



Temat specjalny

Nowoczesne drogi asfaltowe

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



Wraz z dużym wzrostem natężenia ruchu pojazdów oraz zwiększeniem ich ciężarów i obciążeń osi nastąpił rozwój metod projektowania i badań konstrukcji nawierzchni dróg asfaltowych, a do ich budowy stosuje się nowe materiały. Modyfikowane i udoskonalane są także technologie i inżynieryjne metody projektowania, a wszystko po to, by jeździło się jeszcze bardziej komfortowo i bezpiecznie.

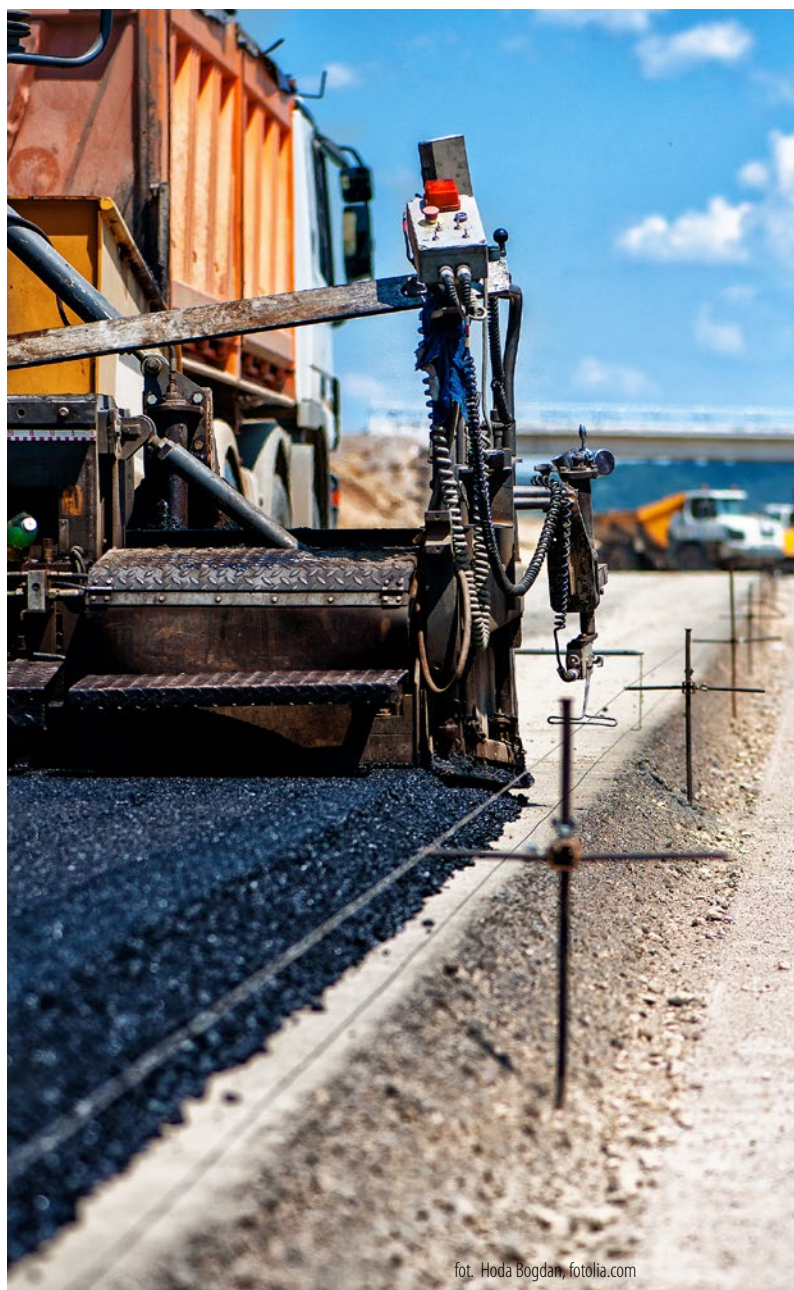
fot. Stockr, fotolia.com



Konstrukcja nawierzchni

Podstawowym dokumentem określającym konstrukcję nawierzchni drogowych oraz podstawowe wymagania technologiczne w drogownictwie w Polsce jest *Katalog typowych konstrukcji nawierzchni podatnych i półsztywnych* [1], opracowany na zlecenie GDDKiA i wydany w 2014 r. Zgodnie z [1], w skład konstrukcji nawierzchni, spoczywającej na podłożu gruntowym nawierzchni, wchodzi następujące warstwy:

- warstwa ścieralna – wierzchnia warstwa konstrukcji nawierzchni poddana bezpośredniemu oddziaływaniu ruchu i czynników atmosferycznych. W przypadku konstrukcji nawierzchni podatnych i półsztywnych materiałami używanymi do wykonania warstwy ścieralnej są mieszanki mineralno-asfaltowe;
- warstwa wiążąca – warstwa znajdująca się pomiędzy warstwą ścieralną a podbudową zasadniczą, zapewniająca lepsze rozłożenie naprężeń od kół pojazdów i ich przekazywanie na podbudowę zasadniczą. Materiałami używanymi do wykonania warstwy wiążącej są mieszanki mineralno-asfaltowe;
- podbudowa zasadnicza (opcjonalnie jednowarstwowa albo dwuwarstwowa, co określono w [1]), spełniająca podstawową funkcję w rozłożeniu naprężeń od kół pojazdów. Materiałami do podbudowy zasadniczej mogą być: beton asfaltowy, mieszanki niezwiązane, mieszanki związane spoiwem hydraulicznym, grunty stabilizowane spoiwem hydraulicznym, mieszanki wykonane w technologii recyklingu na zimno (mieszanki mineralno-cementowo-emulsyjne, mieszanki mineralne z asfaltem spienionym), o właściwościach odpowiednich do podbudowy zasadniczej.
- podbudowa pomocnicza – warstwa tworząca platformę umożliwiającą prawidłowe wbudowanie podbudowy zasadniczej, a w czasie eksploatacji nawierzchni wspomagająca warstwy górne konstrukcji nawierzchni w rozłożeniu naprężeń od kół pojazdów oraz ochronę nawierzchni przed wysadzinami powodowanymi przez szkodliwe działanie mrozu. Materiałami używanymi do podbudowy pomocniczej mogą być: mieszanki związane spoiwami hydraulicznymi, mieszanki niezwiązane, grunty stabilizowane spoiwami hydraulicznymi, o właściwościach odpowiednich do podbudowy pomocniczej.



fol. Hoda Bogdan, fotolia.com

Tab. 1. Schemat i nazwy warstw konstrukcji nawierzchni podatnych i półsztywnych oraz warstwy ulepszanego podłoża według [1]

Konstrukcja nawierzchni (nawierzchnia)	Warstwy górne konstrukcji nawierzchni	Warstwa ścieralna	
		Warstwa wiążąca	
		Podbudowa zasadnicza	Górna warstwa podbudowy zasadniczej
			Dolna warstwa podbudowy zasadniczej
	Warstwy dolne konstrukcji nawierzchni	Podbudowa pomocnicza	
Warstwa mrozoochronna			
Podłoże gruntowe nawierzchni	Warstwa ulepszanego podłoża		
	Grunt rodzimy w wykopie lub grunt nasypowy w nasypie, zakwalifikowany do jednej z grup nośności podłoża od G1 do G4		

Co sprawia, że nawierzchnie asfaltowe charakteryzują się coraz lepszymi parametrami technicznymi?



AGNIESZKA KĘDZIARSKA,
koordynator, Pion Strategii Rozwoju,
LOTOS Asfalt Sp. z o.o.

Dynamiczny rozwój infrastruktury drogowej w Polsce i rosnące wymagania wobec nawierzchni drogowych przyczyniły się do znacznego rozwoju technologii asfaltowych. Od nowoczesnych nawierzchni oczekuje się przede wszystkim długowieczności, odporności na deformacje oraz zwiększenia bezpieczeństwa użytkowania. Nie bez znaczenia jest wpływ na ochronę środowiska oraz możliwość wykorzystania materiałów z recyklingu. Asfalty mają ogromny potencjał i dają największe możliwości w zakresie budowy trwałych i komfortowych dróg. Istnieje szereg technologii asfaltowych zapewniających dłuższą żywotność dróg wszelkiej kategorii. Należą do nich m.in. bogate w lepiszcze mieszanki mineralno-asfaltowe: odporne na koleinowanie mieszanki SMA czy betony asfaltowe o zwiększonym module sztywności i wysokiej trwałości zmęczeniowej. Na drogach o kategoriach ruchu KR 1-4 sprawdzają się jednowarstwowe nawierzchnie JENA SMA 16 o silnym szkielecie mineralnym i dużej zawartości asfaltu. Decydujący wpływ na trwałość i własności użytkowe dróg ma nie tylko ilość lepiszcza, ale również jego właściwości. Jednym z rozwiązań poprawiających własności lepkosprężyste asfaltów jest ich modyfikacja polimerami czy gumą. Zastosowanie asfaltów wysokomodyfikowanych HiMA czy modyfikowanych polimerami lub gumą pozwala znacznie przedłużyć cykl życia nawierzchni. Na drogach o wyższej kategorii ruchu coraz częściej stosuje się konstrukcje długowieczne o trwałości 40-50 lat. Zgodnie ze światowymi trendami, asfalty wysokomodyfikowane występują tam nie tylko w warstwie ścieralnej, ale również w podbudowie. Zastosowanie polimeroasfaltów w dwóch warstwach konstrukcji nawierzchni powoduje wzrost jej trwałości o 20-25%. Modyfikacja asfaltów miazem gumowym z recyklingu nie tylko poprawia właściwości samego lepiszcza, lecz również pozwala na powtórne wykorzystanie gumy, a jednocześnie przyczynia się do budowy dróg redukujących hałas. Zastosowanie lepiszczy modyfikowanych w nawierzchniach z asfaltu porowatego poprawia trwałość tych cichych i zwiększających bezpieczeństwo przez redukcję aquaplaningu nawierzchni. Technologie asfaltowe pozwalają na ponowne wykorzystanie granulatu asfaltowego z recyklingu w 100% zgodnie z pierwotnym przeznaczeniem, a więc do warstw konstrukcyjnych nawierzchni. Rozwój technologii asfaltowych i korzystanie z dobrych praktyk stanowi szansę na budowę trwałych, nowoczesnych nawierzchni asfaltowych w Polsce za rozsądne pieniądze.

- warstwa mrozoochronna, której głównym zadaniem jest ochrona nawierzchni przed wysadzinami powodowanymi przez szkodliwe działanie mrozu i zwiększenie nośności warstw dolnych konstrukcji nawierzchni. Materiałami stosowanymi do warstwy mrozoochronnej mogą być: mieszanki związane spoiwami hydraulicznymi, mieszanki niezwiązane, grunty niewysadzinowe, grunty stabilizowane spoiwami hydraulicznymi, grunty stabilizowane wapnem, o właściwościach odpowiednich do warstwy mrozoochronnej. Zgodnie z [1], w szczególnych przypadkach należy zaprojektować:
 - warstwę odsączającą, której funkcję może pełnić warstwa mrozoochronna lub warstwa ulepszonego podłoża wykonana z odpowiedniego materiału,
 - warstwę odcinającą, o ile zajdzie potrzeba oddzielenia spoiwego podłoża gruntowego od najniższej leżącej warstwy wykonanej z materiału ziarnistego.Schemat i nazwy warstw konstrukcji nawierzchni podatnych i pólsztynnych oraz warstwy ulepszonego podłoża pokazano w tabeli 1.

Typy i regeneracja MMA

Typ MMA to określenie mieszanki mineralno-asfaltowej ze względu na: krzywą uziarnienia kruszywa (ciągłą lub nieciągłą), zawartość wolnych przestrzeni, proporcje składników lub technologię wytwarzania i wbudowania. W [2] wyróżnia się następujące typy mieszanek mineralno-asfaltowych: beton asfaltowy, beton asfaltowy o wysokim module sztywności, beton asfaltowy do bardzo cienkich warstw (mieszanka BBTM), mieszanka SMA, asfalt lany i asfalt porowaty oraz destrukcyjny asfaltowy.

Drogi wysokich klas technicznych – autostrady i drogi ekspresowe, których warstwy, np. ścieralna i wiążąca, zbudowane są z MMA – narażone są na działanie wielu czynników zewnętrznych prowadzących do ich zniszczenia. Oprócz warunków środowiskowych bezpośrednim i istotnym czynnikiem decydującym o trwałości nawierzchni jest obciążenie od kół pojazdu. To z jego powodu w warstwach nawierzchni powstaje złożony stan naprężenia wywołujący ściskanie, zginanie oraz ścinanie. Obciążenie przekraczające nośność nawierzchni prowadzi do natychmiastowej szkody, np. w postaci spękań bezpośrednio pod kołem pojazdu lub (i) na dolnej części warstwy, co z kolei skutkuje najczęściej zniszczeniem materiału – brakiem jego zdolności do przenoszenia obciążeń. Innym powodem zniszczenia nawierzchni są oddziaływania wymuszone, które nie przekraczają wytrzymałości MMA. Występuje wtedy długotrwałe zmęczenie materiału, a jego miarą jest liczba cykli ustalonego wymuszenia, jakie materiał jest w stanie przenieść, zanim ulegnie zniszczeniu.

Proces regeneracji MMA zwany healingiem, polegający na odzyskiwaniu zdolności materiału do przenoszenia obciążeń (samoregeneracji), jest przedmiotem zainteresowania badaczy od 30 lat. Wielu z nich zauważyło, że inicjacja healingu rozpoczyna się w momencie, gdy materiał nie jest obciążony. Dowiedziono, że na regenerację MMA wpływa zastosowany odpowiedni czas odpoczynku oraz temperatura, które prowadzą do odzyskiwania sztywności, zwiększając liczbę cykli przenoszonych przez materiał. Zaobserwowano także, że proces regeneracji zachodzi we wszystkich warstwach nawierzchni



fotostock/fotolia.com

i jest różny w zależności od ich lokalizacji w nawierzchni. Podczas badań wykazano, że stosując odpowiednie czasy odpoczynku, można uzyskać nawet dwukrotnie większą trwałość zmęczeniową w porównaniu do ciągłego procesu obciążenia. Zjawisko healingu wymaga ilościowego i jakościowego opisu. Biorąc pod uwagę, że prowadzi ono do zwiększenia trwałości zmęczeniowej i odzysku sztywności, wydaje się, że zagadnienie healingu jest ważne przy projektowaniu MMA i powinno być uwzględniane przy projektowaniu nawierzchni drogowych przeznaczonych pod duże obciążenia [3].

Utrzymanie i remont nawierzchni

Utrzymanie istniejącej infrastruktury transportowej na poziomie zgodnym ze społecznymi oczekiwaniami i aspiracjami to jedno z podstawowych wyzwań XXI w. Nakład środków na budowę obiektów infrastrukturalnych jest ogromny, dlatego ich planowa konsekwentna odnowa i racjonalna eksploatacja wymagają systematycznego podejścia i wykorzystania wszelkich dostępnych technik i narzędzi zarządczych. Tym bardziej że obecnie dzięki zaawansowanym technologiom remonty odbywają się przy minimum utrudnień z nimi związanych.

Szczegóły napraw, remontów i zabiegów utrzymaniowych zawarte są w KWRNPP [4], gdzie w załączniku F umieszczono karty napraw w zależności od różnych typów uszkodzeń nawierzchni asfaltowych, których naprawy realizuje się na podstawie określonych warunków.

By określić zakres naprawy i dokonać wyboru sposobu jej realizacji, konieczne jest posiadanie informacji na temat istniejącego i przewidywanego obciążenia ruchem drogowym, a także ocena stanu technicznego nawierzchni na podstawie wyników przeprowadzonych oględzin i badań. Nośność istniejącej nawierzchni powinna być dostosowana do warunków przewidywanego ob-

ciążenia ruchem. Naprawa uszkodzeń nawierzchni wymaga podjęcia odpowiednich działań w zależności od ich rodzaju i genezy. Warto przy tym uwzględnić perspektywy eksploatacyjne i ewentualne poszerzenie przekroju poprzecznego drogi.

W przypadku remontu, czyli naprawy bez wzmocnienia (bez zwiększenia nośności nawierzchni), naprawa nawierzchni może być realizowana na trzy sposoby:

- w głąb (wymiana warstw istniejącej nawierzchni bez korekty niwelety drogi),
- w górę (wykonanie jednej lub kilku warstw nakładki o łącznej grubości poniżej 5 cm, bez korekty niwelety),
- w sposób mieszany (połączenie wymiany istniejących warstw i dodanie nakładki o grubości poniżej 5 cm, bez korekty niwelety).

Zgodnie z SST [5], w przypadku remontów cząstkowych stosuje się różne rodzaje zabiegów w zależności od objawów uszkodzeń. W zakresie stosowanego materiału według [5], głębokie powierzchniowe uszkodzenia nawierzchni (ubytki i wyboje) oraz uszkodzenia krawędzi jezdni (obłamania) należy naprawiać:

- mieszankami mineralno-asfaltowymi wytwarzanymi i wbudowywanymi na zimno lub na gorąco,
- techniką sprysku lepiszczem i posypania grysem o odpowiednim uziarnieniu,
- przy użyciu specjalnych maszyn (remonterów), które wrzucają pod ciśnieniem mieszankę grysu i emulsji asfaltowej bezpośrednio do naprawianego wyboju.

Z kolei powierzchniowe ubytki warstwy ścieralnej należy naprawiać:

- mieszankami mineralno-asfaltowymi typu *slurry seal* wg OST D-05.03.19 Cienkie warstwy na zimno (typu *slurry seal*), a także mieszankami szybkowiązującymi,

Co sprawia, że nawierzchnie asfaltowe charakteryzują się coraz lepszymi parametrami technicznymi?



DOMINIK MAŁASIEWICZ,
Lhoist Central Europe

Rozwój technologii to proces nieustanny, i to w każdej dziedzinie naszego życia. To nie tylko poszukiwanie nowych materiałów, technologii, to także coraz lepsze i sprawniejsze wykorzystywanie

tych już dostępnych. Zrozumiałe jest, że cały czas staramy się coś usprawnić, lepiej wykorzystać istniejące rozwiązanie, wycisnąć z niego więcej. To naturalny proces, który jest w nas zaszczypany już od dziecka. Czasem nawet próbujemy na nowo wynaleźć koło i choć brzmi to zabawnie, udaje się nam. Jednak w tej pogoni za nowym, zdarza nam się zapomnieć o tym, co już mamy, co od wielu lat się sprawdza i wciąż może przyczynić się do rozwoju, bo możemy właśnie wycisnąć z niego więcej. Przykładem na to może być wykorzystanie wapna hydratyzowanego do produkcji mieszanek mineralno-asfaltowych (MMA). Kiedyś wapno to traktowano tylko jako środek adhezyjny poprawiający przyczepność asfaltu do kruszywa. Po latach badań wiemy już, że poprawa adhezji to dopiero początek, bo tak naprawdę efekt ten przekłada się na poprawę szeregu parametrów MMA, takich jak odporność na działanie wody i mrozu, wzrost odporności na koleinowanie, obniżenie liczby spękań niskotemperaturowych i zmęczeniowych, opóźnienie starzenia asfaltu, usztywnienie MMA w wysokich temperaturach, możliwość produkcji MMA w podwyższonych temperaturach (przydatne w chłodnym okresie) i inne. Wiemy też, że procesy te są trwałe, i to w długim czasie. Znane są odcinki istniejące 50 lat i więcej. Wiemy też, że dzięki rozwojowi innych materiałów służących do produkcji MMA, jak np. asfalty, technologia ta ewoluuje i pozwala na więcej. Właśnie takie poszukiwanie nowego przy jednoczesnym niezapominaniu o obecnym powoduje, że technologia budowy dróg stale się rozwija. Dzięki temu możemy budować trwałe drogi, które będą służyć coraz dłużej i będą wymagały coraz mniej wkładu w ich utrzymanie w czasie.

- mieszkankami mineralno-asfaltowymi do wypełniania porów w ściernalnych warstwach nawierzchni (dostarczonymi w szczelnych opakowaniach),
- konfekcjonowanymi mieszkankami mineralno-emulsyjnymi (dostarczonymi w szczelnych pojemnikach),
- metodą powierzchniowego utrwalenia z zastosowaniem kationowych szybko rozpadających emulsji asfaltowych,
- przy użyciu specjalnych maszyn (remonterów), które podczas przejścia spryskują nawierzchnię emulsją, rozsypują grys i wciskają je w emulsję.

Przy budowie i remontach dróg wszystkich kategorii ruchu, zwłaszcza tam, gdzie nie ma możliwości wyznaczenia objazdów, a trzeba wznowić ruch drogowy w krótkim czasie po

wykonaniu naprawy, wykorzystywane są emulsje asfaltowe. Stosowane są także wtedy, gdy wykonawcy robót zależy na poprawie właściwości użytkowych nawierzchni, a więc zwiększeniu żywotności drogi, bez stosunkowo wysokich kosztów. Emulsje asfaltowe znajdują zastosowanie również do niżej położonych warstw konstrukcji na tych drogach, które utraciły swoją nośność, oraz w miejscach, w których należy skutecznie połączyć wcześniej wybudowaną nawierzchnię z nawierzchnią nowo powstającą [6].

Asfalt na drogach lokalnych

Budowa drogi lokalnej w technologii asfaltowej zapewnia szybki proces realizacji prac drogowych dzięki dużej dobowej wydajności prac asfaltowych, co oznacza możliwość oddania drogi do ruchu do kilku godzin po ułożeniu mieszanki asfaltowej. Samorządowcom daje to także możliwość łatwej kontroli parametrów postępujących prac oraz – w przypadku spraw spornych – rzeczywistego sprawdzenia jakości zastosowanych materiałów już po ich wbudowaniu.

Budowa dróg jest dla budżetu jednostki samorządowej dużym wydatkiem, dlatego realizacja dobrych i trwałych nawierzchni musi być ekonomicznie uzasadniona i efektywna. Podczas gdy tradycyjne technologie wielowarstwowe oprócz wyższych kosztów wiążą się także z dłuższym czasem budowy czy remontu, znacznie szybszą i tańszą alternatywą jest technologia nawierzchni jednowarstwowych, oparta na sprawdzonej koncepcji MMA według mastyksu grysowego, znanej jako technologia SMA.

Mieszanka wbudowywana w jednej warstwie o grubości 4–10 cm zastępuje dwie tradycyjne warstwy – wiążącą i ściernalną, a często również trzecią, profilową. W wielu przypadkach nawierzchnię tego typu można kłaść bez sfrezowania istniejącej warstwy lub bez wykonywania warstwy wyrównawczej. Jedną z zalet tej technologii jest też bardzo szybki proces wbudowania i szybkie włączenie drogi do ruchu. Wykonywana warstwa jest łatwo zagęszczana i nie wymaga angażowania dodatkowych walców.

Jak pokazuje doświadczenie, stosowanie nawierzchni jednowarstwowej w prosty i tani sposób umożliwia trwałą modernizację nawet bardzo zniszczonych dróg – spękanych, skoleinowanych, dziurawych, brukowych. Trwałość, jaką daje technologia nawierzchni jednowarstwowych, zapewnia nawet kilkunastoletnie okresy niewymagające od zarządcy podejmowania żadnych środków naprawczych [7].

Wykorzystanie destruktu asfaltowego

W polskiej terminologii destruktem asfaltowym nazywany jest materiał pozyskany z frezowania nawierzchni asfaltowych, rozbioru starej nawierzchni lub pochodzący z nadwyżki produkcyjnej. Przetworzony i rozdrobniony destruk asfaltowy o udokumentowanej jakości i właściwościach jest nazywany granulatem asfaltowym. Zdjęty z drogi destruk można zakwalifikować jako granulację asfaltową po uprzednim przebadaniu, co najczęściej wymaga wcześniejszego posortowania i ewentualnie pokruszenia. Dopiero granulację asfaltową może być bowiem użyty do produkcji MMA. W [2] dopuszcza się stosowanie granulatu asfaltowego wyłącznie do betonu asfaltowego do warstw podbudowy i wiążącej. W dokumencie określono



fol. agnormark, fotolia.com

dokładnie ilość i rodzaj granulatu, jakiego można dodać do danej mieszanki.

Wykorzystanie całości pozyskiwanego destruktu do budowy nawierzchni asfaltowych niesie ze sobą korzyści finansowe i ekologiczne wynikające przede wszystkim ze zmniejszonego zapotrzebowania na nowy materiał, co stanowi podstawowe uzasadnienie stosowania materiału asfaltowego pochodzącego z recyklingu. Kolejne zalety to zmniejszone zużycie surowców nieodnawialnych, mniejsze potrzeby transportowe itp.

Technologia recyklingu nawierzchni asfaltowych w różnym stopniu rozwija się na świecie, na co wpływa wiele czynników, w tym niedostosowanie przepisów prawnych lub obawa przed pogorszeniem właściwości nowej mieszanki zawierającej materiał z recyklingu. W Polsce obecnie dopuszcza się stosowanie do 30% granulatu przy produkcji nowych MMA w zależności od rodzaju i przeznaczenia produkowanej mieszanki. Destrukt wykorzystywany jest częściowo jako jeden ze składników przy remontach lub budowie nowych nawierzchni, jednak najczęściej składowany jest na hałdach jako odpad lub wykorzystywany do formowania poboczy lub wykonywania nieutwardzonych dróg. Zdaniem ekspertów, w celu zwiększenia recyklingu na gorąco konieczne jest upowszechnienie wiedzy w tym zakresie wśród inwestorów, projektantów i wykonawców, a także rozwój odpowiedniej bazy sprzętowej oraz stworzenie polityki zagospodarowania destruktu [8].

Kierunki rozwoju

Współcześnie także w budownictwie drogowym docenia się bezsprzecznie aspekty zrównoważonego rozwoju i współzależnej ochrony środowiska. Dlatego jeśli można zagwarantować efektywny recykling wykonanych wcześniej, a zniszczonych w wyniku eksploatacji nawierzchni asfaltowych, to uzyskuje się pewność kompleksowego myślenia o realizacji budowlanej od

jej początku do końca, zgodnie z zasadą odzyskiwania i powtórnego wykorzystania materiałów budowlanych.

Specjaliści podkreślają, że rozwój technologii asfaltowych powinien się opierać na dążeniu do poszukiwania rozwiązań zarówno prawnych, jak i materiałowo-technologicznych zmierzających do wykonywania trwałych, długowiecznych nawierzchni drogowych, spełniających wymagania zrównoważonego rozwoju.

Literatura

- [1] *Katalog typowych konstrukcji nawierzchni podatnych i półsztywnych*. Załącznik do zarządzenia nr 31 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z dnia 16 czerwca 2014 r.
- [2] *Nawierzchnie asfaltowe na drogach krajowych. WT-2 2014. Cz. 1. Mieszanki mineralno-asfaltowe. Wymagania techniczne*. Załącznik do zarządzenia nr 47 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z dnia 25 września 2014 r.
- [3] Mączka E.: *Procesy regeneracji mieszanek mineralno-asfaltowych*. „Przegląd Komunikacyjny” 2018, nr 12, s. 60–65.
- [4] *Katalog wzmocnień i remontów nawierzchni podatnych i półsztywnych KWRNPP-2012*, IBDiM.
- [5] D-05.03.17 *Remont cząstkowy nawierzchni bitumicznych*, GDDKiA.
- [6] Nieradka G.: *Emulsje asfaltowe i ich funkcje w drogownictwie. Analiza czynników determinujących wybór lepiszcza*. „Chemia i Biznes” 2018, nr 3, s. 11–14.
- [7] *Nawierzchnie jednowarstwowe szansą dla dróg powiatowych i gminnych*, Rettenmaier Polska Sp. z o.o. „Nowoczesne Budownictwo Inżynieryjne” 2018, nr 3, s. 52–53.
- [8] Bańkowski W., Sybilski D., Król J., Kowalski K., Radziszewski P., Skorek P.: *Wykorzystanie destruktu asfaltowego – konieczność i innowacja*. „Budownictwo i Architektura” 2016, nr 1, s. 157–167.



W oparciu o najnowszą wiedzę i doświadczenie
ulepszamy technologie,
aby
niezmienna natura
służyła człowiekowi

Z właściwie przetworzonego kamienia wapiennego powstają:

Kruszywa do:

- podbudowy (niezwiązanej i związanej)
- mieszanek mineralno-asfaltowych
- betonów nawierzchniowych i konstrukcyjnych

Wapno palone do:

- uzdatniania i stabilizacji gruntów spoistych
- oczyszczania kruszyw z zanieczyszczeń gliniastych

Wypełniacze mieszane i wapno hydratyzowane do:

- produkcji mieszanek mineralno-asfaltowych jako środek adhezyjny poprawiający również parametry jakościowe

Mleczko wapienne do:

- zabezpieczania warstwy szpenej

Kruszywa węglanowe, oprócz jasnej barwy, niskiej nasiąkliwości oraz dużej mrozoodporności wykazują się doskonałym powinowactwem z asfaltem i spójnością z zaczynem cementowym, co przede wszystkim gwarantuje wysoką odporność mieszanki mineralno-asfaltowej na koleinowanie i wysoką odporność mieszanki betonowej na korozję.



**Stowarzyszenie
Przemysłu
Wapienniczego**
www.wapno-info.pl