



Temat specjalny

# NAWIERZCHNIE ASFALTOWE



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

Całkowita długość europejskiej sieci dróg to ponad 5 mln km, z czego 90% posiada nawierzchnie asfaltowe. Po drogach lądowych podróżuje 83% wszystkich pasażerów i transportowanych jest 72% towarów. Nie ulega wątpliwości, że drogi są potrzebne i muszą być odpowiednio utrzymane. Celem powinny być takie rozwiązania, które wręcz wykraczają poza oczekiwania związane z kluczowymi obszarami bezpieczeństwa, komfortu i trwałości dróg.

fot. M. Szzygłel, fotolia



Normy europejskie obejmują wyroby, natomiast nie dotyczą technologii ich stosowania. W przypadku nawierzchni drogowej normy opisują mieszanki mineralno-asfaltowe (mma), ale nie zajmują się projektowaniem i budową konstrukcji nawierzchni [1]. W mma stosowanej do budowy nawierzchni drogowej rolę lepiszcza pełni asfalt, który stanowi ok. 4–6% mieszanki. Pozostała część to odpowiednio zestawiona mieszanka mineralna, składająca się z mączki wapiennej, piasku i grysów. Mimo takich proporcji rola asfaltu jest niezwykle istotna, ponieważ pełni on w mieszance podwójną funkcję. Po pierwsze, jest materiałem wiążącym ziarna kruszywa i przenoszącym siły zewnętrzne oddziałujące na nawierzchnię ze strony pojazdów i środowiska zewnętrznego. Po drugie, tworzy powłokę ochronną na ziarnach kruszywa, zabezpieczając je przed niszczącym wpływem czynników zewnętrznych, takich jak woda czy środki odladzające [1].

## Warstwy konstrukcyjne

Nawierzchnię drogową tworzy warstwa lub zespół połączonych ze sobą warstw, służących do przejmowania i rozkładania obciążeń od ruchu na podłoże i zapewniających odpowiednie warunki ruchu. Uproszczony schemat konstrukcji nawierzchni przedstawia rycina 1.

W nawierzchni drogowej z mma mogą być wykonywane trzy warstwy – ścieralna, wiążąca i warstwa podbudowy zasadniczej. Bezpośredniemu oddziaływaniu ruchu i czynników atmosferycznych poddawana jest warstwa ścieralna – wierzchnia warstwa nawierzchni, mająca za zadanie nadanie nawierzchni cech powierzchniowych (szorstkość, komfort jazdy) oraz zabezpieczenie warstw położonych



Ryc. 1. Schemat konstrukcji nawierzchni drogowej [3]

poniżej przed wpływem czynników atmosferycznych. Pomiędzy warstwą ściernalną a podbudową znajduje się warstwa wiążąca, której rolą jest przeniesienie naprężeń powstających w trakcie obciążenia nawierzchni do warstw położonych poniżej. Najniższą warstwą asfaltową jest warstwa podbudowy zasadniczej. Ta spełniająca funkcję nośnej konstrukcji nawierzchni górna część podbudowy może zawierać warstwę wzmacniającą (służącą do wzmocnienia istniejącej nawierzchni lub stosowaną w budowie nawierzchni dla ruchu bardzo ciężkiego) lub (i) warstwę wyrównawczą, służącą do wyrównania nierówności podbudowy lub profilu istniejącej nawierzchni.

Funkcję przenoszenia obciążeń od ruchu na podłoże pełni dolna część nawierzchni – podbudowa, która może się składać z podbudowy zasadniczej i pomocniczej. Podbudowa

pomocnicza, dolna część podbudowy, oprócz funkcji nośnych pełni także funkcje zabezpieczenia nawierzchni przed działaniem wody, mrozu i przenikaniem cząstek podłoża. Może zawierać warstwy mrozochronną, odsączającą i odcinającą. Pod nawierzchnią drogową, do głębokości przemarzania, nie mniej jednak niż do głębokości, na której naprężenia pionowe od największych obciążeń wynoszą 0,02 MPa, zalega grunt rodzimy lub nasypowy, stanowiący podłoże drogowe. Podłoże ulepszone to wierzchnia warstwa podłoża, leżąca bezpośrednio pod nawierzchnią, ulepszona w celu umożliwienia przejścia ruchu budowlanego i właściwego wykonania nawierzchni, spełniająca wymagania normy PN-S-02205 [4].

### Asfalty drogowe – produkcja, właściwości, klasyfikacja

Asfalt jest otrzymywany jako jedna z frakcji przerobu ropy naftowej, a jego właściwości jako lepiszcza termoplastycznego są funkcją temperatury i czasu obciążenia. Asfalt może występować w trzech podstawowych stanach: lepkiem, lepko-sprężystym i sprężystym, w zależności od jego rodzaju, warunków obciążenia i temperatury. Znajomość konsystencji asfaltu jest konieczna do określenia najkorzystniejszych warunków związanych z transportem, pompowaniem, składowaniem lepiszcza oraz wytwarzaniem (transportem, rozścielaniem i zagęszczaniem) mma, a w dalszej kolejności także eksploatacją nawierzchni drogowej.

Właściwości lepiszcza określa się w dwóch kategoriach temperatur – technologicznych i eksploatacyjnych. Zakres temperatur eksploatacyjnych wynosi od -40 °C (najniższa

Tab. 1. Klasyfikacja asfaltów drogowych według normy PN-EN 12591:2010 [6]

Właściwość	Jednostka	Metoda badania	Oznaczenie gatunku							
			20/30	30/45	35/50	40/60	50/70	70/100	100/150	160/220
Penetracja w 25 °C	x 0,1 mm	EN 1426	20–30	30–45	35–50	40–60	50–70	70–100	100–150	160–220
Temperatura mięknięcia	°C	EN 1427	55–63	52–60	50–58	48–56	46–54	43–51	39–47	35–43
Odporność na starzenie w 163 °C										
Zmiany masy, nie wyżej ±	%	EN 12607-1	≤ 0,5	≤ 0,5	≤ 0,5	≤ 0,5	≤ 0,5	≤ 0,8	≤ 0,8	≤ 1,0
Pozostała penetracja, co najmniej	%		≥ 55	≥ 53	≥ 53	≥ 50	≥ 50	≥ 46	≥ 43	≥ 37
Wzrost temperatury mięknięcia po starzeniu – opcja 1 lub Wzrost temperatury mięknięcia po starzeniu – opcja 2*	°C		≤ 8 lub ≤ 10	≤ 8 lub ≤ 11	≤ 8 lub ≤ 11	≤ 9 lub ≤ 11	≤ 9 lub ≤ 11	≤ 9 lub ≤ 11	≤ 10 lub ≤ 12	≤ 11 lub ≤ 12
Temperatura zapłonu, nie niżej	°C	EN ISO 2592	≥ 240	≥ 240	≥ 240	≥ 230	≥ 230	≥ 230	≥ 230	≥ 220
Rozpuszczalność, nie niżej	% m/m	EN 12592	≥ 99,0	≥ 99,0	≥ 99,0	≥ 99,0	≥ 99,0	≥ 99,0	≥ 99,0	≥ 99,0

\* W przypadku wyboru opcji 2 należy powiązać ją z wymaganiami dotyczącymi temperatury tamiwości wg Fraassa lub indeksu penetracji, albo nimi obydwoma, oznaczonymi dla lepiszcza nie poddanego procesowi starzenia



Rozkładanie warstwy przeciwspekankowej Viasaf na drodze krajowej A14 Wilno-Utena, Litwa, fot. Eurovia Polska SA

temperatura powietrza) do +80 °C (najwyższa temperatura normalnie eksploatowanej nawierzchni), natomiast temperatury technologiczne dotyczą wytwarzania oraz układania nawierzchni asfaltowych i wynoszą od 90 °C (najniższa temperatura zagęszczania mma) do 220 °C (temperatura wytwarzania mma).

Tak szeroka rozpiętość temperaturowa wymaga znajomości asfaltu w zakresie wymagań normowych, właściwości reologicznych, adhezji oraz odporności na starzenie.

Klasyfikacja asfaltów drogowych została zawarta w normie PN-EN 12591 (tab. 1). Jedną z miar konsystencji asfaltu jest penetracja – większa jej wartość oznacza miększy asfalt. Im wyższa temperatura asfaltu, tym mniejsza jest jego lepkość, wyrażająca tarcie wewnętrzne między cząsteczkami przy przesuwanie się jednej warstwy asfaltu względem drugiej. Istotną właściwością asfaltów jest podleganie niekorzystnym procesom starzenia, podczas których zmieniają się właściwości lepko-sprężyste lepiszcza asfaltowego, a co za tym idzie, zmniejsza się trwałość nawierzchni asfaltowej [5].

### Propozycja dla dróg samorządowych

Drogi samorządowe w Polsce stanowią aż 95% wszystkich dróg publicznych, a ich długość przekracza 350 tys. km. W zależności od kategorii występuje na nich ruch od KR1 do nawet KR6. Jedną z odpowiedzi na poszukiwania optymalnej technologii budowy, utrzymania i remontów dróg dla ruchu lokalnego, która oferowałaby jednocześnie korzystny stosunek efektów do kosztów, jest opracowana w Niemczech mma opierająca się na znanej koncepcji mieszanki mastyksowo-grysowej SMA. Mieszankę można wbudować w jednej warstwie o grubości do 10 cm, stąd jej polska nazwa SMA 16 JENA (Jednowarstwowa Nawierzchnia Asfaltowa).

Zwyczajowo do utrzymania i remontu dróg samorządowych stosowane są nakładki z mieszanki mma na gorąco lub na ciepło, których zadaniem jest przywrócenie lub zwiększenie nośności istniejącej nawierzchni (w odpowiedzi na zwiększone obciążeniu ruchem), a także zabezpieczenie remontowanej

nawierzchni przed szkodliwym oddziaływaniem warunków atmosferycznych. Wyniki badań wbudowanych mieszank mastyksowo-grysowych SMA 16 DTS/JENA oraz wykonanych nakładek wykazały, że nowe rozwiązanie cechuje się wieloma zaletami. Mieszanka mineralna w mieszance mastyksowo-grysowej zawiera dużo ziaren grubych i charakteryzuje się wysoką stabilnością i odpornością na odkształcenia oraz zużywanie się pod działaniem ruchu. W mieszance może być zastosowany standardowy asfalt drogowy (najczęściej 50/70) oraz standardowy wypełniacz wapienny, a także granulaty z destruktu asfaltowego, odpowiadający wymaganiom PN-EN 13108-8. Wbudowywanie takiej mieszanki jest możliwe przy zmiennej grubości warstwy od 4 do 10 cm. Z powodu grubszej warstewki asfaltu na ziarnach kruszywa w mieszance (w porównaniu do mieszanki betonu asfaltowego) warstwa z mieszanki mastyksowo-grysowej charakteryzuje się większą trwałością, co minimalizuje koszty utrzymania w cyklu życia nawierzchni. Warstwa SMA 16 JENA dzięki bardzo dobrej stabilności umożliwia przykrycie jej kolejną warstwą. Staje się wówczas warstwą wiążącą, jest to więc rozwiązanie otwarte na rozbudowę drogi w przyszłości. Po założonym okresie eksploatacji takiej nawierzchni można ułożyć na niej cienką warstwę z mma na gorąco lub na zimno albo wykonać powierzchniowe utrwalenie, co przywróci właściwości przeciwoślizgowe. Rezygnacja ze skropienia między warstwą wiążącą a ścierną oraz ułożenie warstwy asfaltowej w jednym przejściu rozkładarki generuje oszczędności oraz skraca czas wykonania remontu. Wymienione zalety technologii potwierdziły odcinki jednowarstwowych nakładek z mieszank mastyksowo-grysowych SMA 16 JENA wykonane w latach 2010–2013 w Polsce na istniejących drogach samorządowych [7].

### Drugie życie asfaltu

W czasie frezowania oraz rozbiórki dróg powstaje destruk asfaltowy, który jest odpadem niewymagającym specjalnego składowania. Można go wykorzystać do produkcji mieszank asfaltowych w technologii na gorąco lub wbudować w technologiach na zimno, np. do podbudowy lub umacniania poboczy dróg lokalnych. Za wykorzystaniem tego materiału przemawiają zarówno względy ekonomiczne, jak i ekologiczne.

Zdjęty z drogi destruk można zakwalifikować jako granulaty asfaltowy po uprzednim przebadaniu, co najczęściej wymaga wcześniejszego posortowania i ewentualnie pokruszenia. Dopiero granulaty asfaltowy może być bowiem użyty do produkcji mma. W WT-2 2014 dopuszcza się stosowanie granulatu asfaltowego wyłącznie do betonu asfaltowego do warstw podbudowy i wiążącej. W dokumencie dokładnie określono ilość i rodzaj granulatu, jakiego można do danej mieszanki dodać.

Do ponownego wbudowania nadaje się niemal każdy pozyskany z polskich dróg destruk. Wyjątek stanowią mieszanki produkowane przed przełomem lat 80. i 90. XX w., kiedy jako lepiszcza używano smoły. Ponieważ jest ona substancją rakotwórczą, mieszanki mineralno-smołowe nie nadają się do ponownego wykorzystania.

Inwestorzy często nie decydują się na stosowanie granulatu asfaltowego z uwagi na obawy co do jakości mieszanki mineralno-asfaltowej wytworzonej z jego dodatkiem. Ostrożność

w tym zakresie spowodowana jest spotykaną niestety praktyką dodawania do mieszanki asfaltowej nieprzebadanego destruktu, bo tak jest taniej. Takie działania są możliwe dzięki niewykazywaniu w składzie mieszanki asfaltowej granulatu, przez co omija się konieczność wykazywania jego badań. W Polsce, podobnie jak we wszystkich krajach Unii Europejskiej, obowiązują przepisy, zgodnie z którymi producenci zaświadczenia, że dostarczony przez nich produkt spełnia deklarowane właściwości [8]. Ponieważ i tak ostatecznie konkretne realizacje z użyciem danych produktów zweryfikują te deklaracje, pozostaje mieć nadzieję, że producenci są tego w pełni świadomi.

## Literatura

- [1] WT-2 2014. Cz. 1. *Mieszanki mineralno-asfaltowe. Wymagania techniczne*. Załącznik do Zarządzenia nr 47 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z 25 września 2014 r.
- [2] Sybilski D.: *Polimeroasfalty drogowe. Jakość funkcjonalna. Metodyka i kryteria oceny*. „Studia i Materiały – Instytut Badawczy Dróg i Mostów” 1996, z. 45.
- [3] Trzaska E.: *Asfalty drogowe – produkcja, klasyfikacja oraz właściwości*. „Nafta-Gaz” 2014, nr 5, s. 325–328.
- [4] Piąt J., Radziszewski P.: *Nawierzchnie asfaltowe*. WKiŁ. Warszawa 2010.
- [5] Piąt J., Radziszewski P., Król J.: *Nowe technologie asfaltowe w budownictwie drogowym*. „Inżynier Budownictwa” 2007, nr 1, s. 72–77.
- [6] PN-EN 12591 *Asfalty i lepiszcza asfaltowe. Wymagania dla asfaltów drogowych*.
- [7] Błażejowski K., Jabłoński K., Sadkowski A., Strugała I.: *Jednowarstwowa nawierzchnia asfaltowa SMA 16 JENA. Poradnik dla zarządców i wykonawców dróg samorządowych*. Red. K. Błażejowski. Warszawa 2014.
- [8] Zaradkiewicz J.: *Niedoceniany destruktu*. „Nawierzchnie Asfaltowe” 2015, nr 4, s. 14–18.



Budowa odcinka obwodnicy Skawiny z zastosowaniem asfaltów nowej generacji ORBITON HiMA, tzw. asfaltów długowiecznych. Projekt zrealizowany został przez Firmę Mota-Engil Central Europe S.A, a asfalty do budowy odcinka dostarczyła Spółka ORLEN Asfalt (wykonanie październik 2014), fot. ORLEN Asfalt Sp. z o.o.

*Technologie budowy dróg są nieustannie doskonałe, a na wykonawcach nawierzchni ciąży coraz większa odpowiedzialność i presja, związane m.in. z wymogiem zagwarantowania wysokiej jakości przy jednoczesnych krótkich terminach kontraktów. Jak sprostać tym wymaganiom?*



### **Prof. nzw. dr hab. inż. Jerzy Piąt, emerytowany profesor Politechniki Warszawskiej**

Nawierzchnie asfaltowe stanowią większość nawierzchni twardych kategorii ruchu od KR1 do KR7. Wprowadzenie nowych materiałów wysokiej jakości oraz nowych technologii stwarza możliwość zwiększenia trwałości nawierzchni do 30, a nawet 50 lat. Warunkiem uzyskania wysokiej trwałości nawierzchni jest właściwy wybór konstrukcji, odpowiadającej kategorii ruchu, wybór technologii wykonania poszczególnych warstw nawierzchni i zastosowanie odpowiednich materiałów. Dotyczy to szczególnie stosowania wysokiej jakości lepiszczy, np. lepiszczy wysokomodyfikowanych, asfaltów modyfikowanych miazgą gumową oraz innych lepiszczy poprawiających temperaturowy zakres lepkości.

Nowe technologie mieszanek mineralno-asfaltowych, takie jak mastyks grysowy SMA, mieszanki typu BBTM, betony asfaltowe o wysokim module sztywności AC WMS oraz stosowane coraz częściej nawierzchnie długowieczne typu perpetual, gwarantują wysoką jakość i trwałość nawierzchni.

Budowa trwałych nawierzchni asfaltowych wymaga poza tym rygorystycznego, starannego przestrzegania warunków technologicznych, stałej kontroli jakości materiałów, ale również codziennego wnikliwego nadzoru budowy. Wdrażanie nowych technologii wymaga wieloletnich zaawansowanych badań, a następnie ich zastosowania w praktyce, co ostatecznie potwierdzi przydatność zaproponowanych rozwiązań materiałowo-technologicznych. Krótkie terminy kontraktów nie mogą w najmniejszym stopniu wpływać na jakość wykonywanych prac drogowych, które powinny być prowadzone zgodnie z obowiązującymi wytycznymi. Kontrakty na wykonanie nawierzchni asfaltowych powinny zawierać rezerwę czasową, uwzględniającą możliwość nieprzewidzianych zmian warunków atmosferycznych, jak np. niska temperatura, opady. Realizacja budowy dróg w odpowiednich warunkach klimatycznych wymaga wczesnego rozpoczęcia finansowania inwestycji w roku budżetowym, tak aby prace budowlane można było rozpoczynać w okresie wiosennym.



**Agnieszka Kędzierska,**  
**koordynator, LOTOS Asfalt Sp. z o.o.**

Aby osiągnąć ten cel, niezbędne jest zaangażowanie i współpraca wszystkich stron procesu: projektanta, wykonawcy oraz inwestora i nadzoru. Czynnikiem krytycznym prawidłowej realizacji kontraktu

jest właściwa komunikacja.

Najważniejsze, aby zbudować zespół, w którym każdy pracownik ma świadomość wspólnego, jasno postawionego celu, swojego wpływu na jego realizację i konsekwencji błędów wykonawczych. Istotne, aby wykonawca posiadał rzetelny system kontroli jakości, oparty na profesjonalnym laboratorium, posiadającym doświadczoną kadrę i wiedzę na temat nowoczesnych technologii.

Rzetelna ocena ryzyk i świadome nimi zarządzanie pozwalają uniknąć wielu zagrożeń i sytuacji kryzysowych. Umiejętne planowanie i konsekwentne podążanie za harmonogramem są niezbędne do prawidłowej realizacji inwestycji.

Podstawą sukcesu jest dobre zaprojektowanie konstrukcji nawierzchni i harmonogramu utrzymaniowego, tzw. projektowanie funkcjonalne. Wybór technologii powinien uwzględniać planowane natężenie ruchu, trwałość nawierzchni i warunki klimatyczne w strefie budowanej drogi. Ilość i rodzaj lepiszcza są szczególnie istotne ze względu na trwałość zmęczeniową. Zastosowanie polimeroasfaltów w dwóch warstwach konstrukcji nawierzchni powoduje wzrost jej trwałości o 20–25%. Doświadczenia z eksploatacji dróg pokazują, że nie warto oszczędzać na jakości materiałów, bo odbija się to niekorzystnie na trwałości drogi, a koszt

naprawy usterek znacznie przekracza oszczędności z racji doboru tańszych materiałów. Sam dobór wysokiej jakości materiałów nie gwarantuje sukcesu. Musi być przypieczętowany fachowym wykonawstwem. Bardzo istotne są kwestie logistyki. Niezbędne jest zapewnienie ciągłości dostaw mma. Układanie nawierzchni powinno odbywać się bez przestoju, aby uzyskać właściwą równość i zagęszczenie. Dla prawidłowej nośności i trwałości konieczna jest dobra szczepność między warstwami konstrukcji. W przypadku układania nawierzchni w okresie niskich temperatur czy silnych wiatrów warto wspomóc się nowoczesnymi technologiami, np. specjalistycznymi lepiszczami. Wymienione powyżej porady to zaledwie elementarz dobrego wykonawstwa. Sukces zapewni realizacja kontraktu przez zespół kompetentnych i zaangażowanych ludzi, konsekwentnie realizujących politykę jakości na wszystkich płaszczyznach, tworzący monolit, tak jak dobrze wykonana i sklejona nawierzchnia asfaltowa.



Budowa cichej nawierzchni z zastosowaniem asfaltu MODBIT CR na obwodnicy Gdowa



**Dominik Małasiewicz, Senior Sales & NBD**  
**Specialist, Lhoist Polska Sp. z o.o.**

Rozwój to integralna część każdej dziedziny naszego życia. Bez rozwoju nie moglibyśmy korzystać z wielu dostępnych dziś dobrodziejstw. Firmy wykonawcze, budujące naszą infrastrukturę drogową mają obecnie do wyboru wiele potencjalnych możliwości rozwiązania danego zagadnienia. Od ich wiedzy, doświadczenia, ale przede wszystkim chęci zależy, czy z nich skorzystają i w jakim zakresie. Często jest tak, że od lat stosują te same sprawdzone rozwiązania. Ponieważ wiedzą jak z nimi pracować (znają ich ograniczenia i sposób postępowania), nie czują potrzeby, by cokolwiek zmieniać. Takie podejście ma pewne istotne ograniczenia - nie pozwala wyjść poza strefę komfortu, gdzie czujemy się bezpieczni, i pójść naprzód. Stosując nowe rozwiązania, zawsze na początku jesteśmy narażeni na więcej teoretycznych przeszkód. Tak przynajmniej je postrzegamy. W miarę wgłębiania się w technologie stają się one nie przeszkodami, a standardową procedurą postępowania - reżimem technologicznym. Oczywiście, należy zrozumieć ograniczoną gotowość wykonawcy do stosowania nowych rozwiązań,

ponieważ z reguły bierze na siebie pełną odpowiedzialność za ich użycie. Można jednak wymagać od niego, by dołożył pełnej staranności we wdrażaniu nowego rozwiązania zgodnie z reżimem, którego ono wymaga. Miał otwarty umysł i nie patrzył przez pryzmat dotychczasowej technologii, która może blokować obiektywne spojrzenie i podejście do nowej technologii. By pomóc w rozwoju i zdjąć ciężar odpowiedzialności z wykonawcy, duzi inwestorzy powinni wykazywać dużo własnej inicjatywy w poszukiwaniu nowych rozwiązań i wprowadzać je do inwestycji jako odcinki doświadczalne. Pozwoliłoby to sprawdzić nowe technologie/rozwiązania w praktyce. Patrząc, jak zachowują się w realnym użytkowaniu i czy faktycznie są takie, jak je przedstawiają producenci. Oczywiście, odcinki doświadczalne należy rozpatrywać jako osobne zagadnienie w inwestycji i odpowiednio je kwalifikować oraz liczyć się z tym, że uzyskany wynik może różnić się od oczekiwanego, ale to też jest informacja. Wtedy, przy odpowiednio wyciągniętych wnioskach i wdrożonych działaniach korygujących - stają się inwestycją w rozwój wdrażania innowacyjnych technologii. Takie podejście na pewno pozwoli testować nowe rozwiązania i jednocześnie nie wpłynie na tempo prac prowadzonych w ich standardowym zakresie.