



Temat specjalny

# Wzmacnianie i remonty nawierzchni drogowych

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



Długość sieci dróg w Polsce systematycznie wzrasta. Choć buduje się je przy użyciu coraz doskonalszych technologii, to każda droga po określonym czasie eksploatacji wymaga interwencji w celu przywrócenia jej parametrów niezbędnych do dalszego bezpiecznego użytkowania. Odpowiednie metody stosuje się w zależności od rodzaju nawierzchni, po uprzednim zdiagnozowaniu problemu. Właściwa interwencja jest możliwa dzięki stosowaniu diagnostyki nawierzchni drogowych.

fot. RAM, fotolia.com

## Diagnostyka nawierzchni drogowych

Zgodnie z definicją, System Zarządzania Nawierzchniami (*Pavement Management System*) dostarcza podejmującym decyzje na różnych szczeblach zarządzania optymalne strategie utrzymaniowe, wyprowadzone z użyciem jasno określonych, racjonalnych procedur. Systemowe podejście do zarządzania nawierzchniami w krajach o rozwiniętej technice drogowej stosuje się już niemal od trzech dekad. Zakłada się w nim gromadzenie różnego typu danych o nawierzchni, które można podzielić na klasy, co pokazano w tabeli 1.

Choć w Polsce nie wprowadzono Systemu Zarządzania Nawierzchniami, to od wielu lat stosuje się elementy diagnostyki nawierzchni. Obejmuje ona ocenę stanu technicznego nawierzchni obiektu technicznego przez badanie cech funkcjonalnych nawierzchni oraz prognozy i przyczyny zmian stanu nawierzchni. Składają się na nią badania cech funkcjonalnych nawierzchni (równość podłużna, koleiny, współczynnik tarcia, nośność, układ warstw konstrukcji nawierzchni, hałaśliwość), diagnozowanie przyczyn uszkodzeń oraz prognozowanie zmian stanu (modele predykcji). Pierwszy i drugi element diagnostyki nawierzchni są w Polsce powszechnie używane. Badania nawierzchni służą do planowania robót w skali sieci drogowej i szczegółowego projektowania technologii konkretnych remontów. Wnikliwe diagnozowanie przyczyn uszkodzeń wykonuje się na etapie projektu remontu [1]. Trzeci z tych elementów – prognozowanie zmian stanu nawierzchni – wymaga większej uwagi. W [2] zamieszczono m.in. modele degradacji nawierzchni, na podstawie których można szacować potrzeby remontowe, wykorzystując prognozy zmian cech techniczno-eksploatacyjnych, uproszczone modele poprawy stanu nawierzchni po wykonaniu zabiegów remontowych, zasady wstępnego typowania zabiegów remontowych oraz prace analityczne.

## Klasyfikacja uszkodzeń i wybrane metody naprawy

### Nawierzchnie betonowe

Metody naprawy uszkodzeń nawierzchni betonowych powinny być dobierane na podstawie odpowiedniej diagnostyki, służącej do oceny właściwości użytkowych nawierzchni. Uszkodzenia nawierzchni betonowych mogą być rozpatrywane ze względu na różne kryteria: element, którego dotyczą (beton, zbrojenie, wypełnienie szczelin dylatacyjnych), wielkość i zakres uszkodzenia (punktowe, liniowe, płaszczyznowe) lub z uwagi na charakter i wpływ na konstrukcję (powierzchniowe, wgłębne, strukturalne).

Wszystkie wymienione powyżej rodzaje uszkodzeń mogą występować w dowolnej konfiguracji [3]. Zestawienie najczęściej występujących uszkodzeń powierzchniowych i strukturalnych nawierzchni betonowych oraz przyczyny ich powstawania przedstawiono w tabeli 2.

Wybór metody naprawy nawierzchni betonowej powinna poprzedzać wnikliwa analiza przyczyn wystąpienia uszkodzenia. Tylko wówczas zabieg remontowy przyniesie spodziewany efekt. Jedną z metod, która skutecznie wpływa na poprawę wielu cech nawierzchni betonowej, jest szlifowanie, mogące także stanowić zabieg uzupełniający inne sposoby naprawy. Dzięki szlifowaniu nawierzchni można usunąć takie jej wady, jak uszkodzenia na połączeniach i pęknięciach, nierówność

Jakie znaczenie dla wyboru technologii budowy drogi ma analiza kosztów życia (LCCA)?



**Prof. JAN DEJA,**  
**Stowarzyszenie Producentów Cementu**

Jaki jest cel wszystkich odpowiedzialnych za drogi w Polsce? Budowa trwałej i bezpiecznej infrastruktury drogowej za relatywnie niską cenę przy możliwie

niskich kosztach utrzymania. Stowarzyszenie Producentów Cementu od chwili założenia, czyli od blisko 30 lat, popularyzuje technologię budowy dróg o nawierzchniach betonowych. Za drogami betonowymi przemawiają liczne zalety, takie jak 2,5–3,5-krotnie wyższa trwałość, odporność na rozjeżdżanie przez tiry czy mniejsze o 3% zużycie paliwa. Drogi betonowe to także niższy o 1/3 wskaźnik wypadkowości, lepsza widoczność na jasnej nawierzchni w nocy i trudnych warunkach atmosferycznych oraz mniejsze o ponad 50% wydatki na oświetlenie.

Wyczerpanie ekspertów z Politechniki Wrocławskiej pracujących pod kierunkiem prof. Antoniego Szydły wskazują, że całkowite koszty budowy i utrzymania przez 30 lat 1 km drogi ekspresowej o nawierzchni betonowej są o ponad 54% niższe niż 1 km drogi o nawierzchni asfaltowej.

Dlatego przed podjęciem każdej decyzji konieczna jest analiza kosztu życia (LCCA). Przeniesienie decyzji o wyborze rodzaju nawierzchni drogi na wykonawców w sytuacji, kiedy w Polsce mamy wciąż monokulturę asfaltową, może prowadzić do umacniania *status quo* i stagnacji technologicznej.

Zdaniem Stowarzyszenia Producentów Cementu, tylko funkcjonowanie dwóch równorzędnych technologii nawierzchni zapewnia zdrową konkurencję w zakresie cen i innowacyjności. Wzrost transportu samochodowego w Polsce jest faktem. Wszędzie tam, gdzie ruch pojazdów ciężkich przekracza 5 tys. na dobę, celowe jest wskazanie betonu jako najkorzystniejszej technologii.

Jeżeli oddajemy decyzję o wyborze technologii wykonawcy, powinniśmy zacząć myśleć o zmianie podejścia z projektuj i buduj na projektuj, buduj i utrzymaj standard przez minimum 10 lat.

będąca wynikiem niewłaściwej realizacji, niewłaściwa makrotekstura betonu, koleiny powstałe wskutek ruchu pojazdów z kolcowanymi oponami, nieodpowiedni poziom generowanego hałasu, odkształcenia płyty jako skutek różnic wilgotności oraz skurczu betonu, niewłaściwy spadek poprzeczny.

Zabiegiem wykonywanym stosunkowo rzadko jest rowkowanie nawierzchni, które przeprowadza się w miejscach, w których istnieje konieczność poprawy przyczepności kół pojazdów

Tab. 1. Podstawowe klasy danych do Systemu Zarządzania Nawierzchniami [1]

Opis odcinka	Rodzaj danych: R – dane używane głównie do rehabilitacji nawierzchni U – dane używane głównie do bieżącego utrzymania
Dane o właściwościach funkcjonalnych ( <i>performance related data</i> ): – nierówności – uszkodzenia powierzchniowe – ugięcia – współczynnik tarcia – cechy materiałów warstw	R R + U R R + U R
Dane historyczne: – historia utrzymania – historia budowy – ruch – wypadki	R + U
Dane związane z polityką transportową: – budżet – dostępne alternatywy utrzymania i rehabilitacji	
Dane dotyczące geometrii drogi: – wymiary przekroju – krzywizny – pochylenia poprzeczne – spadki podłużne – pobocza / krawężniki	R R R R R + U
Dane o środowisku: – odwodnienie – klimat (temperatury, opady deszczu, śniegu, mrozy)	R + U R
Dane związane z kosztami: – koszty budowy – koszty utrzymania – koszty rehabilitacji – koszty użytkowników	R R + M R R

Tab. 2. Najczęściej występujące uszkodzenia powierzchniowe i strukturalne nawierzchni betonowych [3]

Rodzaj uszkodzenia	Czynnik destrukcyjny	Przyczyna
<b>Uszkodzenia powierzchniowe</b>		
Wyłuskane ziarna kruszywa	mała przyczepność ziarna do zaczynu	nadmiernie zapyłone kruszywo
Odprysk ziaren kruszywa ( <i>pop-out</i> )	korozja mrozowa kruszyw korozja wewnętrzna	mała mrozoodporność kruszywa zanieczyszczenia w kruszywie reaktywność alkaliczna
Kratery z białymi wykwitami	reakcja aluminium z wodorem	transport w skrzyniach aluminiowych
Pęknięcia włoskowate	skurcz plastyczny odkształcenia termiczne zmęczenie powierzchni	zła pielęgnacja wysokokaloryczny cement ruch technologiczny wykończenie powierzchni
Ścieranie	ścieranie zaprawy polerowanie kruszywa	polerowalność kruszywa
<b>Uszkodzenia strukturalne</b>		
Pęknięcia płyt	naprężenia termiczne nadmierne obciążenia nierówne podparcie	betonowanie w niższej temperaturze niż projektowana źle utrzymane szczeliny przeciążenie degradacja podbudowy
Klawiszowanie	nierówne podparcie	degradacja podbudowy
Degradacja dylatacji	zmiana geometrii ubytki wypełnienia	klawiszowanie, przemieszczenia, dobór wypełnienia
Wysadziny	przemieszczenia pionowe nawierzchni	degradacja podbudowy



for karasov\_vl, fotolia.com

do nawierzchni ze względu na stwierdzone zagrożenie ruchu drogowego (np. częste wypadki). Rowkowanie nawierzchni czyni ją bardziej szorstką oraz poprawia odprowadzenie wody. W przeciwieństwie do szlifowania realizuje się je w kierunku prostopadłym do osi jezdni, a rowki są nacinane za pomocą tarcz diamentowych.

Uzupełnianie ubytków powierzchniowych, miejscowych złuszczeń czy wykruszeń może być wykonywane punktowo przez usunięcie uszkodzonego miejsca (najczęściej przez skucie lub wycięcie), dokładne oczyszczenie powierzchni oraz jej odpowiednie zagruntowanie, zastosowanie materiału naprawczego posiadającego odpowiednią przyczepność, wytrzymałość, barwę, a także przez wykończenie powierzchni (pielęgnacja, teksturowanie powierzchni).

Gdy konieczne jest przywrócenie przekazywania obciążeń przez połączenie płyt lub pęknięcie, stosuje się wtórne umieszczanie dybli. Niezbędnym warunkiem jest przy tym właściwy stan konstrukcji płyty betonowej, a jedynym problemem – brak

odpowiedniego przeniesienia obciążeń przez nieciągłości nawierzchni. Dyblowanie pionowe ma na celu polepszenie współpracy oraz przenoszenia obciążeń sąsiadujących płyt, ponadto ogranicza przemieszczanie się płyt. Z kolei dyblowanie poziome ma przywrócić odpowiednią współpracę sąsiednich płyt oraz ograniczyć przemieszczenia pionowe tych płyt względem siebie.

Jeśli nie ma możliwości trwałego zapewnienia odpowiednich właściwości użytkowych i konstrukcyjnych przy zastosowaniu innych czynności naprawczych, wykonuje się remont na pełną głębokość płyty. Zabieg polega na usunięciu części lub całości płyty aż do warstwy podbudowy i następnie wykonaniu na jej miejscu nowej płyty betonowej.

Zazwyczaj naprawy dokonuje się w pobliżu połączenia płyt, w związku z czym konieczne jest przywrócenie funkcjonalności połączenia, aby nie doszło do spękań i wykruszeń. Na styku nowej nawierzchni z istniejącą stosuje się, w zależności od pierwotnego układu połączeń, dyblowanie lub zbrojenie. Tym samym nowy element pracuje bądź jako samodzielna



## Piasek budowlany 0-2mm

Kopalnia Wapienia "Czatkowice" sp. z o.o.  
32-065 Krzeszowice, ul. Czatkowice Dolne 78



**Zapytaj o produkt naszego specjalistę tel.: 698 913 411**

- ✓ Piasek budowlany 0-2 mm jest produktem powstającym przy produkcji wysokojakościowych kruszyw i gryśów
- ✓ Piasek znajduje zastosowanie przy budowie:
  - warstw nasypów oraz jako materiał doziarniający
  - podbudów pomocniczych i podbudów zasadniczych
  - stabilizowanych hydraulicznymi spoiwami
  - rekultywacji technicznej
  - jako podsypka

*Zajmując się utrzymaniem dróg, nie sposób uniknąć okresowych remontów nawierzchni. Co decyduje o powodzeniu tego rodzaju prac remontowych, na jakie aspekty powinno się zwracać szczególną uwagę?*



**DOMINIK MAŁASIEWICZ,**  
**Lhoist Central Europe**

Polska jest obecnie największą areną robót drogowych w Europie, a w planach mamy jeszcze wiele tras do wybudowania, trzeba jednak pamiętać, że z każdą ukończoną inwestycją przybywa kilometrów dróg do utrzymania. Wiąże się to oczywiście

z okresowymi remontami nawierzchni lub jej wymianą. Dla firm realizujących te zadania oprócz tego, aby wykonać je zgodnie z wymaganiami, bardzo istotne jest, by prace były wykonane sprawnie, szybko i w jak najmniejszym stopniu wpływały na codzienny ruch pojazdów. Takie podejście oznacza nie tylko wywiązanie się z podjętego zadania, ale także dodatkową wartość wizerunkową dla firmy. Prace przebiegające sprawnie budują zaufanie i wiarygodność w oczach inwestora oraz użytkowników dróg. Dodatkowo nie od dziś wiadomo, że czas to pieniądz. Większość z nas nie ogląda już każdego wydawanego grosza z dwóch, ale z trzech stron. Zatem dla samego wykonawcy również jest bardzo ważne, aby cały proces przebiegł sprawnie, szybko i „bezboleśnie”. Jeśli zadanie zostanie wykonane szybciej, mamy możliwość przejść do realizacji kolejnego, co przekłada się na większe przychody. Dlatego każda technologia, która przyspiesza realizację robót, jest mile widziana.

Lhoist doskonale rozumie te potrzeby i od lat dostarcza rozwiązania, które są stosowane w procesach budowlanych. Przykładem może być technologia zabezpieczenia warstwy szczepnej (skropienia międzywarstwowego), wykonywanego podczas budowy lub remontu nawierzchni drogowej. Dzięki drobnemu zabiegowi zabezpieczenia warstwy szczepnej wykonawca może znacząco przyspieszyć proces remontu i prowadzić go swobodniej – bez problemów można poruszać się po remontowanej warstwie, prowadzić ruch technologiczny i częściowo ruch zwykły, np. przy przekładaniu ruchu z jednego pasa na drugi. Zabieg ten obniża odczuwalną temperaturę pracy na takiej warstwie (co jest mniej męczące dla pracowników), poprawia szczepność łączonych warstw, gdyż emulsja asfaltowa pozostaje w miejscu jej aplikacji, i co także bardzo istotne z punktu wykonawcy, eliminuje konieczność czyszczenia dróg sąsiadujących z remontowanym odcinkiem. Nie będzie on bowiem zanieczyszczony przez koła pojazdów opuszczających budowę, które bez zabezpieczenia wywiozłyby większą część warstwy szczepnej na sąsiednie drogi. Nie wspominać już o czasie i nakładach finansowych, jakie trzeba by przeznaczyć na czyszczenie takich zabrudzeń.

Podsumowując, prosty i niedrogi zabieg zabezpieczenia warstwy szczepnej przynosi dużo wymiernych korzyści w postaci zaoszczędzonego czasu i pieniędzy, które można przeznaczyć na inne działania.

płyta (ograniczona połączeniami dyblowanymi), bądź jest przedłużeniem istniejących płyt i zawiera w sobie połączenie zezwalające na ruch podłużny.

Do innowacyjnych metod naprawy nawierzchni betonowych należy technologia elementów prefabrykowanych, stanowiąca alternatywę dla remontu na całą głębokość w technologii wykonywania płyt na mokro. Zalety instalacji płyt prefabrykowanych docenia się zwłaszcza tam, gdzie czas przeznaczony na naprawę należy ograniczyć do minimum (np. w przypadku arterii o wysokich natężeniach ruchu) [3, 4].

Pokazane rodzaje napraw nawierzchni betonowych to tylko niektóre z możliwych rozwiązań. Ostatecznie właściwe prace naprawcze podejmuje się w zależności od rodzaju i specyfiki uszkodzeń.

### **Nawierzchnie asfaltowe**

Spośród uszkodzeń nawierzchni asfaltowej wyróżnia się deformacje trwałe, spękania oraz uszkodzenia powierzchniowe. W pierwszej grupie znajdują się deformacje lepkoplastyczne warstw asfaltowych (koleiny lub tarki) oraz strukturalne – odkształcenie podłoża, które powstaje w wyniku ruchu pojazdów. Uszkodzenia w kolejnej grupie – spękań, powstają w zależności od różnych czynników – zmęczeniowe od ruchu pojazdów, zmęczeniowe termiczne na skutek cykli termicznych, termiczne w wyniku niskich temperatur, z kolei spękania odbite powstają głównie wskutek przemieszczenia warstwy podbudowy w ob-

rzebie istniejącego w niej pęknięcia. Na uszkodzenia powierzchniowe składają się te spowodowane czynnikami klimatycznymi (ubytki lepiszcza), ruchem pojazdów (wypolerowanie ziaren kruszywa), klimatycznymi i ruchem pojazdów (ubytki warstwy ścieralnej, wypływ lepiszcza) oraz oprócz dwóch ostatnio wymienionych także przez specyficzne właściwości materiałów (ubytki ziaren kruszywa).

W przypadku nawierzchni asfaltowej zespół zabiegów technicznych wykonywanych na bieżąco, związanych z usuwaniem uszkodzeń nawierzchni zagrażających bezpieczeństwu ruchu, jak również zabiegi obejmujące małe powierzchnie, hamujące proces powiększania się powstałych uszkodzeń, jest określany mianem remontu cząstkowego. Działania, jakie są w jego ramach podejmowane, to m.in. naprawa wybojów i obłamanych krawędzi, uszczelnianie pojedynczych pęknięć czy wypełnianie złuszczeń. Celem naprawy cząstkowej jest przywrócenie nawierzchni do stanu początkowego. Zalecenia stosowania wraz z syntetyczną oceną technik napraw powierzchniowych nawierzchni przedstawiono w tabeli 3.

W przypadku naprawy spękań jedną ze stosowanych metod jest wypełnienie pęknięcia metodą pasmową bez rozfryzowania, wykonywane do uszczelnienia pęknięć w istniejącej nawierzchni zarówno w przypadku układania nowych warstw bitumicznych (warstwy renowacyjne, wzmacniające), jak i gdy wypełnienie pęknięcia stanowi samodzielną naprawę (bez przykrycia nowymi warstwami). Do uszczelniania pęknięć

Tab. 3. Zalecenia stosowania i syntetyczna ocena technik napraw powierzchniowych

Technika	Zalecane zastosowanie do warunków ruchu			Bezpieczeństwo użytkownika		Komfort	Hałaśliwość	Trwałość w latach
	Kategoria ruchu	Klasa drogi	Miasto	Tekstura	Współczynnik tarcia			
Powierzchniowe utwalenie	KR1–KR4	D, L, Z, G	-2	2	2	od -2 do 0	-2	od 1 do 5
Cienka warstwa na zimno	KR1–KR7	D, L, Z, G, GP, S, A	2	0	2	od 1 do 2	0	od 3 do 6
Cienka warstwa na gorąco	KR1–KR7	D, L, Z, G, GP, S, A	2	2	2	od 1 do 2	od 1 do 2	od 6 do 12
Frezowanie częściowe lub płytkie	KR1–KR4	D, L, Z, G	-1	1	1	od -2 do -1	-2	1
Frezowanie z przykryciem powierzchniowym utwaleniem	KR1–KR4	D, L, Z, G	-2	2	2	od -2 do 0	-2	od 1 do 5
Frezowanie z przykryciem cienką warstwą na zimno	KR1–KR7	D, L, Z, G, GP, S, A	2	0	2	2	0	od 3 do 6
Frezowanie z przykryciem cienką warstwą na gorąco	KR1–KR7	D, L, Z, G, GP, S, A	2	2	2	2	od 1 do 2	od 6 do 12
Termoprofilowanie	KR1–KR7	D, L, Z, G, GP, S, A	-1	0	od 0 do 1	od 0 do 1	0	od 1 do 5
Remixing warstwy ścieralnej	KR1–KR7	D, L, Z, G, GP, S, A	-1	0	od 0 do 1	od 0 do 2	0	od 3 do 10
Wymiana warstw	KR1–KR7	D, L, Z, G, GP, S, A	2	od 0 do 2	od 0 do 2	od 0 do 2	od 0 do 2	od 6 do 20 <sup>a, b)</sup>
Recykling na zimno na miejscu z przykryciem powierzchniowym utwaleniem	KR1–KR3	D, L, Z, G	-1	2	2	od -2 do 0	-2	od 5 do 10 <sup>a)</sup>
Recykling na zimno na miejscu z przykryciem cienką warstwą na zimno	KR1–KR3	D, L, Z, G	-1	0	2	od 2 do 0	0	od 5 do 10 <sup>a)</sup>
Recykling na zimno na miejscu z przykryciem warstwami asfaltowymi na gorąco	KR1–KR7	D, L, Z, G, GP, S, A	-1	od 0 do 2	od 0 do 2	od 0 do 2	od 0 do 2	od 10 do 20 <sup>b)</sup>

Ocena: 2 – bardzo wysoka, 1 – dobra, 0 – przeciętna, -1 – niska, -2 – bardzo niska

Uwagi: a) trwałość konstrukcji, trwałość warstwy ścieralnej jest mniejsza, b) zależnie od zaprojektowanej trwałości konstrukcji

w istniejącej nawierzchni, najczęściej gdy wypełnienie pęknięcia stanowi samodzielną naprawę (bez przykrycia nowymi warstwami), stosuje się metodę wypełnienia pęknięcia poszerzonego przez frezowanie. Uszczelnienie spękań i otwartych połączeń technologicznych rozwartych do szerokości 5 mm wykonuje się przez przykrycie pęknięcia taśmą uszczelniającą.

Metodą stosowaną do naprawy uszkodzonej warstwy ścieralnej wzdłuż otwartych spoin technologicznych wskutek utraty połączenia warstw i spękania jest remixing otwartych spoin technologicznych. Technologia może być także użyta do szerokich spękań, jeśli pęknięcia są ograniczone do warstwy ścieralnej.

Rozwiązaniem przeznaczonym głównie do opóźnienia wystąpienia na powierzchni warstwy bitumicznej spękań odbitych od poprzecznych, termicznych spękań sztywnej podbudowy, w sytuacji gdy krawędzie pęknięcia są dobrze podparte, a sfrezowanie warstwy ścieralnej na całej długości odcinka nie jest konieczne, jest naprawa płytka z zastosowaniem geosyntetyków ułożonych w lokalnie wyciętym pasie warstwy ścieralnej. Z kolei naprawa głęboka z zastosowaniem geosyntetyków jest rozwiązaniem przeznaczonym do napraw pęknięć odbitych od nieciągłości w sztywnej podbudowie (stabilizacja cementem, chudy beton) w przypadku braku podparcia krawędzi tej nieciągłości. Tego typu prace, obejmujące ewentualną naprawę



foto: Christian Deibach / iStock.com

podłoża, mogą być także stosowane do lokalnych napraw spękań zmęczeniowych.

Sposobem na opóźnienie wystąpienia na powierzchni nowej warstwy bitumicznej spękań odbitych od nieciągłości poprzecznych i podłużnych spękań w dolnych warstwach, gdy przewidziana jest regulacja całej powierzchni istniejącej jezdni przez frezowanie lub ułożenie warstwy profilującej, jest naprawa powierzchniowa pod nowe warstwy bitumiczne z zastosowaniem geosyntetyków. Wówczas wycinanie dodatkowych pasów na ułożenie geosyntetyków jest zbędne. Geosyntetyki stosowane są w tej metodzie także przy poszerzaniu istniejącej jezdni lub połączeniu jezdni z przebudowanym poboczem.

W przypadku pęknięć odbitych od nieciągłości w sztywnej podbudowie (stabilizacja cementem, chudy beton, płyty betonowe) i kiedy krawędzie tej nieciągłości są nierównomiernie podparte stosuje się naprawę pęknięcia z zastosowaniem geosyntetyków oraz iniekcji zaprawą cementową. Użycie geosyntetyków do poszerzenia konstrukcji nawierzchni lub przebudowy pobocza ma na celu zapobieżenie (lub co najmniej opóźnienie) wystąpienia na powierzchni jezdni podłużnego pęknięcia, odbitego od spoiny podłużnej na krawędzi połączenia istniejącej jezdni z konstrukcją poszerzenia jezdni lub utwardzonego pobocza [5].

### Wzmacnianie podbudów i podłoża gruntowego

Biorąc pod uwagę, że drogi często budowane w skomplikowanych warunkach gruntowo-wodnych, z dużym prawdopodobieństwem należy się spodziewać wystąpienia usterek związanych z warunkami geologicznymi. Wówczas konieczne staje się podjęcie odpowiednich działań w zakresie wzmacniania gruntu oraz podbudowy drogi. Metod wzmacnienia podłoża jest bardzo wiele. Ich klasyfikacja jest zależna od kryterium przyjętego podziału. Najczęściej są to [6]: technologia wzmacnienia, głębokość, na jaką ingeruje się w podłoże, materiały zastosowane w procesie technologicznym oraz końcowy efekt przeprowadzonego procesu wzmacnienia podłoża.

Wybór odpowiedniej technologii wzmacnienia determinuje jego efektywność, czas wykonania robót, możliwości sprzętowe i materiałowe, lokalizacja, a także koszty wykonania. Podobnie jak w przypadku metod naprawy uszkodzeń nawierzchni betonowych i bitumicznych, kluczowe jest więc odpowiednie rozpoznanie problemu.

Każda droga bez względu na rodzaj nawierzchni ma określony cykl życia, w ciągu którego niezbędne są zabiegi utrzymaniowe, remonty i naprawy. Dziś jednak wykonawcy i zarządcy dróg mają do dyspozycji liczne sprawdzone i jednocześnie efektywne rozwiązania, dzięki którym można w skuteczny sposób wydłużyć użyteczność techniczną nawierzchni drogowych.

### Literatura

- [1] Judycki J., Jaskuła P.: *Diagnostyka i modernizacja konstrukcji nawierzchni drogowych*. 56. Konferencja Naukowa Komitetu Inżynierii Lądowej i Wodnej PAN oraz Komitetu Nauki PZITB, Kielce–Krynica, 19–24 września 2010, s. 233–252.
- [2] *Diagnostyka stanu nawierzchni i jej elementów. Wytyczne stosowania*. Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad. Warszawa 2015.
- [3] Jackiewicz-Rek W., Załęgowski K., Garbacz A.: *Specyfika napraw uszkodzeń nawierzchni betonowych*. XXVII Konferencja Naukowo-Techniczna *Awarie budowlane*. Szczecin 2015, s. 779–790.
- [4] Juliszewski L.: *Metody przywracania własności użytkowych i konstrukcyjnych betonowych nawierzchni drogowych*. „Czasopismo Techniczne. Budownictwo” 2011, R. 108, z. 1-B, s. 75–86.
- [5] *Katalog przebudów i remontów nawierzchni podatnych i półsztywnych KPRNPP – 2013*. Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad, Instytut Badawczy Dróg i Mostów. Warszawa 2013.
- [6] Łęcki P., Różański M.: *Wzmacnianie podłoża gruntowego budowli drogowych*. „Nowoczesne Budownictwo Inżynieryjne” 2015, nr 2, s. 46–54.

