w stosunku do nakładów w latach 80., w okresie 1990–1993 w zasadzie nie budowano w Polsce nowych dróg.

W latach 1994–2015 wykonano łącznie ok. 700 km nawierzchni betonowych na autostradach i drogach ekspresowych oraz ok. 600 km na drogach lokalnych. Do stopniowego powrotu do tradycji budowy nawierzchni betonowych przyczyniła się z pewnością działalność Stowarzyszenia Producentów Cementu, które przez różnego typu inicjatywy – konferencje, seminaria, publikacje specjalistycznych materiałów informacyjnych, prezentacje podczas targów *Autostrada-Polska* w Kielcach itd. – promuje dobre i funkcjonalne rozwiązania w budownictwie z zastosowaniem technologii betonowych [1].

Lata doświadczeń w każdej dziedzinie powinny skutkować modernizowaniem i usprawnianiem podejmowanych działań oraz eliminowaniem błędów. Polska tradycja związana z budowaniem dróg betonowych liczy sobie prawie sto lat. W tym czasie nastąpił istotny rozwój technologiczny zarówno w budowie, jak i projektowaniu nawierzchni betonowych.

Z historii dróg betonowych w Polsce

Po odzyskaniu przez Polskę niepodległości w 1918 r. rozpoczęła się odbudowa kraju, w tym sieci drogowej. W latach 1918–1925 wybudowano 27 tys. m² dróg betonowych. Większość nawierzchni powstałych wówczas dróg krajowych, aż do roku 1939, budowano głównie z kostki kamiennej, kostki klinkierowej oraz betonu cementowego. Nawierzchnie bitumiczne (smołowe i asfaltowe) były w tym czasie w początkowej fazie rozwoju.

W 1934 r. Ministerstwo Komunikacji zatwierdziło plan na lata 1935–1940, który zakładał wybudowanie 4750 km dróg

Rodzaje nawierzchni betonowych

Wśród nawierzchni betonowych można wyróżnić kilka typów. Najczęściej stosowanym rodzajem są nawierzchnie niezbrojone i niedyblowane. Początkowo układano je na podłożu gruntowym, jednak przy dużym obciążeniu ruchem samochodowym dochodziło do degradacji szczelin dylatacyjnych na skutek erozji podłoża. Współcześnie ten rodzaj nawierzchni wykonuje się na podłożu ulepszonym, odpornym na erozję. W nawierzchni, na 1/3 grubości płyty, wykonywane są podłużne i poprzeczne nacięcia szczelin dylatacyjnych.

Kolejnym rodzajem są nawierzchnie dyblowane i kotwione. Jak wynika z obserwacji, dyblowanie płyt znacząco polepsza ich współpracę na szczelinach dylatacyjnych – płyty mniej klawiszują, a szczeliny dylatacji mniej się rozszerzają. Klawiszowanie, przez które rozumie się różnicę wysokości pomiędzy przylegającymi czołami płyt, ma znaczący wpływ na komfort jazdy. Powstaje zwykle w wyniku kombinacji kilku czynników – nadmiernego obciążenia na osł pojazdów, niedostatecznego przenoszenia obciążeń przez połączenia (dyble) oraz nadmiaru wody w warstwie podbudowy. Dybel, stalowy pręt bez haków, ułożony prostopadłe do płaszczyzny szczeliny, zapewnia częściowe przenoszenie obciążenia zewnętrznego na sąsiednią płytę i umożliwia równocześnie niezależne poziome ruchy obu sąsiadujących ze sobą płyt. Kotwy, stalowe pręty zakończone obustronnie hakami, układa się prostopadłe do płaszczyzny szczeliny. Zapewniają one przenoszenie obciążenia zewnętrznego na sąsiednią płytę, a także umożliwiają rozszerzanie się szczeliny.

Z połączenia nawierzchni z betonu cementowego z nawierzchnią wykonaną z mieszanki mineralno-asfaltowej powstają nawierzchnie złożone. Wśród takich połączeń wyróżnia się:

- nawierzchnie z betonu cementowego zbrojone i niezbrojone, układane na już istniejących nawierzchniach asfaltowych, tzw. whitetopping,
- nawierzchnie z betonu cementowego o ciągłym zbrojeniu, przykryte warstwą asfaltową,
- nawierzchnie z betonu cementowego między istniejącymi w planie nawierzchniami asfaltowymi lub betonowymi.

Kryteria normowe dla nawierzchni z betonu cementowego zalecają zbrojenie płyt w przypadku spodziewanych nierównomiernych osiadań podłoża (nawierzchnie zbrojone), co ma miejsce np. na mostach i wiaduktach, nad przepustami i wykopami kanalizacyjnymi oraz na nasypach. Jak wynika z obserwacji drogowych nawierzchni betonowych, zbrojenie płyt istotnie wpływa na zmniejszenie liczby pęknięć i rys, utrzymanie w całości pękniętych płyt, zapobieganie dalszemu pogłębianiu i rozszerzaniu się pęknięć oraz zredukowanie koniecznej liczby szczelin skurczowych.

Licznymi zaletami cechują się nawierzchnie o uzbrojeniu ciągłym. Podnoszą znacznie komfort jazdy, ponieważ brak dylatacji sprawia, że nie występuje zjawisko klawiszowania. Nie posiadają szczelin dylatacyjnych, dzięki czemu koszty ich utrzymania są niższe. Są wolne od tzw. zjawiska pompowania w szczelinach (nie występuje przenikanie wody do podłoża) oraz zapewniają długi okres eksploatacji.

Stosunkowo nowym rodzajem nawierzchni są nawierzchnie z betonu wałowanego. Beton wałowany łączy zalety technologiczne nawierzchni asfaltowych z zaletami eksploatacyjnymi dróg betonowych. Niewątpliwą zaletą tej technologii jest krótszy

Dlaczego warto wykonywać nawierzchnie drogowe z betonu wałowanego?



ŁUKASZ MARCINKIEWICZ, kierownik segmentu Infrastruktura, LafargeHolcim

Trwałość i efektywność finansowa inwestycji drogowych ma coraz większe znaczenie. Kluczowym czynnikiem sukcesu jest dobór odpowiedniej technologii nawierzchni drogowej, która łączy w sobie jakość i długowieczność przy optymalnym

koszcie budowy i utrzymania. Takie podejście inwestorów gwarantuje spójność z aktualnie obowiązującym Prawem zamówień publicznych, jest też zgodne z trendem do obliczania całkowitego kosztu życia danej inwestycji, na co zwracają uwagę szczególnie inwestorzy prywatni.

Nawierzchnie z betonu wałowanego Rolltec cechuje wysoka wytrzymałość i trwałość oraz optymalne koszty. Wytrzymałość na trudne warunki użytkowe, środowiskowe i atmosferyczne powoduje, że nawierzchnie z betonu wałowanego Rolltec idealnie sprawdzają się jako warstwy nawierzchni dla dróg lokalnych, placów manewrowych, parkingów i różnego rodzaju placów przemysłowych. Technologia Rolltec łączy w sobie zalety nawierzchni z betonu cementowego (wytrzymałość) z zaletami nawierzchni asfaltowych (łatwość układania i zagęszczania). Dodatkowym atutem jest duża dostępność do węzłów betoniarskich oraz lokalnych kruszyw, co pozwala optymalizować czas dostaw i realizacji, a co za tym idzie – optymalizować koszty. Również proces układania nawierzchni nie będzie sprawiał większych trudności, gdyż stosowany jest z powodzeniem tradycyjny sprzęt jak przy układaniu nawierzchni bitumicznych – rozściełacze, walce stalowe i ogumione.

Kluczem do sukcesu jest właściwe i profesjonalne zarządzanie całym projektem inwestycyjnym. LafargeHolcim oferuje inwestorom pełny pakiet usług, od projektowania układu drogowego, parkingu czy placu, przez produkcję odpowiedniej mieszanki Rolltec, po wbudowanie jej na placu budowy. Cały proces odbywa się przy zachowaniu najwyższych standardów jakościowych oraz bezpieczeństwa i ochrony zdrowia. Indywidualna analiza i projektowanie konstrukcji nawierzchni pozwalają wygenerować dodatkowe oszczędności już na etapie planowania, bez uszczerbku na trwałości i jakości gotowej nawierzchni.

czas realizacji niż w przypadku budowy ze zwykłego betonu cementowego [2].

Uaktualnione zalecenia

Ponieważ nawierzchnie betonowe znalazły uznanie wśród inwestorów, projektantów i wykonawców, obecnie stosowane są zarówno na sieci dróg autostradowych, krajowych, jak i gminnych. Z uwagi na to, że pojawiły się nowe normy materiałowe, nowe technologie konstruowania, wbudowywania

Czy technologie betonowe są przyjazne środowisku?



MACIEJ MARCINIAK,
prezes zarządu SPBT, prezes zarządu i dyrektor zarządzający Górażdże Beton Sp. z o.o.

Przed wszystkim beton to produkt lokalny – niedostarczany na wielkie odległości, wytwarzany z lokalnych surowców, zatem już ten aspekt czyni go przyjaznym środowisku. Cement, który jest podstawowym składnikiem betonu,

wytwarzany jest w procesie, który nie generuje *de facto* żadnych odpadów, a dodatkowo w czasie jego produkcji w większości używa się obecnie paliw alternatywnych, zastępując nimi te nieodnawialne. Kopalnie kruszywo z kolei rygorystycznie realizują działania rekultywacyjne terenów powydobywczych. Beton może być poddawany w pełni procesowi recyklingu. W zależności od potrzeb może być materiałem konstrukcyjnym, wypełniającym, izolacyjnym, nawierzchniowym, dekoracyjnym, a nawet dzięki zastosowaniu odpowiedniego rodzaju cementu – oczyszczać powietrze ze spalin. Zabudowana mieszanka betonowa po stwardnieniu staje się skałą – syntetyczną wprawdzie, ale za to posiadającą żądane cechy, które są wynikiem specjalnie opracowanych receptur. Technologie betonowe można zatem śmiało określić jako przyjazne środowisku.

i wykańczania nawierzchni oraz zdobyto nowe doświadczenia i obserwacje, w 2014 r. zweryfikowano i zaktualizowano *Katalog typowych konstrukcji nawierzchni sztywnych*, wydany w 2001 r.

Katalog zmodyfikowano z uwzględnieniem aktualnych technologii wykonywania nawierzchni betonowych, stosownie do nowych kategorii obciążenia ruchem. Zaprezentowane konstrukcje katalogowe zostały dostosowane do zwiększonego obciążenia ruchem w Polsce oraz aktualnych przepisów prawnych w zakresie wymiarów i wymaganych nacisków na osie pojazdów. W opracowaniu wykorzystano wyniki pomiarów ważenia pojazdów na stacjach zainstalowanych na nawierzchniach drogowych.

Wprowadzono nowe wartości współczynników pozwalających na przeliczenie sylwetek pojazdów na osie standardowe. Zostały one wyznaczone przy użyciu zaawansowanych metod numerycznych i algorytmów opartych na warstwowych układach sprężystych. Współczynniki wyznaczone dla przeliczeniowych sylwetek pojazdów na osie standardowe 100 i 115 kN [3].

Charakterystyka nawierzchni betonowych

Dla kierowców, czyli końcowych użytkowników dróg betonowych, istotne są krótsza droga hamowania, brak zjawiska koleinowania, lepsza widoczność, rzadsze remonty związane z 50-letnią żywotnością dróg betonowych i niższe zużycie paliwa wynikające z mniejszych oporów toczenia. Dla środowiska, a także w aspekcie zrównoważonego rozwoju istotną cechą nawierzchni betonowych jest fakt, że w 100% podlegają recyklingowi.

Kwestią sporną długo były koszty realizacji nawierzchni betonowych, które uważano za droższe niż nawierzchnie asfaltowe. Szczegółowe wyliczenia kosztów budowy kilometra drogi ekspresowej o nawierzchni betonowej w porównaniu z budową takiej samej pod względem standardu i długości drogi o nawierzchni asfaltowej przedstawia raport opracowany przez zespół ekspertów z Politechniki Wrocławskiej pod kierownictwem prof. Antoniego Szydło [4] (szerzej na ten temat w artykule *Drogi betonowe są tańsze od asfaltowych*, s. 60–62).

Europejska perspektywa

W 2007 r. w celu promowania wykorzystania cementu i betonu w infrastrukturze transportowej powołano do istnienia stowarzyszenie European Concrete Paving Association (EUPAVE). Misją działającego non profit stowarzyszenia jest promowanie możliwości szeregu zastosowań cementu i betonu w europejskiej infrastrukturze transportowej, angażując w te działania Unię Europejską, krajowych i lokalnych decydentów, przez rozpowszechnianie wiedzy technicznej i przedstawianie korzyści oraz przez promowanie innowacyjności i najlepszych praktyk w branży.

Zgodnie ze stanowiskiem EUPAVE, budowanie dróg z wykorzystaniem cementu i betonu jest realizacją idei gospodarki o obiegu zamkniętym. Biorąc pod uwagę hierarchię postępowania z odpadami, zgodną z zaleceniami Komisji Europejskiej (zapobieganie, ponowne wykorzystanie, recykling, odzysk, utylizacja), wydaje się oczywiste, że budownictwo z udziałem betonu, a w szczególności drogownictwo, wpisuje się w te zasady w jednym z ich najwyższych poziomów.

Nawierzchnie betonowe niemal od zawsze były cenione za swoją trwałość i niskie koszty utrzymania, co w prosty sposób przekłada się na korzyści ekologiczne. Co więcej, zalety nawierzchni betonowych dróg obejmują trzy filary zrównoważonego rozwoju: społeczny, gospodarczy i środowiskowy [5].

Literatura

- [1] Dąbrowski W.: *Nawierzchnie betonowe w Polsce – rozwój w oparciu o tradycję. Wybrane zagadnienia z zakresu budowy i utrzymania*. „Budownictwo, Technologie, Architektura” 2016, nr 2, s. 34–39.
- [2] Major M.: *Rodzaje nawierzchni betonowych* [online]. „Świat Betonu” [dostęp 22 sierpnia 2016 r.]. Dostępny w Internecie: <http://www.swiatbetonu.pl/technologie/rodzaje-nawierzchni-betonowych/>.
- [3] *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 16 sierpnia 2014 r.
- [4] *Po 30 latach eksploatacji drogi betonowe tańsze o ponad 50% od asfaltowych* [online]. Stowarzyszenie Producentów Cementu [dostęp 22 sierpnia 2016 r.]. Dostępny w Internecie: http://www.polskicement.pl/aktualnosci/Po_30_latach_eksploatacji_drogi_betonowe_tansze_o_ponad_50_od_asfaltowych-340.
- [5] <http://www.eupave.eu/>



ROLLTEC

Budujemy lepszą infrastrukturę



Hydromedia

ROLLTEC

- optymalna kosztowo konstrukcja nawierzchni z betonu cementowego o wysokich parametrach wytrzymałościowych,
- zastosowanie jako nawierzchnia dróg lokalnych, dróg manewrowych, placów technologicznych, parkingów i miejsc obsługi podróżnych (MOP).

HYDROMEDIA

- innowacyjna konstrukcja nawierzchni z betonu cementowego o wysokim parametrze wodoprzepuszczalności, pełniąc również rolę warstwy odwadniającej powierzchnię jezdnią,
- zastosowanie jako wytrzymała nawierzchnia drenująca miejsc postojowych, nie wymagająca dodatkowych urządzeń odwodnienia powierzchniowego,
- zapobiega powstawaniu zastoisk wody i ułatwia odprowadzenie wody opadowej z powierzchni parkingu. Idealne rozwiązanie dla wielkopowierzchniowych parkingów i placów technologicznych.

LafargeHolcim oferuje

- wykonanie Projektu Budowlanego i Wykonawczego, profesjonalne doradztwo oraz kompleksowy nadzór nad realizacją inwestycji,
- indywidualne projektowanie konstrukcji nawierzchni uzależnione od charakterystyki obiektu i struktury ruchu drogowego,
- najwyższy standard jakościowy produktów Rolltec i Hydromedia potwierdzony gwarancją.



Wykorzystaj w swoich realizacjach 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