

Nawierzchnie betonowe w Polsce

– rozwój w oparciu o tradycję

Wybrane zagadnienia z zakresu budowy i utrzymania

Mobilność przyczynia się do zmniejszenia różnic społecznych, poprawy jakości życia oraz zmniejszenia bezrobocia. Dążenie do najniższych kosztów mobilności jest ważnym celem i obowiązkiem drogownictwa. Nawierzchnie betonowe jako „nawierzchnie sztywne” charakteryzują się niskim współczynnikiem oporu toczenia. Dzięki temu, a także długotrwałej użyteczności technicznej i ekonomicznej, przyczyniają się do obniżenia społecznych kosztów mobilności. Budowa dróg o nawierzchniach betonowych w Polsce ma długoletnią i dobrą tradycję. W artykule przedstawiono syntezę wybranych zagadnień dotyczących dotychczasowych doświadczeń w zakresie budowy i utrzymania nawierzchni z betonu cementowego w Polsce. Synteza ta dała podstawę do sformułowania hipotezy, że „powrót do tradycji budowy dobrych nawierzchni betonowych w Polsce może być bardziej użyteczny społecznie niż się wydaje”.



dr. Archiwum autora

dr inż. Wiesław Dąbrowski

Na początku XIX wieku rozpoczęto w Polsce budowę dróg krajowych, wykorzystując przy tym najnowsze osiągnięcia techniczne. Zachowana jeszcze z tamtego okresu dokumentacja techniczna dotycząca projektowania i budowy dróg świadczy o wysokim poziomie techniki przy budowie dróg w Księstwie Warszawskim, Polsce Kongresowej oraz w Galicji [1]. W latach 1820-1823 wybudowano pierwszą drogę bitą w Królestwie Polskim, zwaną Traktem Brzeskim. Dzięki temu możliwy stał się eksport wyrobów na chłonny rynek rosyjski. Trakt prowadził z Warszawy przez Mińsk, Siedlce, Międzyrzec, Białą Podlaską, Terespol do Brześcia, a jego długość wynosiła 178 staj, czyli blisko 190 km. W 1823 r. wykonano także drogę bitą z Kofa do Kalisza o długości 61 staj, czyli 65 km. W kolejnych latach budowane były inne drogi bite, jak trakt krakowski do Raszyna, trakt poznański do Ołtarzewa czy trakt petersburski do Jabłonn [2].

Wrz z utratą niezależności politycznej kraju przestano przywiązywać wagę do rozbudowy dróg. Zamiast tworzenia spójnego systemu dróg, trzy sąsiednie mocarstwa brały pod uwagę wyłącznie swoje cele państwowe i prowadziły niezależne działania strategiczne. W związku z tym na ziemiach polskich wrocie nam mocarstwa nie dbały o rozbudowę dróg i nie przywiązywały wagi do

rozwoju ważnych szlaków komunikacyjnych [1]. Dodatkowo w tym czasie nastąpił szybki rozwój szlaków kolejowych, a kolej stała się ważnym środkiem komunikacji w całej Europie.

Wiek XX, wraz z pojawieniem się samochodu spalinyowego, zapoczątkował nowy rozwój w drogownictwie. Udział Polski w tym rozwoju był stosunkowo niewielki, gdyż wojna światowa, a później wojna z Rosją Radziecką uniemożliwiły prowadzenie planowej gospodarki drogowej. Liczne wojska, które w tych latach przemaszerowały wraz ze swoimi taborami przez Polskę, stanowiły ogromne obciążenie dla i tak już niedostatecznej sieci dróg i mostów. Pod koniec pierwszej wojny światowej drogi na terenach Polski znajdowały się w stanie prawie całkowitego zniszczenia [1].

W takiej sytuacji nowo powstałe w 1918 roku państwo polskie przejęło zarząd nad drogami w kraju, który był ogromnie zubożony na skutek działań pierwszej wojny światowej. We wszystkich obszarach rozpoczęto odbudowę, porządkowano sprawy oraz podejmowano nowe działania. Kolejność zadań ustalana była według najpilniejszych potrzeb. W latach 1928-1929 udało się w znacznym stopniu poprawić sieć dróg w Polsce. Środki na rozbudowę dróg przewidziane w budżecie państwa i samorządach wystarczały, aby utrzymać drogi w zadowalającym stanie. Nadchodzący potem światowy kryzys gospodarczy pozbawił jednak samorządy drogowe prawie wszystkich środków potrzebnych na rozbudowę dróg. Najbardziej krytyczny był rok budżetowy 1932/33, kiedy oszczędności w budżecie wprowadzono w pierwszej kolejności kosztem drogownictwa. Fakt, że w okresie kryzysu nie prowadzono prawie żadnych prac utrzymaniowych, a także występujące w tamtych latach niekorzystne warunki pogodowe sprawiły, że budownictwo drogowe stało się po okresie kryzysu najpilniejszym ze wszystkich zadań państwa. W 1934 r. Ministerstwo Komunikacji zatwierdziło plan na lata 1935-1940, którego realizacja przewidywała wybudowanie 4750 km o nawierzchni utwardzonej [3].

Historia nawierzchni betonowych w Polsce

Począwszy od 1918 r., tj. momentu odzyskania przez nasz kraj niepodległości, budowa dróg o nawierzchni betonowej cały czas nierozłącznie towarzyszyła polskiemu drogownictwu, aż do września 1939 r. W latach 1918-1939 budowano nawierzchnie dróg krajowych głównie z kostki kamiennej, kostki klinkierowej oraz betonu cementowego. Nawierzchnie bitumiczne (smotowe i asfaltowe) były w tym czasie w początkowej fazie rozwoju.

W tabeli nr 1 zamieszczono zestawienia powierzchni dróg krajowych utwardzone nawierzchniami betonowymi w latach 1926-1935.

Tabela 1. Wykaz powierzchni dróg o nawierzchniach betonowych wybudowanych w latach 1925-1935
Źródło: Betonstraßenbau in Deutschland, publikacja Niemieckiego Związku Cementowego z siedzibą w Berlinie wydana przez wydawnictwo Zementverlag GmbH w roku 1936

Rok wykonania	do 1925	1926	1927	1928	1929	1930
Nawierzchnie betonowe [m ²]	27 000	2 000	5 000	9 000	20 000	17 000
Rok wykonania	1931	1932	1933	1934	1935	1926-1935
Nawierzchnie betonowe [m ²]	23 000	8 000	9 000	22 000	17 000	159 000



Fot. 1. Budowa drogi o nawierzchni betonowej na odcinku drogi krajowej Warszawa – Modlin, rok 1935 [3]. Źródło: Aleksander Kobylński, „Die Landstraßen in Polen” miesięcznik „Die Straße”, rocznik 2, nr 17 z 1 września 1935 roku



Fot. 2. Widok drogi krajowej o nawierzchni z betonu cementowego w pobliżu Skoczowa, rok 1935 [3]

Przykładowy sposób wykonywania nawierzchni betonowej w latach 1926-1935 przedstawiono na fot. 1. Przykład praktycznie uzyskiwanych efektów budowy nawierzchni z betonu cementowego w latach 1926-1935 przedstawiono na fot. 2.

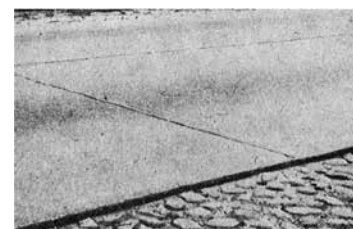
Dane dotyczące powierzchni dróg utwardzonych nawierzchniami z betonu cementowego w latach 1936-1939 są niejednoznaczne. Niektóre źródła wskazują, że w tym czasie wykonano około 185 km dróg krajowych o nawierzchni z betonu cementowego. Można zatem zakładać, że w tym okresie udało się wybudować w granicach 1,4-2,0 milionów metrów kwadratowych dróg o nawierzchni z betonu cementowego, czyli niewspółmiernie więcej niż w latach 1926-1935. Jeśli weźmie się pod uwagę tylko drogę krajową Warszawa – Białystok, na której w większości wykonano nawierzchnię z betonu cementowego, to można wnioskować, że w latach 1936-1939 wykonano znacznie powyżej miliona metrów kwadratowych nawierzchni z betonu cementowego.

Znaczna część nawierzchni z betonu cementowego wybudowanych w latach 1926-1939 przetrwała do końca lat siedemdziesiątych ubiegłego stulecia w dobrym stanie technicznym. Przykładami mogą być zarówno droga Warszawa – Modlin jak i droga Warszawa – Białystok. Autor artykułu stosunkowo często jeździł samochodem po tych drogach i pamięta, że ich nawierzchnie były w bardzo dobrym stanie. Pęknięcia płyt zdarzały się sporadycznie. Równość podłużna i poprzeczna nawierzchni była na tyle dobra, że jadąc nawet w czasie ulewnego deszczu nie zauważało się problemów z odwod-

niem. Reprezentatywnym przykładem, zarówno z punktu widzenia rozwiązania projektowego jak i z punktu widzenia jakości i użyteczności technicznej przedwojennych nawierzchni betonowych, może być poniżej zamieszczone zdjęcie opublikowane przez inż. Stefana Rollę w książce pt. „Nowoczesne nawierzchnie betonowe” [4].

Ogólnie znanym, słabym ogniwem przedwojennych nawierzchni był charakterystyczny hałas generowany na styku opona-nawierzchnia w miejscu przejazdu przez dylatację (szczelinę rozszerzania). Szczeliny te w okresie powojennym nie były praktycznie w ogóle utrzymywane i wszystkie bez wyjątku stały się nieuszczelnione. Powodowało to stopniowe wykruszanie się górnych krawędzi tych szczelin oraz stopniowe, coraz to większe ich poszerzanie w taki sposób, jaki został uwidoczniony na fot. 4 i 5 nawierzchni z betonu cementowego, która w nieprzerwany sposób do chwili obecnej funkcjonuje od 75 lat bez jakichkolwiek zabiegów utrzymaniowych i naprawczych.

Na drogach strategicznych budowanych w Polsce w latach 1951-1953, w ilości około 200 km rocznie, wykonywano wyłącznie nawierzchnie betonowe [X4]. Do ich wykonania używano betoniarerek samojedznych na gąsienicach firmy Ransome oraz układarek wibracyjnych Bław Knox. Maszyny te Polska otrzymała po II wojnie światowej w ramach pomocy Administracji Narodów Zjednoczonych do spraw Pomocy i Odbudowy z ang. (United Nations Relief and Rehabilitation Administration – UNRRA). Ostatni odcinek (Sobienie – Wilga, obecnie droga wojewódzka nr 801) o nawierzchni

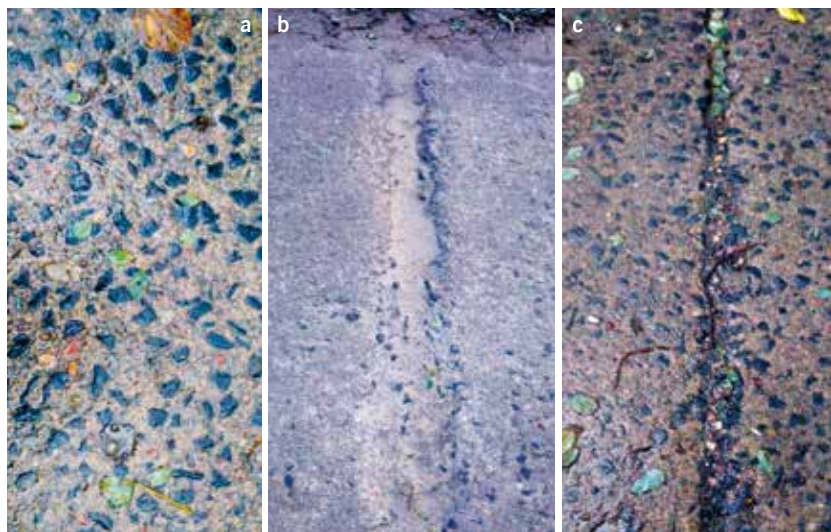


Fot. 3. Widok nawierzchni z betonu cementowego na drodze Warszawa – Białystok, odcinek Radzymin – Wyszków po 46 latach eksploatacji [4]. Źródło: Stefan Rolla, Nowoczesne nawierzchnie betonowe, WKŁ 1983, str. 20

Fot. 4 (a-b). Widok 75-letniej nawierzchni z betonu cementowego na drodze dojazdowej do nieistniejącego obecnie lotniska wojskowego we wsi Sokółówek w powiecie ciechanowskim. Obecnie jest to droga dojazdowa do magazynów oraz przyległych posesji. Zdjęcia wykonał autor w październiku 2015 roku



Fot. 5 (a-c). Zdjęcie po stronie lewej obrazuje widok tekstury nawierzchni po 75 latach eksploatacji. Dwa zdjęcia od prawej pokazują proces degradacji krawędzi szczelin dylatacyjnych. Zdjęcia wykonał autor w październiku 2015 roku



Fot. 6. Widok odcinka drogi Sobienie – Wilga w dniu 11.11.2015 r. Nawierzchnia betonowa wykonana w roku 1960. Jezdnia szerokości 6 m, szczeliny poprzeczne co 5 m. Szerokość szczelin rzędu 20 mm. Nawierzchnia użyteczna technicznie bez ograniczeń. Beton był wykonany bez domieszki napowietrzającej



Fot. 7. Widok szczelin dylatacyjnych poprzecznych i fragmentu pobocza nawierzchni betonowej na odcinku drogi Sobienie – Wilga po 55 latach eksploatacji. Zdjęcia wykonane przez autora w dniu 11.11.2015



Fot. 8. Widok nawierzchni betonowej w miejscowości Wilga po 55 latach eksploatacji. Zdjęcie wykonane przez autora w dniu 11.11.2015



betonowej wykonano w roku 1960 [5]. Budowę tę pośrednio nadzorował inż. Stefan Rolla jako zwierzchnik kierownika budowy. Nawierzchnia betonowa tej drogi służy do chwili obecnej bez gruntownego remontu 55 lat. Przykłady stanu technicznego tych odcinków zaprezentowano na fot. 6-8. W latach 1961-1993 nie budowano w Polsce dróg o warstwie ścieralnej z betonu cementowego. Na dużą skalę wykorzystywano natomiast cement do wykonywania stabilizacji gruntów oraz do budowy warstw chudego betonu w celu naprawy dróg o nawierzchniach asfaltowych i smołowych. Pierwszy odcinek stabilizacji gruntu cementem wykonano już w 1951 r. w miejscowości Chylce koło Warszawy. Od 1955 r. wykonywano masowo stabilizację gruntu cementem. Budowano 2000-3000 km dróg rocznie, z tego około 75% ze stabilizacją cementem. W latach sześćdziesiątych na dużą skalę budowano warstwy z chudego betonu o grubości 15-25 cm na nawierzchniach bitumicznych dróg Warszawa – Kraków i Warszawa – Poznań. Po ułożeniu warstwy z chudego betonu wykonywano dwie warstwy asfaltowe (4 + 4 cm) [5].

Fot. 9. Widok nawierzchni drogi krajowej nr A18 (wcześniej A12) z betonu cementowego po 20 latach eksploatacji. Zdjęcie wykonane przez Marka Stańczyka w październiku 2015



W latach 1990-1993 praktycznie prawie zanikła budowa dróg w Polsce. Nakłady na drogownictwo spadły 5-krotnie w stosunku do nakładów w latach osiemdziesiątych, które były i tak już małe w stosunku do lat poprzednich. Główny nacisk kładziono na to, aby nie dopuścić do szybkiej degradacji nawierzchni drogowych.

Wybrane zagadnienia dotyczące doświadczeń z zakresu budowy

Budowa dróg o nawierzchniach z betonu cementowego była w przeszłości nierozłącznym elementem polskiego drogownictwa. Skala budowy nawierzchni z betonu cementowego nie była tak duża, jak w wiodących gospodarczo krajach europejskich, jednakże jakość i użyteczność techniczna wybudowanych nawierzchni na drogach krajowych w Polsce była równie wysoka w zakresie budowy nawierzchni z betonu cementowego. Z bardzo dużą dozą słuszności można sformułować hipotezę, że gdyby nie było II wojny światowej, budownictwo drogowe w Polsce wykorzystywałoby w równej mierze nawierzchnie betonowe jak i asfaltowe. Od czasu ponownego odzyskania przez Polskę wolności gospodarczej nastąpił powolny proces odzyskiwania przez nawierzchnie betonowe należnego im miejsca w polskim drogownictwie. Proces ten może obecnie ulec znacznemu przyspieszeniu dzięki decyzji Generalnej Dyrekcji Dróg Krajowych i Autostrad (GDDKiA) o budowie ponad 800 km dróg krajowych o nawierzchni betonowej. Biorąc pod uwagę fakt istotnie niższych oporów toczenia pojazdów na nawierzchniach z betonu cementowego, użyteczność techniczną na poziomie 40 lat oraz bardzo duży postęp technologiczny w zakresie mechanicznego kształtowania właściwości przeciwszlizgowych i akustycznych nawierzchni betonowych, można z powodzeniem wnioskować, że decyzja GDDKiA o budowie części dróg krajowych z nawierzchnią z betonu cementowego jest swego rodzaju powrotem do tradycji polskiego drogownictwa, który może być bardziej użyteczny społecznie niż się wydaje. Łatwo można wydedukować, że dzięki niższym oporom toczenia na nawierzchniach z betonu cementowego zostanie obniżona ilość zużywanego paliwa, zwłaszcza przez samochody ciężarowe. Automatycznie zredukuje to koszty transportu oraz emisję dwutlenku węgla do atmosfery. Patrząc tylko z tego punktu widzenia, trudno nie zauważyć, że powrót do tradycji jest w tym przypadku zgodny z „duchem czasu”, tj. wymogami ekologicznymi oraz wymogami społecznymi nowoczesnego kraju Unii Europejskiej, którego społeczeństwo oczekuje sukcesywnego obniżania kosztów mobilności oraz poziomu usług drogowych w niczym nieodbiegającego od poziomu tych usług w wiodących krajach Unii Europejskiej (patrz [X5]).

Przykłady

Reprezentatywnymi przykładami procesu stopniowego powrotu do tradycji budowy dróg o nawierzchni z betonu cementowego są: wykonana 20 lat temu gruntowna renowacja 17-kilometrowego odcinka autostrady A12 (obecnie A18) oraz wykonanie nawierzchni typu whitetopping w ramach modernizacji drogi krajowej nr 8 Warszawa – Piotrków Trybunalski na odcinku Wolbórz – Polichno. Fotografia nr 9 obrazuje stan nawierzchni z betonu cementowego wykonanej przez firmę HEILIT + WOERNER Budowlana Sp. z o.o. na odcinku

Golnice – Krzywa autostrady A12 – po 20 latach bezproblemowej eksploatacji. W tym miejscu wypada zwrócić uwagę, że przetarg na wykonanie tego odcinka wygrała firma HEILIT + WOERNER Budowlana Sp. z o.o., oferując cenę niższą o około 20% od cen wszystkich pozostałych konkurentów. Przedstawiony w ramach przetargu projekt modernizacji przewidywał tzw. odprężenie istniejącej nawierzchni betonowej i ułożenie na niej nawierzchni asfaltowej. Ponieważ był to kontrakt współfinansowany przez Bank Światowy, oferent składający ofertę o najniższej cenie miał prawo złożyć zamawiającemu rozwiązanie alternatywne. HEILIT + WOERNER Budowlana Sp. z o.o. złożyła propozycję rozwiązania alternatywnego. Tym rozwiązaniem było rozdrobnienie istniejącej nawierzchni betonowej do frakcji tłuczniowej, wykonanie z jej użyciem warstwy podbudowy w formie stabilizacji mechanicznej i na tej warstwie ułożenie nawierzchni z betonu cementowego.

20 lat bezproblemowej eksploatacji tej nawierzchni w pełni potwierdziło, że było to bardzo skuteczne rozwiązanie z punktu widzenia interesu społecznego. Zrealizowane na różnych odcinkach autostrady A4 rozwiązanie projektowe, które było również przewidziane dla tego odcinka autostrady A12, już po kilku latach eksploatacji okazało się nieskuteczne i zostało zastąpione takim, jak na autostradzie A12. Nikt prawdopodobnie nie policzył, ile zaoszczędzono pieniędzy społecznych, dzięki rozwiązaniu zrealizowanemu na A12 oraz ile nadal się oszczędza dzięki niższym oporom toczenia oraz temu, że nie ma konieczności wykonywania remontów i związanych z tym utrudnień w ruchu drogowym.

Analogicznie bardzo korzystna z punktu widzenia interesu społecznego sytuacja ma miejsce w przypadku pierwszego wykonania w Polsce nawierzchni z betonu cementowego jako tzw. warstwy whitetopping, w ramach modernizacji drogi krajowej nr 8 Warszawa – Piotrków Trybunalski na odcinku Wolbórz – Polichno. W tym przypadku HEILIT + WOERNER Budowlana Sp. z o.o. zaproponowała również rozwiązanie alternatywne i zamiast wyburzenia całej konstrukcji nawierzchni asfaltowej i odtwarzania jej od nowa wykonała rozwiązanie tańsze i bardziej skuteczne.

Obydwa ww. przykłady zdają się w pełni potwierdzać słuszność hipotezy „Powrót do dobrej tradycji może być bardziej użyteczny społecznie niż się wydaje”, będącej mottem niniejszej publikacji. Jest oczywiste, że chcąc zweryfikować słuszność tej hipotezy w sposób obiektywny, należałoby dokonać szczegółowych analiz efektywności ww. rozwiązań alternatywnych i porównać z efektywnością tych, które przewidywano w ramach dokumentacji przetargowej. Jeżeli weźmie się jednak pod uwagę fakt, że na niektórych odcinkach autostrady A4, gdzie wykonywano remont w technologii asfaltowej, za kilka lat konieczne okazało się wykonanie remontu w technologii betonu cementowego, to już to pozwala dojść do wniosku, że dzięki wykonaniu alternatywnego rozwiązania na autostradzie A12 zaoszczędzono kilkadziesiąt milionów złotych społecznych pieniędzy, które można było przeznaczyć na inne potrzeby polskiego drogownictwa.



Nawierzchnie z betonu wałowanego

Wykonywanie nawierzchni drogowych z betonu wałowanego nie ma długoletniej tradycji w Polsce. Rozwiązanie to, mimo że generalnie znane polskim specjalistom, nie miało do tej pory zastosowań na dużą skalę. Możemy powiedzieć, że „nieśmiało” zdobywa w Polsce doświadczenia, które są absolutnie niezbędne do skutecznego wprowadzenia tego rodzaju specyficznej nawierzchni z betonu cementowego. Jeden z ostatnich przykładów wykonania nawierzchni z betonu wałowanego w roku 2015 obrazują poniżej zamieszczone fotografie. Nawierzchnie z betonu wałowanego są, zdaniem autora, dobrym i gruntownie sprawdzonym rozwiązaniem w wielu krajach świata, zarówno na podbudowy pod nawierzchnie betonowe i asfaltowe jak i jako warstwy ścieralne. Dobre rezultaty z punktu widzenia użyteczności technicznej i ekonomicznej warstw ścieralnych z betonu wałowanego uzyskuje się zwłaszcza w przypadku ich wykorzystywania na drogach, placach manewrowych, parkingach, placach magazynowych itp. o małym obciążeniu ruchem oraz o dużym obciążeniu ruchem, jednakże o małej prędkości tego ruchu. Wykonywanie nawierzchni z betonu wałowanego jest proste co do zasady, jednakże jak to bardzo często bywa w drogownictwie, ich prawidłowe wykonanie wymaga gruntownej, specjalistycznej wiedzy i doświadczenia. Z tego też względu, projektowanie i wykonywanie tego rodzaju nawierzchni powinno się powierzać wyłącznie firmom specjalistycznym, mającym odpowiednią wiedzę, doświadczenie i niepodważalne referencje. W przeciwnym wypadku prawdopodobieństwo niepowodzenia jest bardzo duże.

Wybrane zagadnienia dotyczące doświadczeń z zakresu utrzymania

Dobrze wykonane nawierzchnie z betonu cementowego praktycznie nie wymagają wielu zabiegów utrzymaniowych. Jedyne zabiegi utrzymaniowe, które powinny być regularnie wykonywane, polegają na cyklicznej wymianie mas, względnie profili uszczelniających szczeliny dylatacyjne. Proces wymiany masy uszczelniającej w szczelinach nawierzchni z betonu cementowego zobrazowano na poniżej zamieszczonych zdjęciach. Na marginesie wypada dodać, że również w tym przypadku

Fot. 10. Widok warstwy ścieralnej whitetopping z betonu cementowego na odcinku Wolbórz – Polichno po 12 latach eksploatacji widoczny poniżej. Fot. Stowarzyszenie Producentów Cementu (SPC)

Fot. 11 (a-b). obrazują wykonywanie nawierzchni z betonu wałowanego w ramach odnowy drogi wojewódzkiej nr 272 Łaskowice – Jeżewo – Dolna Grupa. Nawierzchnia ta została wykonana w połowie października 2015 r. Zdjęcia wykonane przez Piotra Różyckiego



proces technologiczny jest prosty co do zasady, jednakże jego realizacja wcale prosta nie jest. Konieczne jest bowiem uwzględnienie bardzo wielu czynników istotnie wpływających na użyteczność techniczną tego zabiegu; każda tego rodzaju praca odbywa się w innych warunkach i w związku z tym jedynie bardzo doświadczeni wykonawcy potrafią je odpowiednio uwzględnić, realizując zabieg wymiany masy uszczelniającej w szczelinach nawierzchni z betonu cementowego. O wadze tego zagadnienia świadczy fakt, że w niemieckich uregulowaniach technicznych istnieje bezwzględnie obowiązujący zleceńodawców wymóg, mówiący o tym, że tego rodzaju prace mogą być powierzane wyłącznie wyspecjalizowanym firmom.

Do zabiegów utrzymaniowych można również zaliczyć teksturuwanie nawierzchni z betonu cementowego metodą „grinding”. W przypadku nawierzchni o bardzo długim okresie eksploatacji metodę tę wykorzystuje się głównie do poprawy równości podłużnej oraz szorstkości i właściwości akustycznych nawierzchni betonowych. Wykorzystując tę metodę, na wielu drogach o nawierzchni betonowej w Niemczech oraz innych krajach UE długoterwale poprawiono komfort i bezpieczeństwo ruchu przy jednoczesnym obniżeniu negatywnych oddziaływań na środowisko (redukcja hałasu generowanego na styku opona-nawierzchnia, zmniejszenie oporu toczenia oraz emisji CO₂).

Polskie doświadczenia w zakresie wykonywania zabiegów utrzymaniowych i naprawczych nawierzchni z betonu cementowego na drogach i lotniskach są od ponad dwudziestu lat na najwyższym poziomie europejskim. Zabiegi utrzymaniowe wykonywane są bowiem prawie w 100% przez firmy specjalistyczne, tj. firmy posiadające specjalistyczną wiedzę, specjalistyczne doświadczenie oraz specjalistyczny sprzęt. Dobrym przykładem specjalistycznej firmy wykonującej zabiegi utrzymaniowe i naprawcze nawierzchni drogowych

i lotniskowych z betonu cementowego jest znana od ponad 20 lat w Polsce firma OAT Sp. z o.o., należąca do rodzinnego koncernu OAT GmbH, aktywnego w skali międzynarodowej.

Podsumowanie i wnioski

Mobilność, tj. skłonność do zmiany miejsca i wynikająca stąd potrzeba sprawnej komunikacji była, jest i będzie naturalną cechą i niezbywalnym prawem człowieka. Mobilność odgrywa wielką rolę w naszym życiu: przyczynia się do zmniejszenia różnic społecznych, poprawy jakości życia oraz zmniejszenia bezrobocia. Sieć drogowa z nawierzchniami stosownymi do wymagań ruchu ułatwia mobilność, działalność gospodarczą, inwestycyjną i rozwój społeczny. Dążenie do najniższych kosztów mobilności jest ważnym celem i obowiązkiem społecznym. W tym kontekście wypada odnotować, że nawierzchnie z betonu cementowego jako tzw. nawierzchnie sztywne charakteryzują się niższym współczynnikiem oporu toczenia niż „nawierzchnie podatne”. W związku z powyższym, mogą przyczynić się do istotnego obniżenia kosztów mobilności, oczywiście pod warunkiem, że będą wykonywane i utrzymywane zgodnie z wymogami aktualnego stanu wiedzy i techniki w Unii Europejskiej.

„Rozwój sieci drogowej zależy od inwestycji, modernizacji oraz wprowadzenia postępu technicznego. Przedsięwzięcia te powinny być jednak poprzedzone analizą ekonomiczną, uzasadniającą potrzeby drogownictwa, prawidłowe gospodarowanie środkami i efektywne wykorzystywanie dróg jako infrastruktury transportowej i gospodarczo-społecznej” [7].

Z cytowanego powyżej fragmentu publikacji prof. Haliny Chrostowskiej oraz przedstawionych w artykule informacji wynikają, między innymi, następujące wnioski:

1. Każda odpowiedzialna decyzja dotycząca rodzaju konstrukcji nawierzchni oraz parametrów tech-

Fot. 12 (a-f). Wizualizacja technologii wymiany masy uszczelniającej w szczelinach nawierzchni betonowej. Zdjęcia OAT Sp. z o.o.





Fot. 14. Efekt teksturowania nawierzchni z betonu cementowego metodą „grinding”. Fot. Otto Alte-Teigeler GmbH



Fot. 13. Typowy zestaw maszyn do teksturowania nawierzchni z betonu cementowego metodą „grinding”. Fot. Otto Alte-Teigeler GmbH

nicznych warstwy ścieralnej powinna być poprzedzona wielokryterialną analizą ekonomiczną.

2. Wykonanie wielokryterialnej analizy ekonomicznej wymaga gruntownej wiedzy, między innymi z zakresu dotychczasowych doświadczeń w budowie i utrzymaniu nawierzchni z betonu cementowego.
3. W wielu przypadkach może się okazać, że rozwiązaniem bardziej skutecznym i efektywnym będzie zaprojektowanie i wykonanie nawierzchni z betonu cementowego, o czym świadczą przytoczone w artykule przykłady alternatywnych rozwiązań zaproponowanych i zrealizowanych przez firmę HEILIT + WOERNER Budowlana Sp. z o.o.
4. Budowa dróg o nawierzchniach betonowych w Polsce ma długoletnią i dobrą tradycję.
5. Racjonalnym przedsięwzięciem byłoby usystematyzowanie wiedzy odnośnie efektów ekonomicznych i społeczno-gospodarczych, jakie uzyskano dzięki wykonaniu nawierzchni z betonu cementowego w Polsce.
6. Mając na uwadze bezpieczeństwo ruchu oraz racjonalne utrzymywanie wykonanych na drogach krajowych w Polsce nawierzchni z betonu cementowego, celowym byłoby przebadanie niektórych, starszych niż 10-letnie, odcinków tych nawierzchni z punktu widzenia równości, szorstkości oraz szczelności szczelin.
7. Wykonując stosowne zabiegi utrzymaniowe i naprawcze na zbadanych odcinkach dróg o nawierzchni betonowej, można by w istotnym zakresie przedłużyć ich użyteczność techniczną i ekonomiczną oraz istotnie poprawić bezpieczeństwo ruchu, wykonując teksturowanie metodą „grinding” [6], w przypadku, gdyby okazało

się, że na niektórych z odcinków właściwości przeciwślizgowe nie są wystarczające.

8. Przedstawione w artykule informacje z badania dotychczasowych doświadczeń w zakresie budowy i utrzymania nawierzchni z betonu cementowego w Polsce dają uzasadnioną podstawę do sformułowania hipotezy, że „powrót do dobrej tradycji może być bardziej użyteczny społecznie niż się wydaje”. Hipotezę tę warto byłoby zweryfikować w formie pracy naukowej.

dr inż. Wiesław Dąbrowski, OAT Sp. z o.o.

Literatura

- 1 Stefan hr. Tyszkiewicz, *Liga drogowa / Die polnische Straßenbau Vereinigung (Liga drogowa / Polskie Stowarzyszenie Budownictwa Drogowego) miesięcznik „Die Straße”, rocznik 2, nr 17 z 1. września 1935 roku.*
- 2 Marek Skowron, „Bruk żelazny w Warszawie”, *Drogoznictwo 2/2016, str.*
- 3 Aleksander Kobyliński, *Die Landstraßen in Polen (Drogi zamiejskie w Polsce) miesięcznik „Die Straße”, rocznik 2, Nr 17 z 1. września 1935 roku.*
- 4 Stefan Rolla, *Nowoczesne nawierzchnie betonowe, WKŁ, Warszawa 1983, str. 20*
- 5 Jan Deja, *Biało i kolorowo – Wywiad z nestorem polskich drogowców mgr. inż. Stefanem Rollą, „Polski Cement”, lipiec-wrzesień 2001, str. 42-43*
- 6 Wiesław Dąbrowski, *Opory toczenia, szorstkość i właściwości akustyczne nawierzchni betonowych, referat wygłoszony podczas konferencji „Nawierzchnie drogowe 2015”, Kraków, 26-27.11.2015, www.konferencjespecjalistyczne.pl*
- 7 Halina Chrostowska, *Efektywność nakładów na drogi, WKŁ, Warszawa 1987*

Seminarium „Politechnika na fali!”

W dniach 5-19 września 2016 roku odbędzie się seminarium naukowe studentów Politechniki Warszawskiej pod hasłem „Politechnika na fali!”. Hasło to jest nieprzypadkowe, bowiem tegoroczne seminarium będzie miało miejsce w trakcie rejsu żaglowcem STS Fryderyk Chopin z Goeteborga do Szczecina. Oprócz niezapomnianych wrażeń z podróży morskiej uczestnicy imprezy zyskają możliwość przedstawienia swoich osiągnięć i przeprowadzenia interesujących dyskusji. Tematem przewodnim są „Narzędzia i wyzwania dla współczesnych inżynierów”.

Uczestnikami seminarium będą nauczyciele akademicy i studenci różnych wydziałów Politechniki Warszawskiej, ale szczególnie znaczące miejsce wśród poruszanych tematów będą zajmować pro-

blemy związane z budownictwem. Pod hasłem „Budownictwo ekologiczne” oraz „Zintegrowane projektowanie budynków” będą omawiane zagadnienia materiałowe, technologiczne i konstrukcyjne zrównoważonego budownictwa, gospodarki odpadami oraz analizy cyklu życia obiektu, w tym optymalizacja budynku jako całości w całym cyklu jego życia, z uwzględnieniem możliwie najniższego zapotrzebowania na energię oraz jakości i trwałości stosowanych materiałów. Z oczywistych powodów, poczesne miejsce zajmą tu kwestie związane z produkcją i stosowaniem cementu i betonu – najpowszechniej wykorzystywanych materiałów budowlanych.

Redakcja kwartalnika „Budownictwo, Technologie, Architektura” sprawuje patronat medialny nad imprezą.