NAWIERZCHNIE ASFALTOWE

Kwartalnik Polskiego Stowarzyszenia Wykonawców Nawierzchni Asfaltowych

Fot. K. Błażejowski

Nr 3/2007 (11)

ISSN 1734-1434

PSWNA

Polskie Stowarzyszenie Wykonawców Nawierzchni Asfaltowych

Spis treści

O przyszłości europejskich nawierzchni asfaltowych, przedsiębiorstw i technologii 1

Autor Egbert Beuving – wybitny znawca europejskiego drogownictwa – analizuje stan obecny i przedstawia przewidywane kierunki zmian jakie będą zachodzić w tej ważnej dziedzinie gospodarki

Główne założenia Badania Typu mieszanek mineralno-asfaltowych wg normy PN-EN 13108-20:2006 (U) 5

Zasady, terminologię – ale i zawiłości – nowego systemu badania mieszanek mineralno-asfaltowych określanego jako Badanie Typu wyjaśnia Jacek Boratyński

Emulsji kationowe we Francji. Doświadczenia i osiągnięcia w stosowaniu w budownictwie drogowym 9

Artykuł Bernarda Eckmanna przedstawia charakterystyki asfaltowych emulsji kationowych stosowanych we Francji, jak również omawia podstawowe dziedziny zastosowania tych lepiszczy we francuskim budownictwie drogowym

Biblioteka 16

SMA. Teoria i praktyka

Konrad Jabłoński przedstawia i omawia – godną szczególnego polecenia – ostatnią nowość wydawniczą, książkę Krzysztofa Błażejowskiego

Od redakcji

Szanowni Czytelnicy!

W niniejszym numerze kwartalnika NAWIERZCHNIE ASFALTOWE kontynuujemy omawianie nowych Norm Europejskich wkraczających nieuchronnie w nasze przepisy techniczne. Tym razem przedstawiamy część 20 normy PN-EN 13108.

Wykorzystując dorobek XV Seminarium PSWNA przedstawiamy dwa artykuły autorów zagranicznych. Mamy nadzieję, że obie publikacje dostarczą naszym Czytelnikom ciekawych informacji, jak i materiału do przemyśleń.

Oczekujemy na opinie i uwagi od naszych Czytelników

REDAKCJA

Czasopismo jest wspomagane finansowo przez:

bp LOTOS Asfalt ORLEN Asfalt

PSWNA
Polskie Stowarzyszenie Wykonawców Nawierzchni Asfaltowych

NAWIERZCHNIE ASFALTOWE

Kwartalnik

Polskiego Stowarzyszenia Wykonawców Nawierzchni Asfaltowych

ASPHALT PAVEMENTS

Quarterly

of the Polish Asphalt Pavements Association

Polskie Stowarzyszenie Wykonawców Nawierzchni Asfaltowych działa od 1999 r., a od 2000 r. jest członkiem EAPA (Europejskiego Stowarzyszenia Nawierzchni Asfaltowych).

Celem PSWNA jest promowanie nawierzchni asfaltowych, rozwój technologii nawierzchni podatnych, a także transfer wiedzy i informacji w środowisku drogowym w Polsce. Stowarzyszenie zrzesza osoby prawne i fizyczne zainteresowane rozwojem nawierzchni asfaltowych w Polsce.

WYDAWCA

Polskie Stowarzyszenie Wykonawców Nawierzchni Asfaltowych
02-261 Warszawa, ul. Trojańska 7
tel./fax (48 22) 57 44 374
tel. (48 22) 57 44 352
e-mail: pswna@stowarzyszenie.org.pl

REDAKCJA

Bohdan Żurek – Redaktor Naczelny
Hanna K. Walęcka
Krzysztof Błażejowski

Adres Redakcji:
02-261 Warszawa, ul. Trojańska 7
tel./fax (48 22) 57 44 374
tel. (48 22) 57 44 352
e-mail: pswna@stowarzyszenie.org.pl
www.road.pl/na

ISSN 1734-1434

O przyszłości europejskich nawierzchni asfaltowych, przedsiębiorstw i technologii...

Egbert Beuving*

Wprowadzenie

EAPA – European Asphalt Pavement Association (Europejskie Stowarzyszenie Nawierzchni Asfaltowych) – jest organizacją zrzeszającą producentów mieszanek mineralno-asfaltowych (dalej w skrócie *mma*) oraz przedsiębiorstwa wykonawcze budowy i utrzymania dróg. Misją EAPA jest promocja właściwego wykonywania nawierzchni asfaltowych dla rozwoju sieci drogowej w Europie. Członkami EAPA są narodowe stowarzyszenia, w Polsce – PSWNA.

EAPA stawia sobie następujące cele:

- promocja efektywnego stosowania mma,
- reprezentacja branży w Europie,
- uczestnictwo w pracach normalizacyjnych,
- zbieranie i rozpowszechnianie informacji,
- poprawa wymiany informacji między członkami EAPA,
- poprawa wizerunku branży,
- promocja i inspirowanie prac badawczych w zakresie mma i nawierzchni asfaltowych,
- inicjowanie i kierowanie wspólnymi projektami.

Przedstawiona w dalszej części artykułu diagnoza stanu europejskiej branży nawierzchni asfaltowych odnosi się do sytuacji przeciętnie występującej w Europie. Z oczywistych względów występują kraje o bardziej zaawansowanym rozwoju, są także kraje mniej zaawansowane w procesy tutaj opisywane.

Rozwój branży

Przedsiębiorstwa

W ciągu ostatnich 50 lat w branży zaszło wiele zmian. Dawniej przedsiębiorstwa drogowe działały przede wszystkim na rynkach lokalnych, wykonując prace drogowe na pewnym obszarze terytorialnym. Z czasem firmy stawały się coraz większe, a obecnie część z nich działa już w skali europejskiej.

W przyszłości nastąpi zapewne koncentracja i dalszy wzrost wielkości przedsiębiorstw i coraz więcej z nich będzie działało na całym kontynencie, posługując się tą samą nazwą we wszystkich krajach. Należy oczekiwać, że oprócz największych firm drogowych pozostanie na rynku pewna liczba małych spółek o konkretnej specjalizacji.

Administracja drogowa

W przeszłości zarządcy dróg posiadali znaczną wiedzę technologiczną i potrafili dokładnie określić wykonawcy, co i jak ma być wykonane. Rolą przedsiębiorstwa było wybudowanie drogi według bardzo szczegółowej specyfikacji. W konsekwencji odpowiedzialność wykonawcy za parametry końcowe nawierzchni musiała być ograniczona.

Obecnie poziom wiedzy administracji drogowej widocznie się obniża i do rzadkości należą sytuacje, gdy dysponuje ona bardzo zaawansowaną wiedzą technologiczną. Oczekuje się więc, że w przyszłości administracja drogowa stanie się wyłącznie zarządzającym procesami – będzie określać co ma być zrobione (zakres) oraz co ma zostać osiągnięte na końcu procesu (parametry końcowe). Ponieważ zarządca drogi nie będzie dysponować wiedzą materiałową w zakresie mma, w rozmowach z wykonawcami administracja będzie wspierana przez zewnętrznych konsultantów.

Kontrakty

W przeszłości kontrakty były opisywane bardzo szczegółowo. Występowały też znaczne różnice w sposobie i szczegółowości opisu zakresu robót. Sytuacja ta dotyczyła nie tylko różnych klas dróg, ale także wynikała ze specyfiki różnych kategorii dróg (inaczej na drogach powiatowych, inaczej na krajowych itp.). W niektórych krajach pojawiła się następnie tendencja do standaryzacji samych kontraktów, a także wymagań materiałowych.

Obecnie kilka krajów europejskich pracuje nad wdrożeniem kontraktów, w których nie występują dokładne wymagania dla materiałów stosowanych do budowy drogi, lecz wyłącznie opis parametrów użytkowych przyszłej nawierzchni. **Nie będzie zatem istotne, jaki rodzaj asfaltu i jakie kruszywo zostały użyte do budowy drogi, ważne będzie, czy w ciągu następnych N lat droga będzie spełniała określone dokładnie wymagania np. równości poprzecznej, podłużnej, nośności i współczynnika tarcia.**

W przyszłości możemy spodziewać się także określenia europejskiego standardu wobec takiego kontraktu. Punkt ciężkości będzie się więc przesuwał w kierunku systemu DBFO (zaprojektuj, zbuduj, sfinansuj i utrzymuj). Jak widać, odpowiedzialność za bieżący stan dróg przejdzie z administracji drogowej do konkretnych firm lub konsorcjów, które wygrają takie kontrakty.

Mieszanki mineralno-asfaltowe

W dalekiej przeszłości występował cały szereg różnorodnych typów mma. Zależało to od lokalnych tradycji, klimatu, sprzętu itp. W ten sposób, w jednym kraju funkcjonowały tysiące recept na mma.

** Egbert Beuving – dyrektor techniczny EAPA – Europejskiego Stowarzyszenia Nawierzchni Asfaltowych*

Obecnie każdy kraj europejski w większym lub mniejszym stopniu posiadać będzie znormalizowane wymagania wobec mma i na nich oparta będzie bieżąca działalność branży. Od wielu lat toczyły się prace nad stworzeniem Europejskich Norm na mma, zakończone przyjęciem ich przez CEN w roku 2006.

Z dniem 1 marca 2008 r. skończy się okres przejściowy i będą mogły być stosowane wyłącznie normy EN 13108-x, wszystkie normy krajowe dotyczące mma muszą zostać wycofane.

W przyszłości normy serii 13108 zostaną zastąpione przez tzw. normy drugiej generacji nad którymi trwają obecnie prace w Komitecie Technicznym CEN nr TC 227.

Produkcja mieszanek mineralno-asfaltowych

Od kilkudziesięciu lat, na naszych oczach następuje przejście od małych maszyn do wielkich zespołów produkcyjnych o bardzo dużej wydajności. Standardem jest sterowanie procesem produkcji przez oprogramowanie komputerowe.

W przyszłości oczekujemy większego zautomatyzowania i optymalizowania procesu produkcji. Coraz większe znaczenie będzie miała ochrona środowiska – minimalizacja zużycia energii, zmniejszenie emisji CO_2 oraz pyłów. W wielu krajach kładzie się także nacisk na zmniejszenie odorów podczas produkcji mma. Wszystko to oznacza, że produkcja mma stawać się będzie tzw. czystym przemysłem.

Budowa nawierzchni

W technice budowy nawierzchni obserwujemy także wiele zmian. Pierwsze zmiany dotyczą sprzętu. Wprowadzono rozkładarki oraz coraz nowocześniejsze walce. Stosowane są już technologie komputerowe, a także lokalizacja przez GPS. Postęp w tej dziedzinie ciągle trwa. Drugi rodzaj zmian, to zmiany w technologii, czego przykładem może być technologia *Kompaktasfalt* – jednoczesnego wbudowywania warstwy wiążącej i ścieralnej.

W przyszłości możemy się spodziewać, że całość procesu wbudowywania będzie nadzorował system komputerowy, zbierający dane z rozkładarki, walców i lokalizujący je przez GPS.

Środowisko – energia – emisje

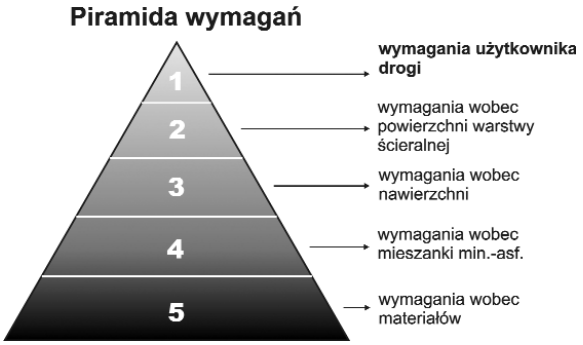
Ochrona środowiska, zmniejszenie zużycia energii oraz spadek wielkości emisji stają się coraz bardziej znaczącymi aspektami rozwoju. Zmniejszenie temperatur technologicznych produkcji mma doprowadzi do znaczących oszczędności energii i zmniejszenia emisji. Obecnie kilka technologii obniżania temperatury jest w fazie rozwoju.

Zmniejszenie emisji ma znaczenie nie tylko dla środowiska, ale także dla wszystkich pracowników mających bezpośrednią styczność z gorącą mma.

Wymagania

Wymagania wobec dróg można określić w nowy sposób, nazywany „Piramidą wymagań", która charakteryzuje się pięcioma poziomami (rys.).

Jak widzimy na rysunku pierwsze wymagania dotyczą wymagań użytkownika drogi, a ostatnie – wymagania wobec materiałów użytych do mieszanek. Oznacza to, że to użytkownik drogi definiuje swoje wymagania jako pierwszy i, prawdę mówiąc, są one zwykle związane z charakterystyką powierzchni warstwy ścieralnej (poziom 2.). Aby zapewnić dobre właściwości użytkowe powierzchni warstwy ścieralnej nawierzchnia jako całość musi charakteryzować się dobrymi parametrami użytkowymi (poziom 3.). Parametry nawierzchni zależą z kolei od właściwości użytych mma (poziom 4.), a te od jakości materiałów składowych (poziom 5.).



Rys. Piramida wymagań

W przeszłości admistracja drogowa opisywała wymagania poziomu 5. i z nich miało wynikać spełnienie wymagań użytkownika drogi. Obecnie dąży się do pomijania poziomów podstawowych i określania przez zarządców dróg możliwie najwyższego poziomu. Przykładowo, w przyszłych kontraktach administracja określi wymagania poziomu 3. „wymagania wobec nawierzchni" natomiast określenie wymagań wobec mma (poziom 4.) i materiałów składowych (poziom 5.) pozostawi się odpowiedzialności wykonawcy.

Rola technologa

Bardzo ciekawym zmianom ulegać będzie rola technologów w przedsiębiorstwach. Dawniej technolog był odpowiedzialny za produkcję mma, znał szczegółowo właściwości materiałów składowych i wiedział, w jaki sposób skomponować mieszankę, aby spełniała wymagania inwestora. Potem rolą technologa był nadzór nad produkcją mma o odpowiedniej jakości.

Obecnie, rola technologa będzie się powoli zmieniała, ponieważ w coraz szerszym zakresie będziemy uwzględniali wymagania funkcjonalne (użytkowe) np. odporność na deformacje czy zmęczenie. Oznacza to, że zasób wiedzy technologa musi się zmienić. Będzie on odpowiedzialny za wyprodukowanie mma, która spełni wymagania funkcjonalne postawione przez administrację i będzie musiał umieć oszacować, jaka będzie trwałość danej mieszanki w konkretnej warstwie. Oprócz wiedzy ściśle technicznej dojdzie też zdolność do szacowania ryzyka zmian parametrów danej warstwy jeśli np. wbudowanie odbędzie się w niekorzystnych warunkach. W kontraktach opisujących wymagania wobec nawierzchni ryzyko to będzie miało wymiar konkretnych strat finansowych.

Pracownicy

Jak we wszystkich branżach liczba wykwalifikowanych pracowników stanowi o sukcesie i możliwościach rozwoju. Rozwój kwalifikacji pracowniczych także zmieniał się przez lata.

Kiedyś pracę zaczynali młodzi ludzie, którzy dopiero w trakcie wykonywania obowiązków zdobywali doświadczenie i podnosili kwalifikacje.

Potem do branży napływać zaczęli pracownicy, którzy najpierw kończyli studia, a dopiero potem przystępowali do pracy.

W ostatnim czasie branża zaczyna w coraz większym stopniu odczuwać braki kadrowe. Związane jest to z małą atrakcyjnością pracy w drogownictwie. Żeby to zmienić, należy pokazać młodym ludziom, jak zmieniły się realia pracy przy budowie dróg – coraz więcej stosowanych jest technik komputerowych, maszyny są nowoczesne, a badania bardzo zaawansowane.

Zaangażowanie użytkowników dróg

Drogi budujemy dla użytkowników dróg. Na początku nawierzchnie asfaltowe budowano w celu zmniejszenia pylenia podczas jazdy samochodem. Obecnie użytkownicy dróg mają znacznie wyższe wymagania. Chcą jeździć po bezpiecznych i komfortowych nawierzchniach. Oczekują, że czas przejazdu będzie się zmniejszał, a nie zwiększał. Oznacza to także, że częstość i długotrwałość remontów musi się zmniejszyć, a znaczna ich część musi być wykonywana nocą.

Oczekiwana jest jeszcze większa trwałość i niezawodność nawierzchni. Temu wychodzi na przeciw rozwijana koncepcja nawierzchni długowiecznych (*perpetual pavements*) z cienkimi warstwami ścieralnymi. Cienkie warstwy ścieralne mają stanowić coś na kształt tapety o określonych parametrach położonej na nośnym podłożu. Remont takiej warstwy będzie więc szybki i efektywny.

Innym aspektem przyszłości, który warto poruszyć, jest koncepcja *smart roads* – inteligentnych dróg, po których będą poruszać się pojazdy wyposażone w czujniki. Należy się zatem spodziewać, że w nawierzchniach będzie coraz więcej wbudowywanej elektroniki.

Nowe mieszanki mineralno-asfaltowe

Od 20-30 lat obserwujemy ciągły postęp w rozwoju mma. Powstają nowe koncepcje mieszanek, takie jak SMA, asfalt porowaty, mieszanki o wysokim module sztywności, cienkie i ultra-cienkie warstwy ścieralne.

Ostatnimi rozwiązaniami są mieszanki „na ciepło" oraz nawierzchnie całkowicie porowate umożliwiające przesączanie się wody opadowej bezpośrednio do gruntu.

Normy Europejskie

W roku 1990 Grupa Robocza WG1 Komitetu Technicznego CEN/TC 227 przystąpiła do opracowywania norm na mma. W 2005 r. projekty norm zostały przegłosowane w CEN. Oznacza to, że stworzenie 8 norm wymagań na mma, 2 norm oceny zgodności i 43 norm metod badań mma zajęło 15 lat. To długi okres czasu, ale trzeba wziąć pod uwagę, że w pracach brali udział przedstawiciele 30 krajów, które mają swoje procedury, krajowe normy i metody badań i na dodatek posługują się różnymi językami. Musiało więc minąć wiele czasu zanim wszyscy zaczęli mówić „jednym głosem".

Normy pierwszej generacji

W maju 2006 r. CEN opublikował następujące normy:

- ❖ EN 13108-1 Mieszanki mineralno-asfaltowe – Wymagania – Część 1: Beton asfaltowy
- ❖ EN 13108-2 Mieszanki mineralno-asfaltowe – Wymagania – Część 2: Beton asfaltowy do bardzo cienkich warstw
- ❖ EN 13108-3 Mieszanki mineralno-asfaltowe – Wymagania – Część 3: Bardzo miękki beton asfaltowy
- ❖ EN 13108-4 Mieszanki mineralno-asfaltowe – Wymagania – Część 4: Mieszanka HRA
- ❖ EN 13108-5 Mieszanki mineralno-asfaltowe – Wymagania – Część 5: Mieszanka SMA
- ❖ EN 13108-6 Mieszanki mineralno-asfaltowe – Wymagania – Część 6: Asfalt lany
- ❖ EN 13108-7 Mieszanki mineralno-asfaltowe – Wymagania – Część 7: Beton asfaltowy porowaty
- ❖ EN 13108-8 Mieszanki mineralno-asfaltowe – Wymagania – Część 8: Asfalt z odzysku[1]
- ❖ EN 13108-20 Mieszanki mineralno-asfaltowe – Wymagania – Część 20: Badanie typu
- ❖ EN 13108-21 Mieszanki mineralno-asfaltowe – Wymagania – Część 21: Zakładowa Kontrola Produkcji

Normy o numerach od 1 do 7 dotyczą wymagań wobec mma i są normami pierwszej generacji. Normy nr 20 i 21 są normami oceny zgodności. Od 1 marca 2008 r. normy serii EN 13108 stają się wyłącznymi normami na mma w krajach członkowskich CEN. Wszystkie normy krajowe, sprzeczne z normami EN muszą zostać wycofane.

Zgodnie z nowymi normami EN, producent mma wykonuje pierwsze badanie kwalifikacyjne (Badanie Typu) oraz próbną produkcję zgodnie z Zakładową Kontrolą Produkcji i na tej podstawie wystawia deklarację zgodności wyrobu (czyli mma) z normą EN i deklaruje właściwości mieszanki.

Normy EN 13108-1 do 7 zawierają przede wszystkim wymagania empiryczne lub opierające się na specyfikacji empirycznej. Oznacza to, że są to w większości normy z tradycyjnym podejściem do składu mieszanki (recepty) połączonym z dodatkowymi wymaganiami z badań użytkowych.

Spośród siedmiu norm serii 13108 tylko jedna, dla betonu asfaltowego (EN 13108-1), umożliwia określenie wymagań dwiema metodami:

- ❖ pierwsza (empiryczna) określa beton asfaltowy przez skład mieszanki (receptę) i wymagania wobec materiałów składowych z dodatkowymi wymaganiami pozwalającymi przewidywać zachowanie mma w nawierzchni,
- ❖ druga określa beton asfaltowy wymaganiami funkcjonalnymi (sztywność, zmęczenie itp.) powiązanymi z ograniczonym opisem składu mieszanki i wymaganiami wobec materiałów składowych – ta metoda oferuje większą swobodę projektowania mieszanki.

Zaleca się, aby w miarę zdobywania przez technologów doświadczenia w wykorzystaniu nowych metod badań, przechodzić stopniowo do stosowania metod funkcjonalnych. Tak więc, dla betonu asfaltowego, jako jedynej mieszanki możemy stosować właściwości funkcjonalne. Są to:

- ❖ sztywność,
- ❖ zmęczenie,
- ❖ odporność na deformacje trwałe metodą ściskania trójosiowego.

Obecnie wiele krajów europejskich jest w trakcie opracowywania krajowych dokumentów aplikacyjnych do norm EN 13108. Sytuacja jest taka, że każdy kraj musi podjąć decyzję teraz i wybrać albo metodę em-

[1] Chodzi oczywiście o destrukt ze starych nawierzchni asfaltowych

piryczną, albo funkcjonalną (lub obydwie). Muszą też być podjęte decyzje dotyczące nowych metod badań.

Przykładowo, w Holandii zdecydowano o przyjęciu metody funkcjonalnej, co oznacza, że mają bardzo dużo pracy przed sobą. Do celów pierwszego badania kwalifikacyjnego (Badania Typu) muszą być wykonane badania zmęczenia i sztywności metodą belki 4-punktowo zginanej oraz odporności na deformacje metodą trójosiowego ściskania.

Czasami stawiane jest pytanie: co jest ważniejsze – czy wymagania wobec gotowej nawierzchni czy wobec składników (mma, asfalt, kruszywo)? Odpowiedź na to pytanie może być następująca. Wykonawca podpisał kontrakt z inwestorem (zarządcą drogi) na wykonanie nawierzchni (lub jej warstwy), charakteryzującej się dobrą jakością (dobrze zagęszczonej, równej itd.). W celu zbudowania tej nawierzchni wykonawca musi dysponować mma, albo z własnej wytwórni, albo zakupioną na rynku (od innego przedsiębiorstwa). To znaczy, że wykonawca ma dwa oddzielne kontrakty – jeden z inwestorem na wykonanie nawierzchni, drugi z dostawcą mma o określonych, dobrych właściwościach.

Drugim często zadawanym pytaniem jest czy będziemy mieli Eurokody dla dróg lub jakikolwiek system europejskich przepisów technicznych odnoszących się do projektowania, wykonania i utrzymywania dróg? Ten temat był kiedyś dyskutowany w Komitecie Technicznym CEN/TC 227. Uznano, że na tym etapie nie jest możliwe przyjęcie takich przepisów, ponieważ każdy kraj chciałby wprowadzić swój system wymagań jako system europejski, uważając, że jest wystarczająco dobry. Z tego powodu, w najbliższej przyszłości nie oczekujemy żadnych przepisów europejskich i pozostaniemy przy systemach krajowych.

Podsumowanie stanu obecnego:

- ❖ Normy Europejskie na mma zaczęły być już wdrażane w Europie i ten proces musi być skończony do 1 marca 2008 r.,
- ❖ pierwszym zadaniem jest wdrożenie norm EN pierwszej generacji (EN 13108),
- ❖ drugim zadaniem jest stworzenie wizji norm drugiej generacji.

Normy drugiej generacji na mieszanki mineralno-asfaltowe

Choć najbliższym zadaniem jest wdrożenie norm pierwszej generacji, Grupa Robocza WG1 CEN/TC 227 rozpoczęła już dyskusję na temat kształtu norm drugiej generacji. Ten typ norm ma być związany z wymaganiami użytkowymi wobec mma, bez określania wymagań wobec mieszanki i materiałów składowych. Wszystkie istotne cechy mieszanki zostaną opisane przez wymagania funkcjonalne (użytkowe). Mieszanka będzie mogła być wyprodukowana metodą na gorąco, na ciepło lub na zimno.

W normach EN 13108 występują dość trudne do zrozumienia i zapamiętania określenia: wymagania funkcjonalne, powiązane funkcjonalnie. Aby uniknąć dyskusji nad różnicami między nimi zdecydowano, że obecnie skoncentrujemy się na właściwościach funkcjonalnych (*performance*). Oznacza to, że nie będą występowały ograniczenia wobec składu i materiałów składowych mieszanki. Oznacza to także, że musimy znaleźć dodatkowe właściwości funkcjonalne mieszanek, które zastąpią obecne szczegółowe wymagania. A więc, wymagania zawarte w normach drugiej generacji będą opierać się wyłącznie na właściwościach funkcjonalnych. Teoretycznie rzecz biorąc, możliwe jest stworzenie jednej normy obejmującej wszystkie właściwości funkcjonalne.

Powstanie norm drugiej generacji inspirowane jest przez Komisję Europejską (KE) z następujących powodów:

- ❖ zmniejszenie barier handlowych,
- ❖ jest to zgodne z mandatem M/124 KE dla CEN,
- ❖ normy z wymaganiami empirycznymi bazują na wiedzy i doświadczeniu z przeszłości,
- ❖ normy z wymaganiami funkcjonalnymi obejmują szerszy zakres wymagań i stymulują rozwój.

Trzecia generacja norm na mma może spełnić oczekiwania ogólnoeuropejskich wymagań przez określenie wymagań wobec gotowej nawierzchni lub warstwy. Takie podejście może być najlepsze w projektach PPP – partnerstwa publiczno-prywatnego.

Podsumowanie

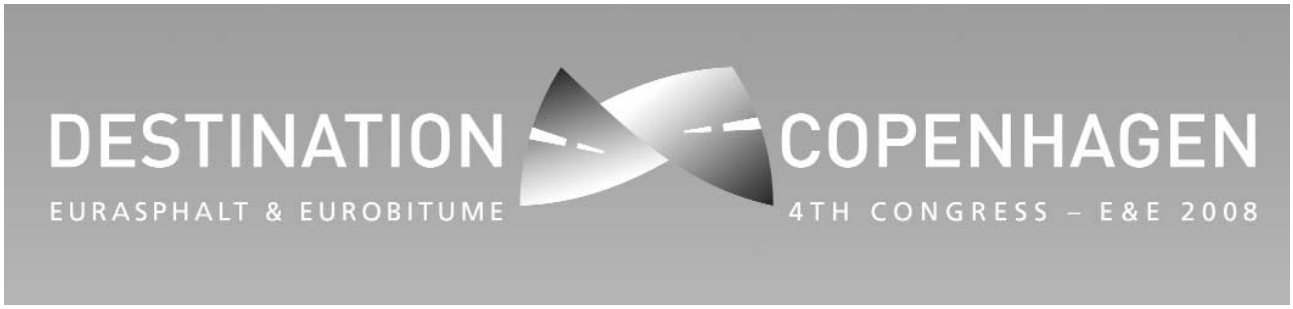
Od dłuższego czasu obserwujemy, że użytkownicy dróg oczekują więcej od nawierzchni asfaltowych. Stają się coraz „mądrzejsi" w swoich wymaganiach, potrafią też rozróżniać różne rodzaje mieszanek mineralno-asfaltowych. Wszystko to prowadzi do coraz konkretniejszych oczekiwań, a my wiemy, że nawierzchnie asfaltowe mogą je spełnić dzięki szerokiemu wyborowi rodzajów mieszanek.

Jeśli będziemy wykonywać nawierzchnie asfaltowe o coraz lepszej jakości, spełnimy oczekiwania użytkowników dróg. Normy drugiej generacji mają nam w tym pomóc.

Tłumaczenie i opracowanie: Krzysztof Błażejowski

W dniach 21-23 maja 2008 r. odbędzie się w Kopenhadze

4-ty Kongres EURASPHALT & EUROBITUME



Główne założenia Badania Typu mieszanek mineralno-asfaltowych wg normy PN-EN 13108-20:2006 (U)

Jacek Boratyński*

Wstęp

W procesie wdrażania w Polsce Norm Europejskich na mieszanki mineralno-asfaltowe serii PN-EN 13108 mamy do czynienia z dwoma bardzo szczególnymi normami, które nigdy wcześniej nie miały swoich odpowiedników w zbiorze Polskich Norm. Są to normy:

- ❖ PN-EN 13108-20:2006 (U) Mieszanki mineralno-asfaltowe – Wymagania – Część 20: Badanie Typu
- ❖ PN-EN 13108-21:2006 (U) Mieszanki mineralno-asfaltowe – Wymagania – Część 21: Zakładowa Kontrola Produkcji.

Celem niniejszego artykułu jest omówienie znaczenia, ogólnych zasad i wymagań zawartych w normie PN-EN 13108-20:2006 (U) „Badanie Typu".

W omawianej normie pojawia się kilka nowych sformułowań i terminów, które nie występowały dotychczas w polskiej terminologii drogowej. Już samo określenie „Badanie Typu" jest nowym określeniem, które budzi w środowisku drogowym pewne kontrowersje co do swojej precyzji i znaczenia. Jednak określenie to występuje w systemach oceny zgodności również innych wyrobów, w tym budowlanych, więc nie wydaje się możliwe całkowite zastąpienie go innym, lepszym określeniem.

Przed omówieniem samej normy konieczne jest jednak przypomnienie pewnych zasad dotyczących wprowadzania na rynek Unii Europejskiej wyrobów budowlanych, do których zalicza się mieszanki mineralno-asfaltowe. W szczególności dotyczy to takich zagadnień jak oznakowanie CE oraz ocena zgodności.

Oznakowanie CE i ocena zgodności

Producent chcąc wprowadzić na rynek Unii Europejskiej swój wyrób objęty harmonizacją techniczną, zobowiązany jest oznakować go CE.

Wymóg ten nakłada na producenta obowiązek przeprowadzenia oceny zgodności wyrobu ze zharmonizowaną specyfikacją techniczną. Specyfikacją techniczną może być Norma Europejska bądź Europejska Aprobata Techniczna.

W dyrektywie 89/106/EWG dotyczącej wyrobów budowlanych określono m.in. zasady obowiązkowej oceny zgodności [8].

Podstawowe metody oceny zgodności to:

1) Badanie Typu;
2) Zakładowa Kontrola Produkcji (ZKP);
3) Wstępna inspekcja zakładu i Zakładowej Kontroli Produkcji;
4) Ciągły nadzór, ocena i akceptacja Zakładowej Kontroli Produkcji;
5) Badanie próbek pobranych w zakładzie;
6) Badanie sondażowe (auditowe) próbek pobranych w zakładzie, na rynku lub placu budowy [7].

Praktycznie w każdym dokumencie dotyczącym oceny zgodności wyrobu występuje pojęcie *jednostka notyfikowana*. Warto więc rozumieć i pamiętać poniższą definicję:

Jednostki notyfikowane – jednostki uznane przez władze danego kraju za zdolne do prowadzenia niezależnej oceny zgodności w ściśle zdefiniowanym zakresie i jako takie zgłoszone do Komisji Europejskiej. W przypadku oceny zgodności wyrobów budowlanych mamy do czynienia z następującymi jednostkami notyfikowanymi:

- ❖ jednostki certyfikujące wyroby budowlane,
- ❖ jednostki certyfikujące Zakładową Kontrolę Produkcji,
- ❖ jednostki kontrolujące,
- ❖ laboratoria.[3]

Producent wyrobu budowlanego może korzystać z usług krajowej lub zagranicznej jednostki notyfikowanej zarejestrowanej w dowolnym kraju członkowskim Unii Europejskiej.

Ocena zgodności może odbywać się w jednym z sześciu systemów. Każdy z systemów określa obowiązki producenta i jednostek notyfikowanych biorących udział w ocenie zgodności.

Tablica 1 [11] przedstawia podział obowiązków w zależności od systemu oceny zgodności.

Tablica 1. Zestawienie zadań w ramach systemów oceny zgodności wyrobów budowlanych wykonywanych przez producenta lub jednostkę notyfikowaną

System	1+	1	2+	2	3	4
Zadania producenta						
Zakładowa kontrola produkcji (ZKP)	X	X	X	X	X	X
Badanie Typu		X	X			
Systematyczne badanie próbek wyrobu	X	X	X	X		X
Zadania jednostki notyfikowanej						
Certyfikacja zgodności wyrobu	X	X				
Badanie Typu	X	X			X	
Certyfikacja zakładowej kontroli produkcji			X	X		
Ocena zakładowej kontroli produkcji	X	X	X			
Kontrolne badania próbek pobieranych w zakładzie	X					

Wymagany system oceny zgodności określony jest w specyfikacji technicznej (tj. normie lub aprobacie).

* *Jacek Boratyński - TPA Instytut Badań Technicznych Sp. z o.o.*

Ocena zgodności mieszanek mineralno-asfaltowych

W normach serii PN-EN 13108 od nr 1 do 7 na mieszanki mineralno-asfaltowe (mma) wymagany system oceny zgodności znajdziemy w Załączniku ZA.

Dla większości mieszanek mineralno-asfaltowych „przeznaczonych na drogi i inne obiekty przenoszące ruch kołowy" będzie to system oceny zgodności 2+. [2]

Tylko w wyjątkowych przypadkach, gdy produkowana mieszanka będzie musiała spełniać specyficzne wymagania związane z zastosowaniem w strefach objętych przepisami ogniowymi wymaganym systemem oceny zgodności będzie 1, 3 lub 4.

Oznacza to, że w większości przypadków producenci mieszanek mineralno-asfaltowych będą zobowiązani wprowadzić system oceny zgodności 2+.

W ramach systemu 2+ do zadań producenta należeć będzie:

- ❖ Zbudowanie systemu Zakładowej Kontroli Produkcji (opisanego dokładnie w normie PN-EN 13108-21:2006(U));
- ❖ Uzyskanie certyfikatu Zakładowej Kontroli Produkcji wydanego przez jednostkę notyfikowaną, która przeprowadzi wstępną inspekcję zakładu i Zakładowej Kontroli Produkcji oraz będzie sprawować ciągły nadzór i dokonywać oceny i akceptacji Zakładowej Kontroli Produkcji;
- ❖ Wykonanie we własnym zakresie Badania Typu;
- ❖ Wykonywanie we własnym zakresie badań próbek mieszanki mineralno-asfaltowej.

Obrazuje to poniższy rysunek.

Rys. Proces oceny zgodności i oznakowania CE mieszanki mineralno-asfaltowej

W systemie oceny zgodności 2+ producent musi uzyskać certyfikację Zakładowej Kontroli Produkcji, ale jego laboratorium nie musi posiadać akredytacji aby przeprowadzać Badania Typu.

Natomiast np.: w systemie 1 Badanie Typu musi być przeprowadzone w laboratorium akredytowanym. W takim przypadku producent musi uzyskać akredytację swojego laboratorium, aby móc przeprowadzić Badanie Typu bądź zlecić je do zewnętrznego laboratorium posiadającego akredytację [12].

Co to jest „Badanie Typu" wg PN-EN 13108-20: 2006 (U)

Wybrane metody badań oraz wymagania będą opublikowane w krajowym dokumencie aplikacyjnym do norm serii EN 13108 od 1 do 7. Przystosuje on ogólne zapisy norm EN do krajowych warunków technicznych i klimatycznych [6].

Badanie Typu jest dowodem, że zaprojektowana mieszanka mineralno-asfaltowa pod względem składu oraz cech fizycznych i mechanicznych spełnia wszystkie wymagania krajowego dokumentu aplikacyjnego.

Badanie Typu musi obejmować pełen zestaw badań wskazanych we wspomnianym krajowym dokumencie aplikacyjnym.

Umożliwi to potwierdzenie przydatności zaprojektowanej mieszanki mineralno-asfaltowej do zastosowania w konkretnej warstwie o konkretnym przeznaczeniu. Przeprowadzenie Badania Typu jest jednym z warunków, które musi spełnić producent mieszanki mineralno-asfaltowej, aby móc wprowadzić na europejski rynek swój wyrób oznakowany CE.

Badanie Typu nie jest częścią Zakładowej Kontroli Produkcji i nie podlega procesowi certyfikacji, a w systemie oceny zgodności 2+ obowiązek jego przeprowadzenia spoczywa na producencie wyrobu. Jednak jednostka notyfikowana może w procesie certyfikacji Zakładowej Kontroli Produkcji zechcieć zobaczyć dowód Badania Typu w celu porównania z wynikami Zakładowej Kontroli Produkcji pod względem podobieństwa i wiarygodności.[5]

Główne założenia Badania Typu mieszanki mineralno-asfaltowej

Wymagania ogólne

- ❖ Do każdego składu mieszanki należy przeprowadzić pierwsze (wstępne) Badanie Typu;
- ❖ Pierwsze Badanie Typu należy przeprowadzić przed pierwszym wprowadzeniem mieszanki mineralno-asfaltowej do obrotu;
- ❖ Wyniki pierwszego Badania Typu przedstawia się w postaci sprawozdania z badań;
- ❖ Producent w pierwszym Badaniu Typu udowadnia spełnienie wszystkich wymagań, co do których deklaruje zgodność;

Okresy ważności

- ❖ Procedurę Badania Typu należy powtórzyć z częstotliwością przynajmniej raz na pięć lat w ramach Zakładowej Kontroli Produkcji w celu poświadczenia ciągłej zgodności;
- ❖ Sprawozdanie z Badania Typu dotyczy określonej mieszanki o określonym zaprojektowanym składzie i traci ważność w wypadku poważnej zmiany materiałów składowych;
- ❖ Badanie Typu należy powtórzyć w wypadku poważnej zmiany we właściwościach używanych materiałów składowych.

  W wypadku kruszywa dotyczy to takich zmian jak:

  a) zmiana złoża;

  b) zmiana kategorii uziarnienia;

  c) zmiana kategorii kruszywa grubego jak zdefiniowano w PN-EN 13043:2004, w jednej z następujących właściwości: kształt, udział ziaren częściowo przekruszonych, odporność na rozdrabnianie, odporność na ścieranie lub kanciastość kruszywa drobnego;

  d) zmiana typu petrograficznego;

  e) zmiana gęstości ziaren o więcej niż 0,05 Mg/m^3 (średnia ważona);

  f) zmiana typu mineralogicznego wypełniacza.

  W wypadku lepiszcza, Badanie Typu należy powtórzyć jeżeli nastąpiła zmiana rodzaju lepiszcza (np. zamiast asfaltu 35/50 będzie 50/70).

Wymagania wobec materiałów składowych

- ❖ W ramach Badania Typu należy wykonać badania materiałów składowych. Zakres tych badań podano w załączniku A normy PN-EN 13108-20: 2006 (U). Badania te muszą być wykonane na składnikach faktycznie zastosowanych w Badaniu Typu mieszanki;

❖ Jeśli do produkcji użyto materiałów składowych, których właściwości zostały określone przez dostawcę jako zgodne z odpowiednimi specyfikacjami technicznymi to w ramach Badania Typu nie ma obowiązku ponownego sprawdzania ich właściwości;

Wymagania wobec mieszanki mineralno-asfaltowej

❖ Walidację właściwości mieszanki mineralno-asfaltowej w ramach Badania Typu producent może przeprowadzić na trzy sposoby:
a) wszystkie właściwości wykazane poprzez walidację w laboratorium;
b) wszystkie właściwości wykazane w walidacji produkcji;
c) niektóre właściwości wykazane w walidacji w laboratorium, niektóre wykazane w walidacji produkcji;

Definicja

Walidacja jest badaniem przydatności metody do rozwiązania określonego zadania, czyli upraszczając jest to badanie przydatności do użytku (ang. fitness for use) [13]

❖ Walidacja w laboratorium polega na wykonaniu badań na próbkach z mieszanki sporządzonej w laboratorium, a skład takiej mieszanki nazywamy wejściowym składem mieszanki. Próbki muszą być wykonane i zagęszczone zgodnie z jedną z metod określoną w załączniku C normy;

Wejściowy skład mieszanki przedstawia się jako:
a) Spis materiałów składowych i ich udział procentowy;
b) Zaprojektowaną krzywą uziarnienia;
c) Zaprojektowaną zawartość asfaltu.

Jest to takie samo przedstawienie składu jakie znamy z dotychczas opracowywanych recept laboratoryjnych na mieszanki mineralno-asfaltowe.

❖ Walidacja produkcji polega na wykonaniu badań z mieszanki wytworzonej w pełnowymiarowej wytwórni mieszanek asfaltowych, a skład takiej mieszanki nazywamy wyjściowym składem mieszanki. Próbki mogą być wykonane i zagęszczone albo w laboratorium zgodnie z jedną z metod określoną w załączniku C normy, albo odwiercone bądź wycięte z nawierzchni wbudowanej na odcinku próbnym.

Wyjściowy skład mieszanki przedstawia się jako:
a) Spis materiałów składowych;
b) Uśrednione wyniki uziarnienia mieszanki mineralno-asfaltowej;
c) Uśrednione wyniki zawartości lepiszcza w mieszance mineralno-asfaltowej.

Jest to przedstawienie uziarnienia i zawartości lepiszcza w już wyprodukowanej mieszance mineralno-asfaltowej po przeprowadzeniu np. procesu ekstrakcji lepiszcza przy pomocy wirówki ekstrakcyjnej.

❖ Wszystkie badania mieszanki mineralno-asfaltowej muszą być wykonane zgodnie z odpowiednią normą serii PN-EN 12697 na reprezentatywnych próbkach, odpowiednich dla rodzaju mieszanki, a skład mieszanki z której wykonano próbki musi być zgodny z deklarowanym.

Sprawozdanie z Badania Typu

Sprawozdanie z Badania Typu stanowi część deklaracji zgodności producenta. Sprawozdanie powinno zawierać następujące informacje:

Informacje ogólne:
❖ nazwa i adres producenta mieszanki mineralno-asfaltowej;
❖ data wydania;
❖ nazwa wytwórni produkującej mieszankę;
❖ określenie rodzaju mieszanki i kategorii, z którymi deklarowana jest zgodność;
❖ zestawienie metod przygotowania próbek oraz metod i warunków badania poszczególnych właściwości.

Informacje dotyczące składników:
❖ źródło i rodzaj dla każdej frakcji kruszywa;
❖ rodzaj lepiszcza;
❖ źródło i rodzaj wypełniacza;
❖ źródło i rodzaj dodatków;
❖ oświadczenie o dopuszczalnym zakresie właściwości i metodach kontroli destruktu asfaltowego jeśli był stosowany;
❖ wyniki badań wszystkich składników w zakresie podanym w załączniku A.

Informacje dotyczące mieszanki mineralno-asfaltowej:
❖ skład mieszanki podany jako:
– wejściowy skład mieszanki (recepta), jeżeli przeprowadzono walidację w laboratorium i/lub,
– wyjściowy skład mieszanki, jeżeli przeprowadzono walidację produkcji.

Informacje dotyczące temperatur:
❖ jeżeli do produkcji mieszanki mineralno-asfaltowej użyto lepiszcza modyfikowanego lub twardego lub z dodatkami zmieniającymi zakres temperatur użytkowych podanych w normach wyrobu należy podać wartości maksymalnej i minimalnej temperatury produkcji mieszanki.

Wyniki badań:
❖ należy dołączyć wyniki badań odpowiednich do rodzaju mieszanki a wymienionych w załączniku B omawianej normy.

Podsumowanie

W procedurze Badania Typu istnieją znaczne podobieństwa do procedury badania mieszanki według recepty laboratoryjnej, którą znamy z dotychczasowych doświadczeń.

Zasadniczą różnicą między dotychczas znaną receptą laboratoryjną a pierwszym Badaniem Typu jest przede wszystkim to, że po raz pierwszy precyzyjnie zapisano w dokumencie wszystkie zasady postępowania, okres ważności oraz formę, w jakiej należy przedstawić końcowe sprawozdanie.

Również ranga Badania Typu jest inna. Pierwsze Badanie Typu jest obowiązkową procedurą przed wprowadzeniem mieszanki mineralno-asfaltowej na rynek Unii Europejskiej i oznakowaniem jej CE, ale jednocześnie mieszanka taka może być stosowana na różnych kontraktach.

Dotychczasowe recepty mieszanek mineralno-asfaltowych najczęściej miały zastosowanie do jednostkowych kontraktów ze względu na znaczne różnice w szczegółowych specyfikacjach technicznych na poszczególne kontrakty.

Szczególnie istotny jest fakt, że każde Badanie Typu opiera się na badaniach wg Norm Europejskich i zgodnie z załącznikami do konkretnego rodzaju mieszanki przyporządkowano konkretne metody badań. W dotychczasowej praktyce opracowywania szczegółowych specyfikacji technicznych przez projektantów panowała zupełna dowolność jeśli chodzi o do-

bór badań i parametrów. Znamy chyba wszyscy liczne przykłady, gdzie na różnych odcinkach tej samej drogi, poszczególni wykonawcy musieli wykonywać zupełnie różne badania dla tej samej warstwy nawierzchni.

Niestety, często przyczyną bałaganu i błędów w dotychczas spotykanych specyfikacjach technicznych były bardzo mało precyzyjne i często niespójne krajowe przepisy techniczne, na których opierali się projektanci.

Oczywiście samo wdrożenie Norm Europejskich na mieszanki mineralno-asfaltowe nie spowoduje, że specyfikacje techniczne, które będą trafiać do naszych rąk będą pozbawione błędów.

Konieczne jest szybkie opracowanie wymagań technicznych przystosowujących ogólne zapisy norm serii EN 13108 do polskich warunków.

Wymagania techniczne opracowane przy udziale zarówno ośrodków naukowych, jak i przedstawicieli wykonawców powinny być podstawowym „narzędziem pracy" dla projektantów.

Spotyka się już czasami próby wprowadzania do specyfikacji technicznych Norm Europejskich serii EN 13108 i EN 12697 i to w momencie, kiedy wspomniane normy nie posiadają jeszcze oficjalnego tłumaczenia na język polski. Są to niestety często bardzo nieporadne próby, świadczące o nieznajomości podstawowych zagadnień związanych ze stosowaniem Norm Europejskich.

Takie wprowadzanie na „dziko" Norm Europejskich powoduje jedynie niepotrzebny chaos i nie wnosi żadnej korzyści.

Bibliografia:

1. PN-EN 13108-20 Mieszanki mineralno-asfaltowe -Wymagania- Część 20: Badanie Typu (robocze tłumaczenie na język polski)
2. PN-EN 13108-1 Mieszanki mineralno-asfaltowe – Wymagania – Cześć 1: Beton asfaltowy (robocze tłumaczenie na język polski)
3. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 11 sierpnia 2004 r. w sprawie systemów oceny zgodności, wymagań, jakie powinny spełniać notyfikowane jednostki uczestniczące w ocenie zgodności, oraz sposobu oznaczania wyrobów budowlanych oznakowaniem CE
4. Dyrektywa Rady Wspólnot Europejskich w sprawie zbliżenia ustaw i aktów wykonawczych Państw Członkowskich dotyczących wyrobów budowlanych (89/106/EWG)
5. Wytyczne dla Jednostek Notyfikowanych odnośnie dyrektywy w sprawie wyrobów budowlanych NB-CPD/SG15/07 049
6. Wymagania Techniczne Nawierzchnie Asfaltowe, Drogowe i Lotniskowe, WT Nawierzchnie Asfaltowe DiL 2007 – projekt
7. J. Bobrowicz – Zasady oceny zgodności wyrobów budowlanych według dyrektywy 89/106/EWG i zasady oznakowania CE i znakiem budowlanym – publikacje ITB
8. K. Wiśniewska – Specyfika oznakowania CE wyrobów budowlanych – Nawierzchnie Asfaltowe 4/2006
9. S. Witczak – Zakładowa Kontrola Produkcji mieszanek mineralno-asfaltowych wg PN-EN 13108-21: 2006 – Nawierzchnie Asfaltowe 1/2007
10. M. Varaus – Evropske normy pro asfaltovÈ smÏsi – „asopis stavebnictv" – strona www
11. A. Wiśniewski, G. Łój – Europejski system oceny wyrobów budowlanych – muratorplus – strona www
12. Zakładowa Kontrola Produkcji – Dlaczego błędnie interpretujemy przepisy? – TQM Consulting – strona www
13. Walidacja i niepewność metod badawczych – Materiały szkoleniowe PCBC S.A.

Polskie Stowarzyszenie Wykonawców Nawierzchni Asfaltowych (PSWNA) wspólnie z Europejskim Stowarzyszeniem Wykonawców Nawierzchni Asfaltowych (EAPA), a także Europejskim Stowarzyszeniem Producentów Asfaltów (EUROBITUME), zapraszają na:

Międzynarodową Konferencję Regionalną

„Społeczno-ekonomiczne i środowiskowe aspekty rozwoju infrastruktury drogowej. Doświadczenia europejskie"

w ramach Forum Polskiego Kongresu Drogowego, która odbędzie się w dniach 18-19 października 2007 r. w Warszawie.

Konferencja Regionalna organizowana jest w ramach przygotowań do Kongresu E&E Kopenhaga 2008 i będzie poświęcona zagadnieniom rozwoju infrastruktury drogowej z uwzględnieniem planów związanych z organizacją mistrzostw Europy EURO 2012. Współpraca PSWNA z EAPA oraz EUROBITUME pozwoli wykorzystać doświadczenia europejskie w tym zakresie, a udział przedstawicieli sektora drogowego Ukrainy ułatwi stworzenie podstaw do otwartej współpracy. Prezentacje i referaty dotyczą aktualnych problemów rozwoju infrastruktury drogownictwa polskiego z uwzględnieniem aspektów społeczno-ekonomicznych i ekologicznych.

W konferencji wezmą udział członkowie zwyczajni i wspierający PSWNA, przedstawiciele administracji drogowej oraz wszyscy zainteresowani rozwojem infrastruktury drogowej. Zaproszeni zostali także goście z krajów UE, Ukrainy oraz eksperci organizacji pozarządowych zajmujących się ekologią.

•

Opłata za uczestnictwo w konferencji wynosi 1100 zł i obejmuje koszty udziału w konferencji oraz koszty uroczystej kolacji w dniu 18 października i obiadu po zamknięciu obrad 19 października.

Koszt hotelu nie jest wliczony do opłaty za konferencję. PSWNA wynegocjowało specjalną stawkę w hotelach (Hotel Marriott przy al. Jerozolimskich i Hotel VERA Orbis przy ul. Bitwy Warszawskiej) i dokonuje rezerwacji (na podstawie informacji zawartej w karcie uczestnictwa).

Zgłoszenie uczestnictwa w konferencji należy dokonać przesyłając
KARTY UCZESTNICTWA do dnia 20 września 2007 r.
na adres: **Polskie Stowarzyszenie Wykonawców Nawierzchni Asfaltowych**
02-261 Warszawa, ul. Trojańska 7, tel. (48 22) 57 44 352, fax. (48 22) 57 44 374, e-mail: biuro@pswna.pl

Karta uczestnictwa dostępna na stronach internetowych: **www.pswna.pl**, **www.polskiedrogi.com.pl**

Emulsje kationowe we Francji Doświadczenia i osiągnięcia w stosowaniu w budownictwie drogowym

Bernard Eckmann*

Wstęp

We Francji kationowe emulsje asfaltowe są materiałem drogowym, który nie tylko posiada za sobą długą historię, ale także przed sobą – obiecującą przyszłość.

Artykuł niniejszy podaje charakterystyki emulsji kationowych, jak i stanowi przegląd głównych dziedzin zastosowania tych emulsji we Francji.

Podczas ostatniego światowego dnia producentów emulsji zorganizowanego przez IBEF (Federacja Krajowych Stowarzyszeń Wytwórców Emulsji Asfaltowych) jako wstęp do Światowego Kongresu Emulsji (Lyon, 2006 r.), przedstawiono wielkość rocznej produkcji emulsji kationowych w kilku wybranych krajach. Jak można zobaczyć na poniższym zestawieniu (tablica 1) rynek francuski stanowi niezaprzeczalnie jeden z najpoważniejszych rynków na świecie nie tylko pod względem wielkości produkcji, ale także ze względu na wysoki udział emulsji w proporcji do całości lepiszczy stosowanych w drogownictwie.

Tablica 1. Zużycie asfaltów drogowych i emulsji kationowych w 2005 r.

	Asfalty drogowe	Emulsje kationowe	
	ton	ton	%
FRANCJA	**3 180 000**	**989 000**	**31,1**
HISZPANIA	1 200 000	362 000	30,2
WIELKA BRYTANIA	2 200 000	150 000	6,8
NIEMCY	2 250 000	120 000	5,3
IRLANDIA	600 000	120 000	20,0
STANY ZJEDNOCZONE	28 000 000	2 600 000	9,3
MEKSYK	1 500 000	650 000	43,3
BRAZYLIA	1 200 000	400 000	33,3
KANADA	2 675 000	350 000	13,1
JAPONIA	2 450 000	203 000	8,3

Opierając się na danych zebranych przez IBEF, można ustalić podstawowe obszary zastosowań emulsji kationowych, a mianowicie:

- ❖ emulsje do skropień oraz powierzchniowych utrwaleń stanowią (ok. 75%) przeważającą część produkcji, przy czym powierzchniowe utrwalenia i warstwy sczepne (skropienia międzywarstwowe) są dwoma głównymi zastosowaniami w mniej więcej podobnych proporcjach;
- ❖ emulsje do mieszanek mineralno-emulsyjnych (ok. 25%) są stosowane do mikro-dywaników i do różnego rodzaju mieszanek na zimno. Udział recyklingu pozostaje na razie niewielki.

Dostępność rozmaitych emulgatorów oraz możliwość dostosowania emulsji kationowej do niemal wszelkiego rodzaju kruszywa, doprowadziła do rozwoju rozlicznych technologii robót drogowych z użyciem emulsji, zaspokajających także nieustannie rosnące potrzeby na oszczędne i wydajne zabiegi utrzymaniowo-remontowe.

Te właśnie czynniki tłumaczą bardzo dynamiczny rozwój rynku emulsji we Francji. Po okresie szczytu, przypadającym na lata dziewięćdziesiąte, o produkcji w wysokości blisko 1,3 miliona ton rocznie, obecnie weszliśmy w fazę średniej rocznej produkcji rzędu 1 miliona ton.

Charakterystyka emulsji kationowych stosowanych we Francji

Wdrażanie normy EN 13808:2005

W ramach przygotowywania krajowych wymagań wg Normy Europejskiej EN 13808:2005 *Zasady klasyfikacji kationowych emulsji asfaltowych*, nie wszystkie właściwości emulsji, zawarte w tej normie, zostały przyjęte przez ekspertów francuskich, jako wymagane.

Jako wymagane właściwości emulsji (tablica nr 3 normy EN 13808) przyjęto:

- ❖ własności zewnętrzne oraz ładunek cząstek, badanie wg EN 1425/EN 1430
- ❖ indeks rozpadu, badanie wg EN 13075-1
- ❖ zawartość lepiszcza (przez miarę zawartości wody), badanie wg EN 1428
- ❖ czas wypływu przy 40°C, badanie wg EN 12846
- ❖ lepkość dynamiczna przy 40°C, badanie wg EN 14896
- ❖ pozostałości na sicie 0,5 i 0,16 mm, badanie wg EN 1429
- ❖ pozostałość na sicie 0,5 mm po 7 dniach, badanie wg EN 1429
- ❖ przyczepność, badanie wg EN 13614

Za wyjątkiem indeksu rozpadu i pomiaru czasu wypływu wszystkie powyższe właściwości emulsji były od dawna badane we Francji. Jedynie lepkość dynamiczna w 40°C stanowi całkowicie nowe badanie, dla którego producenci będą musieli ustalić wartości odnoszące się do odpowiednich wyrobów.

** Bernard Eckmann – Dyrekcja Technologiczna EUROVIA – Francja*

Badania niżej wymienionych właściwości emulsji zalecane są jedynie w specjalnych przypadkach:

- ❖ zawartość lepiszcza i destylatu olejowego za pomocą destylacji, badanie wg EN 1431
- ❖ stabilność na cemencie (emulsje nadstabilne), badanie wg EN 12848

Następujące badania nie zostały przyjęte, gdyż uznano je za nieprzydatne we Francji lub niewystarczająco reprezentatywne:

- ❖ zdolność penetracji, badanie wg EN 12849
- ❖ czas mieszania, badanie wg EN 13075-2
- ❖ skłonność do rozwarstwiania (7 dni składowania), badanie wg EN 12847

Jako wymagane badania właściwości lepiszcza pozostałego po odparowaniu zgodnie z EN 13074 (tablica nr 4 normy EN 13808) przyjęto:

- ❖ penetrację w 25°C, badanie wg EN 1426
- ❖ temperaturę mięknienia metodą pierścienia i kuli, badanie wg EN 1427
- ❖ kohezję testem wahadłowym (wyłącznie dla lepiszczy modyfikowanych), badanie wg EN 13588

Ze względu na problemy związane z niezawodnością metody, powyższe badania uznawane są za istotne jedynie w odniesieniu do emulsji, w których zawartość upłynniacza jest niższa od 2% (Klasa 2).

Jako wymagane badania lepiszcza pozostałego po stabilizacji, zgodnie z EN 14895 (tablica nr 5 normy EN 13808), przyjęto badania identyczne, jak dotyczące lepiszcza po odparowaniu. W przypadku tych badań, jeżeli zostają przyjęte, norma EN 13808 przewiduje jedynie klasę TBR (ang. *to be reported* – czyli „do zadeklarowania" oznacza, że producent jest proszony o dostarczenie odpowiednich informacji wraz z wyrobem).

Jako wymagane badania lepiszcza pozostałego po stabilizacji i starzeniu zgodnie z EN 14895 i EN 14769 (tablica nr 5 normy EN 13808), ze względu na całkowity brak doświadczeń z zastosowaniem tej metody we Francji, francuscy eksperci stwierdzili, iż producenci nie są w stanie wiążąco wypowiedzieć się co do wartości odnośnie swoich wyrobów (norma przewiduje wyłącznie klasę DV (ang. *declared value* – wartość deklarowana). Będący w trakcie opracowania francuski dokument aplikujący postanowienia normy EN 13808 nie przewiduje przyjęcia żadnych wymagań w tym zakresie, wprowadzając klasę NPD (ang. *no performance determined* czyli „właściwość użytkowa nie oznaczona", a więc zapis umożliwiający pominięcie danej właściwości w wymaganiach krajowych).

Inne metody badań emulsji stosowane we Francji

W uzupełnieniu wykazu badań zalecanych przez francuskie wymagania krajowe do normy EN 13808, należy wspomnieć o niektórych dodatkowych badaniach, będących przedmiotem potocznej praktyki we Francji.

Dwa niewątpliwie najważniejsze stanowią:

- ❖ pomiar pH (badanie wg EN 12850). Kwasowość rządzi licznymi właściwościami emulsji (stabilność, zachowanie przy rozpadzie...) i stanowi ważny element kontroli produkcji w wytwórniach;
- ❖ skłonność do rozwarstwiania (zestalania się) (badanie wg EN 12847) mierzona różnicą zawartości wody pomiędzy częściami górnymi a dolnymi próbki lepiszcza składowanego przez okres 7 dni. Mimo licznych zarzutów braku niezawodności, badanie to nadal wchodzi w skład regularnej praktyki francuskich laboratoriów.

Inne badania (jak np. pomiar wielkości cząsteczek asfaltu w emulsji) są stosowne raczej w laboratoriach centralnych przedsiębiorstw lub laboratoriach badawczych.

Stosowane kryteria wobec emulsji

Właściwości wyprodukowanej emulsji informują nas przede wszystkim o jej zachowaniu po wyprodukowaniu oraz podczas stosowania. Należy tu wymienić:

- ❖ stabilność przy składowaniu (odsiew, próba zestalania się, pH, granulometria),
- ❖ zdolność do pompowania, do skrapiania (lepkość, pozostałość na sicie),
- ❖ ciekłość, zwilżalność (lepkość),
- ❖ rozpad przy zetknięciu z podłożem lub kruszywem (indeks rozpadu, lepkość, pH),
- ❖ przyczepność (próba zanurzenia w wodzie).

Jeżeli chodzi o charakterystykę lepiszcza pozostałego po odparowaniu (zgodnie z EN 13074), posiadane przez nas we Francji na chwilę obecną wyniki są stosunkowo nieliczne, nie mamy zatem odpowiedniego poglądu co do rzeczywistego znaczenia klas zakładanych przez normę EN 13808 (tablica nr 4 normy).

Konkludując, można zatem powiedzieć, że „narzędzia", jakich dostarcza norma EN 13808, charakteryzują zachowanie emulsji podczas składowania, przemieszczania i stosowania. Jeżeli chodzi o właściwości emulsji po jej zastosowaniu, to są one bardziej dostosowane do technologii skrapiania. Natomiast w sposób niewystarczający są przystosowane do receptur emulsji w mieszankach mineralno-emulsyjnych. W tym drugim przypadku faktycznie niezbędne są kompleksowe badania nad mieszanką emulsja + kruszywo. Z tego względu przedsiębiorstwa wypracowały szereg specjalistycznych badań, różniących się w zależności od rodzaju wyrobu końcowego, jak np.: mieszanki mineralno-emulsyjne na zimno do cienkich dywaników, mieszanki mineralno-emulsyjne na zimno do warstw konstrukcyjnych i recyklingu itd.

Powierzchniowe utrwalenia i remonty cząstkowe

Charakterystyka technologii

Powierzchniowe utrwalenia jest to technologia utrzymaniowa, której główne zadanie stanowi przywracanie nawierzchni odpowiedniej szorstkości (przyczepności), przy jednoczesnym zapewnieniu szczelności powierzchni. Podstawowe jej atuty to fakt, że wykonywana jest w niewielkiej grubości, co pozwala na wysokie tempo realizacji robót oraz, jeśli zostanie właściwie wykonana, trwale odbudowuje jakość nawierzchni. Jest to technologia ekonomiczna, szczególnie dobrze dostosowana do wymogów techniczno-ekonomicznych utrzymania sieci drogowej drugorzędnej.

Powierzchniowe utrwalenia nie mają jednakże funkcji konstrukcyjnej ani wyrównawczej, można im zarzucać, że są hałaśliwe i wrażliwe we wczesnym etapie dojrzewania. Szczególnie narażone są na agresywne skutki działania ruchu drogowego oraz klimatu. Stąd znaczenie przyczepności oraz wspomnianych już właściwości lepiszcza wytrąconego z emulsji. Mimo tego emulsja w coraz większym stopniu jest wybierana jako lepiszcze do realizacji powierzchniowych utrwaleń.

Powodzenie powierzchniowego utrwalenia nie zależy wszakże jedynie od samej tylko receptury emulsji. W zależności od rodzaju podłoża,

przebiegu trasy (profil podłużny), natężenia ruchu, ekspozycji odcinka (części zacienione i nasłonecznione), klimatu (temperatury, wilgotność, wysokość npm), czy wreszcie rodzaju użytego asfaltu (twardość, asfalt modyfikowany) sprawą istotną jest wybór:

- ❖ najlepiej dostosowanej konstrukcji powierzchniowego utrwalenia (jednowarstwowa, jednowarstwowa z dodatkową warstwą grysową, dwuwarstwowa, jednowarstwowa z wstępną warstwą grysową);
- ❖ właściwego dozowania lepiszcza oraz kruszyw.

Do tego dodać należy wszystkie aspekty związane z samą realizacją budowy:

- ❖ wybór i wyregulowanie sprzętu;
- ❖ przygotowanie i wykonanie robót.

Wszystkie te elementy zostały zawarte w „Przewodniku Know How", opracowanym we Francji przez SETRA (SERVICE D'ETUDES TECHNIQUES DES ROUTES ET AUTOROUTES – Dział Badań Technicznych Dróg i Autostrad) oraz LCPC (LABORATOIRE CENTRAL DES PONTS ET CHAUSSES – Centralne Laboratorium Dróg i Mostów) (maj 1995), który służy jako poradnik dla całej branży. Jego uzupełnienie stanowi „ALOGEN" – program komputerowy pomocny przy sporządzaniu receptur, opracowany przez LCPC.

Powierzchniowe utrwalenie jest także świetnie dostosowane do lokalnych napraw. Zależnie od zakresu realizacja robót odbywa się za pomocą ręcznej lancy (drobne naprawy) lub za pomocą zautomatyzowanego sprzętu (kombajn PATA). Cysterny z emulsją i grysem są transportowane na tej samej ciężarówce, a operator uruchamia dozowanie obydwu składników albo na podstawie bezpośredniej oceny wizualnej, albo na podstawie obrazu przekazywanego przez podłączoną kamerę.

Emulsje do powierzchniowych utrwaleń i remontów cząstkowych

Emulsje do powierzchniowych utrwaleń są to z reguły emulsje o dużej zawartości lepiszcza (69% a czasem więcej), szybkorozpadowe, produkowane na asfalcie drogowym 70/100 lub 160/220. W przypadku dużego natężenia i trudnego ruchu (naciski styczne, podłoże o złej jakości) oraz surowych warunków klimatycznych (znaczne wahania temperatur), często stosuje się emulsje na bazie asfaltu modyfikowanego (najczęściej elastomerami rodzaju SBS lub lateksami). Emulsje do powierzchniowych utrwaleń, wykonywanych w szczególności na początku lub przy końcu sezonu budowlanego, podobnie jak emulsje modyfikowane, bywają nieraz lekko sfluksowane celem ulepszenia zwilżalności oraz początkowej przyczepności.

W tablicy nr 2 podano zalecane lub dopuszczalne klasy emulsji do powierzchniowych utrwaleń (wybrane we Francji z tablicy nr 3 normy EN 13808).

W przypadku emulsji do powierzchniowych utrwaleń, jej właściwości odgrywają pierwszoplanową rolę, gdyż muszą one zapewnić przyklejenie grysu i utrzymanie go w sposób trwały na nawierzchni. To wymaga współwystępowania dobrej przyczepności, kohezji oraz niskiej wrażliwości termicznej.

Jeżeli chodzi o przyczepność, to po pierwsze należy zapewnić przyczepność zwaną „czynną", to jest pierwotne przylepienie lepiszcza emulsyjnego zarówno do grysu jak i podłoża. Chociaż przy zastosowaniu emulsji „zwilżenie" kruszywa nie stanowi problemu, szybkie uformowanie się błony łączącej kruszywo zależy od kinetyki rozpadu lepiszcza oraz od jego lepkości. Tą kinetyką da się sterować przy pomocy receptury emulsji (rodzaj i zawartość emulgatora, pH, granulometria),

Tablica 2 – Propozycje wymagań wobec emulsji do powierzchniowych utrwaleń we Francji

		Wymagania – klasy właściwości kationowych emulsji asfaltowych									
Właściwości techniczne	**Dokument**	**Jednostka**	**Klasa 1**	**Klasa 2**	**Klasa 3**	**Klasa 4**	**Klasa 5**	**Klasa 6**	**Klasa 7**	**Klasa 8**	**Klasa 9**
Indeks rozpadu	EN 13075-1	brak	TBR	≤80	50–100	70–130	120–180	170–230	≥220	–	–
Zawartość lepiszcza (miara zawartości wody)	EN 1428	% (m/m)	TBR	38–42	48–52	53–57	58–62	63–67	65–69	67–71	> 71
Zawartość destylatu olejowego	EN 1431	% (m/m)	TBR	≤2,0[*]	≤3,0	≤5,0	≤8,0	≤10,0	5-15	> 15	–
Czas wypływu 2 mm przy 40°C	EN 12846	s	TBR	≤20	15–45	35–80	70–130	–	–	–	–
Czas wypływu 4 mm przy 40°C	EN 12846	s	TBR	–	–	–	–	10–45	30–70	50–100	–
Pozostałość na sicie	EN 1429										
Sito 0,5 mm		% (m/m)	TBR	≤0,1	≤0,2	≤0,5	–	–	–	–	
Sito 0,16 mm		% (m/m)	TBR	≤0,25	≤0,5	–	–	–	–	–	
Przyczepność	EN 13614	% pokrycia	TBR	≥75	≥90	–	–	–	–	–	
Składowalność	EN 1429										
Sito 0,5 mm		% (m/m)	TBR	≤0,1	≤0,2	≤0,5	–	–	–	–	
Lepkość dynamiczna przy 40°C	EN 14896	M Pa.s	TBR	DV	–	–	–	–	–	–	–

[*] Jeśli zawartość wynosi 0%, producent powinien to zadeklarować

wymagania zalecane wymagania dopuszczalne wymagania niezalecane

Tablica nr 3 – Propozycje wymagań wobec emulsji do remontów cząstkowych (remonter, kombajn PATA) we Francji

		Wymagania – klasy właściwości kationowych emulsji asfaltowych								
Właściwości techniczne	**Dokument**	**Jednostka**	**Klasa 1**	**Klasa 2**	**Klasa 3**	**Klasa 4**	**Klasa 5**	**Klasa 6**	**Klasa 7**	**Klasa 8**
Indeks rozpadu	EN 13075-1	brak	TBR	≤80	50–100	70–130	120–180	170–230	≥220	–
Zawartość lepiszcza (miara zawartości wody)	EN 1428	% (m/m)	TBR	38–42	48–52	53–57	58–62	63–67	65–69	67–71
Zawartość destylatu olejowego	EN 1431	% (m/m)	TBR	≤2,0[*]	≤3,0	≤5,0	≤8,0	≤10,0	5-15	> 15
Czas wypływu 2 mm przy 40°C	EN 12846	s	TBR	≤20	15–45	35–80	70–130	–	–	–
Czas wypływu 4 mm przy 40°C	EN 12846	s	TBR	–	–	–	–	10–45	30–70	50–100
Pozostałość na sicie	EN 1429									
Sito 0,5 mm		% (m/m)	TBR	≤0,1	≤0,2	≤0,5	–	–	–	–
Sito 0,16 mm		% (m/m)	TBR	≤0,25	≤0,5	–	–	–	–	–
Przyczepność	EN 13614	% pokrycia	TBR	≥75	≥90	–	–	–	–	–
Składowalność	EN 1429									
Sito 0,5 mm		% (m/m)	TBR	≤0,1	≤0,2	≤0,5	–	–	–	–
Lepkość dynamiczna przy 40°C	EN 14896	M Pa.s	TBR	DV	–	–	–	–	–	–

[*] Jeśli zawartość wynosi 0%, producent powinien to zadeklarować

wymagania zalecane wymagania dopuszczalne wymagania niezalecane

jednakże będzie ona również zależeć od rodzaju i czystości kruszywa, dozowania na podłoże, jak również od szeregu czynników zewnętrznych, takich jak temperatura, wilgotność, wiatr.

Gdy zrealizowane zostało już pierwotne sklejenie, musi ono pozostać odporne na działanie wody. To jest tak zwana przyczepność „bierna" która oceniana jest poprzez badanie przyczepności z kruszywem, opisane w normie EN 13614. Tutaj także, czystość oraz rodzaj mineralogiczny kruszywa odgrywają istotną rolę. W emulsji, przyczepność bierna kontrolowana jest głównie poprzez wybór i zawartość emulgatora oraz – w mniejszej skali – poprzez wybór asfaltu.

Do lokalnych napraw (remontów cząstkowych) używane są zasadniczo te same emulsje, co do powierzchniowych utrwaleń, jednakże o mniejszej lepkości, aby ułatwić aplikację. Wybiera się zatem raczej emulsje o zawartości 65% czystego asfaltu, nie modyfikowane.

W tablicy nr 3 podano zalecane lub dopuszczalne klasy emulsji do remontów cząstkowych (wybrane we Francji z tablicy nr 3 normy EN 13808).

Skropienia międzywarstwowe – warstwy sczepne

Nie ma zapewne potrzeby przypominać znaczenia właściwego połączenia warstw nawierzchni asfaltowych dla zapewnienia prawidłowego funkcjonowania oraz trwałości konstrukcji drogi.

We Francji wszystkie podmioty związane z budownictwem drogowym są o tym głęboko przekonane, tym bardziej iż dobra jakość sklejenia stanowiła pierwszorzędny czynnik sukcesu wszystkich technologii dążących do coraz to cieńszych warstw ścieralnych oraz do specjalnych mieszanek asfaltowych (od mikro-dywaników do ultra-mikro dywaników, warstwy drenażowe).

W przypadkach tradycyjnych, emulsje do skropień międzywarstwowych (tzw. warstw sczepnych) są to najczęściej emulsje takie jak stosowane do powierzchniowych utrwaleń, ale o mniejszej zawartości asfaltu (60%). Są to oczywiście emulsje szybkorozpadowe i niefluksowane, celem uniknięcia problemów związanych z tzw. „wypacaniem". Regułą generalną jest stosowanie emulsji na bazie asfaltu drogowego, natomiast emulsje na bazie asfaltu modyfikowanego są stosowane przy najbardziej zaostrzonych warunkach obciążenia nawierzchni ruchem, to znaczy pod cienkimi warstwami ścieralnymi lub pod mieszankami drenażowymi.

Zwyczajowe dozowanie lepiszcza wytrąconego z emulsji przedstawia się następująco:

- ❖ pod warstwy betonu asfaltowego ≥300 g/m^2
- ❖ pod cienkim i bardzo cienkim betonem asfaltowym ≥400 g/m^2
- ❖ pod ultra-cienkim betonem asfaltowym 400 do 700 g/m^2
- ❖ pod mieszanką drenażową 400 do 900 g/m^2 (wg szczelności)

W tablicy nr 4 podano zalecane i dopuszczalne klasy emulsji do skropień międzywarstwowych (wybrane we Francji z tablicy nr 3 normy EN 13808).

Emulsje specjalne do skropień międzywarstwowych

Ponieważ tradycyjne emulsje do skropień międzywarstwowych mają skłonność do klejenia się do kół ciężarówek zaopatrujących budowę, oferowane są emulsje zwane „emulsjami czystymi".

Emulsje te zawierają asfalty twardsze (35/50 lub 20/30, a nawet 10/20), przy zapewnieniu jak najszybszego rozpadu emulsji na podłożu. Emulsje te są jednakże trudniejsze do wyprodukowania, zaś ich stabilność przy składowaniu jest ograniczona. Stąd możliwe są dwa podejścia :

Tablica 4 – Propozycje wymagań wobec emulsji do skropień międzywarstwowych we Francji

		Wymagania – klasy właściwości kationowych emulsji asfaltowych									
Właściwości techniczne	**Dokument**	**Jednostka**	**Klasa 1**	**Klasa 2**	**Klasa 3**	**Klasa 4**	**Klasa 5**	**Klasa 6**	**Klasa 7**	**Klasa 8**	**Klasa 9**
Indeks rozpadu	EN 13075-1	brak	TBR	≤80	50–100	70–130	120–180	170–230	≥220	–	–
Zawartość lepiszcza (miara zawartości wody)	EN 1428	% (m/m)	TBR	38–42	48–52	53–57	58–62	63–67	65–69	67–71	> 70
Zawartość destylatu olejowego	EN 1431	% (m/m)	TBR	≤2,0[*]	≤3,0	≤5,0	≤8,0	≤10,0	5-15	> 15	–
Czas wypływu 2 mm przy 40°C	EN 12846	s	TBR	≤20	15–45	35–80	70–130	–	–	–	–
Czas wypływu 4 mm przy 40°C	EN 12846	s	TBR	–	–	–	–	10–45	30–70	50–100	–
Pozostałość na sicie	EN 1429										
Sito 0,5 mm		% (m/m)	TBR	≤0,1	≤0,2	≤0,5	–	–	–	–	
Sito 0,16 mm		% (m/m)	TBR	≤0,25	≤0,5	–	–	–	–	–	
Składowalność	EN 1429										
Sito 0,5 mm		% (m/m)	TBR	≤0,1	≤0,2	≤0,5	–	–	–	–	
Lepkość dynamiczna przy 40°C	EN 14896	M Pa.s	TBR	DV	–	–	–	–	–	–	

[*] Jeśli zawartość wynosi 0%, producent powinien to zadeklarować

wymagania zalecane wymagania dopuszczalne wymagania niezalecane

- ❖ receptura emulsji o natychmiastowym rozpadzie lecz o ograniczonym czasie składowania. Emulsja taka musi zostać wykorzystana zaraz po wyprodukowaniu;
- ❖ receptura emulsji dającej się składować, a której rozpad zostaje przyspieszony odpowiednim składnikiem dodawanym podczas aplikacji.

Celem sprawdzenia jakości emulsji do warstwy sczepnej, jak również odpowiedniego dozowania, rozwinięto szereg metod badawczych. W głównej mierze polegają one na poddawaniu złącza międzywarstwowego siłom odrywania lub ścinania naciskiem stycznym lub skrętnym. Badania te mogą być przeprowadzane na złączach międzywarstwowych wytworzonych w laboratorium, jednak głównie bywają wykorzystywane do celów kontroli na odwiertach próbek pobranych z drogi. Badania te zostały rozwinięte w Niemczech, Szwajcarii, Hiszpanii jak również w Wielkiej Brytanii.

Mieszanki mineralno-emulsyjne na zimno (ECF) do cienkich warstw

Technologia tego rodzaju mieszanek układanych na zimno bierze swój początek z zaprawy asfaltowej (fr. *coulis*), z którą najpierw, począwszy od roku 1920 eksperymentowano w Niemczech, a następnie została wprowadzona we Francji. Technologia zapraw asfaltowych odpowiada mniej więcej amerykańskiej technologii *Slurry Seal*.

Po szeregu niepowodzeń technologia *coulis* została we Francji zarzucona. Okazało się, że nie zapewnia ona wystarczającej szorstkości warstw ścieralnych, a jej trwałość pozostaje wyraźnie niedostateczna.

To wyjaśnia, dlaczego ustąpiła ona miejsca technologii ECF (fr. *enrobes coules a froid* – mieszanka asfaltowa układana na zimno).

ECF są to głównie mieszanki przeznaczone do warstw powierzchniowych, których zadaniem jest zapewnienie właściwej przyczepności z podłożem oraz, w zależności od poszczególnych przypadków, szczelności warstwy. Charakteryzują się one wyłącznym użyciem kruszywa ze skał litych, o uziarnieniu wyższym lub równym 6 mm (czasami 4 mm w przypadkach słabego ruchu i ograniczonej szybkości jak na przykład na powierzchniach parkingowych). Najczęściej stosuje się emulsje kationowe na asfalcie modyfikowanym za pomocą dodatku polimerów. Mieszanki ECF są wyrobem bardzo zbliżonym do amerykańskich *Micro Surfacing*.

W porównaniu z technologią zapraw (*coulis*), mieszanki ECF charakteryzują się dużo lepszą szorstkością oraz zwiększoną trwałością. To właśnie spowodowało ich rozwój we Francji, gdzie ich zastosowanie wzrosło z 11 milionów m^2 w 1996 r. do blisko 30 milionów m^2 w 2004 r. Mieszanki ECF, dzięki niewielkiej grubości i dużej prędkości układania oraz szybkiego oddania pod ruch, są wyjątkowo dobrze dostosowane do prac utrzymaniowych w strefach miejskich (60% rynku), jednak równie dynamicznie rozwijają się na sieci dróg departamentalnych (30%), a nawet na autostradach (10%).

Uprzywilejowaną dziedziną zastosowania mieszanek ECF pozostają oczywiście warstwy ścieralne układane zarówno na nowych, jak i remontowanych drogach. Mieszanki ECF zapewniają doskonałą przyczepność oraz bardzo dobrą trwałość. Jednocześnie, ze względu na szybkość realizacji oferują wyjątkowo interesujący stosunek cena/jakość. Nie mają jednakże właściwości konstrukcyjnych, a zatem nie powinny być stosowane na podłożach o dużym stopniu deformacji.

Wysoka szorstkość, szczególnie w recepturach nieciągłych, pozwala na ich stosowanie w miejscach o podwyższonej wypadkowości.

W przypadkach budów podlegających zwiększonym obciążeniom ruchu ciężkiego, technologie ECF mogą także być stosowane jako warstwy sczepne.

Coraz wyraźniejsze staje się zapotrzebowanie na użycie emulsji specjalnych na bazie jasnego lepiszcza syntetycznego, pozwalających na realizację kolorowych warstw ECF na chodnikach, ścieżkach pieszych i rowerowych, stref oddzielających pasy drogowe itp.

Składniki mieszanek ECF

Produkcja oraz stosowanie mieszanek ECF odbywa się przy pomocy mobilnych urządzeń wykonujących jednocześnie rozliczne funkcje:

- magazynowanie składników: kruszywa, emulsji, wody, regulatorów rozpadu, dodatków uszlachetniających;
- dozowanie i mieszanie składników;
- rozkładanie warstwy ECF urządzeniem podpiętym do pojazdu silnikowego.

Kruszywa ze względu na swą twardość, strukturę i uziarnienie, powinny zapewnić szorstkość i trwałość warstwy z mieszanki ECF. Z tego powodu wybierane są skały lite, całkowicie przekruszone. Rodzaj mineralogiczny, zawartość frakcji pylastych, właściwości kruszywa, a zwłaszcza stałość tych parametrów, odgrywają istotną rolę przy projektowaniu receptur mieszanek ECF.

Do kruszywa dodawane są w pewnej proporcji specjalne mączki, a mianowicie wapienna lub cementowa, które mogą odgrywać (w zależności od założeń danej receptury) rolę regulatora rozpadu, ale zarazem podnoszą odporność na starzenie oraz kohezję mieszanki.

Wykorzystanie włókien (od 0,1 do 0,2% w stosunku do kruszywa), podobnie jak w technologii GRIPFIBRE EUROVII, pozwala na podniesienie parametrów mieszanki ECF. Włókna bowiem przeciwstawiają się segregacji oraz spływowi emulsji, a także podnoszą kohezję mieszanki. Pozwalają w ten sposób stosować mieszanki o uziarnieniu nieciągłym, które wykazują o wiele lepszą makroteksturę przy zachowaniu gwarancji trwałości.

Dodatek wody (od 8 do 12%) ma za zadanie zapewnienie wstępnego zwilżenia kruszywa oraz ułatwienia mieszania. Stanowi także element korygujący, pozwalający na regulację urabialności podczas wykonywania warstwy z mieszanki ECF.

Podczas stosowania ECF reguluje się prędkość rozpadu emulsji, a zatem wzrost kohezji mieszanki, poprzez dodawanie wraz z wodą mniejszej lub większej ilości (do 0,5%) powierzchniowo aktywnych dodatków opóźniających. Pozwala to skorygować wahania (charakterystyka materiałów, warunki meteorologiczne) jakie w sposób nieunikniony zachodzą na budowach.

Zasadą generalną jest, że emulsje stosowane w większości receptur ECF są emulsjami kationowymi o zawartości asfaltu 60% lub 65%, przy czym ilość lepiszcza wytrąconego z emulsji w stosunku do masy suchego kruszywa wynosi zwykle od 5,5% do 8,5%. Aby jak najlepiej sprostać wymogom kohezji i trwałości, najczęściej stosuje się emulsje na asfalcie modyfikowanym polimerem (typu elastomer lub plastomer). Stosowane asfalty są to najczęściej specjalnie wyselekcjonowane odmiany asfaltów modyfikowanych. Prędkość rozpadu tych emulsji dobierana jest w taki sposób, by rozpad następował możliwie jak najszybciej po ułożeniu mieszanki ECF.

Opracowanie emulsji do technologii ECF nie jest łatwe, gdyż musi ona być dostosowana do wybranego kruszywa oraz pozwalać na uzyskanie jak najlepszego kompromisu zasadniczo sprzecznych wymogów: zapewnienie dobrej mieszanki o odpowiedniej urabialności, zarazem gwarantując szybki wzrost kohezji, odporność na segregację oraz trwałość dywanika ECF. Stworzenie receptury takiej emulsji możliwe jest jedynie na podstawie licznych przeprowadzanych w praktyce prób na mieszankach emulsji z kruszywem oraz symulacji ich zachowania na poszczególnych etapach realizacji na budowie. Uzyskane w ten sposób recepty emulsji stanowią ściśle chronione tajemnice technologiczne przedsiębiorstw.

Projektowanie składu ECF

Celem opracowania projektów receptur większość francuskich przedsiębiorstw przeprowadza w całości lub częściowo badania amerykańskie, niejednokrotnie dokonując ich modyfikacji w taki sposób, który uczyni je surowszymi, a więc bardziej wiarygodnymi przy ocenie. Wiele firm wypracowało także swoje własne metody oceniania.

Regułą generalną jest, że projektowanie receptur mieszanki ECF składa się zawsze z następujących etapów:

1) Projektowanie wstępne, które pozwala:
   - sprawdzić zgodność głównych składników (emulsji i kruszywa) w szczególności pod względem ich połączenia oraz przyczepności;
   - określić skład (zawartość wody, opóźniaczy itp.), który zagwarantuje wystarczające okresy urabialności na etapie stosowania mieszanki na budowie (urabialność ECF oraz prędkość rozpadu emulsji);
2) Ocena prędkości wzrostu kohezji, który warunkuje termin oddania nawierzchni do ruchu. Jest to badanie aparatem do oznaczania kohezji „Benedict" (według normy EN 12274-4), polegające na pomiarze oporu na skręt płytki gumowej o średnicy 32 mm założonej na próbkę ECF o średnicy 60 mm oraz grubości od 6 do 8 mm;
3) Badania parametrów na próbkach mieszanki ECF po dojrzewaniu, celem zapewnienia odpowiednich jej właściwości oraz trwałości. Próba WTAT (według normy EN 12274-5) wykonywana jest na próbkach ECF o średnicy 280 mm, uprzednio poddanych dojrzewaniu w suszarce w temperaturze 60°C. Takie próbki zostają następnie zanurzone w wodzie, a potem poddawane ścierającemu działaniu gumowej łyżwy, która przesuwa się na powierzchni próbki ruchem rotacyjnym.

Mieszanki mineralno-emulsyjne na zimno do budowy warstw konstrukcyjnych

Mieszanki mineralno-emulsyjne na zimno do budowy warstw konstrukcyjnych, stosowane we Francji, zaliczają się do jednego z trzech rodzajów:

a) mieszanki mineralno-emulsyjne (GE), stosowane do warstw podbudów (Typ S – grubość od 6 do 15 cm) lub wyrównawczych (Typ R – grubość od 0 do 12 cm), w których wymiar kruszywa może wynosić od 10 do 20 mm. Zawartość asfaltu jest rzędu od 3,8% do 4,5%. Mieszanki GE najczęściej układane są za pomocą równiarki;

b) betony asfaltowe na zimno (BBF) są mieszankami opracowanymi dla warstw ścieralnych i stosowanymi w różnych grubościach (dochodzących do 8 cm, lecz na ogół nie przekraczających 2 do 5 cm). Uziarnienie (0/10 lub 0/14) jest mniej lub bardziej nieciągłe. Mieszanki te są trudniejsze w użyciu od mieszanek mineralno-emulsyjnych GE, gdyż pożądane jest całkowite pokrycie kruszywa przy zawartości od 5,5 do 6% lepiszcza wytrąconego z emulsji. Zasadniczo ich układanie odbywa się za pomocą układarki;
c) Mieszanki do magazynowania (składowane od kilku tygodni do kilku miesięcy). Są to mieszanki, co do których brak jest wymagań wysokich parametrów mechanicznych. Mieszanki te są produkowane przy zastosowaniu emulsji z asfaltów fluksowanych i przeznaczone do wykonywania drobnych napraw.

Biorąc pod uwagę doświadczenia blisko 30 lat, można powiedzieć, że mieszanki mineralno-emulsyjne (GE) zdały egzamin w warstwach wyrównawczych dróg obciążonych średnim ruchem. Niemniej nie powinny być intensywnie eksploatowane w pierwszym okresie, należy uważać na ruch sprzętu budowlanego. Jeśli chodzi o układanie, należy unikać pory wczesno wiosennej, a zwłaszcza późno jesiennej.

Betony asfaltowe na zimno (BBF) są trudniejsze w zastosowaniu jeśli chodzi o otaczanie lepiszczem, urabialność i zagęszczanie. Prowadzi to do wypracowywania przez firmy rozmaitych procedur autorskich. Betony asfaltowe na zimno mogą być układane na lekko zdeformowanych podłożach. Są one szczególnie dobrze dostosowane do utrzymania sieci dróg drugorzędnych. Należy oczywiście przestrzegać podobnych środków bezpieczeństwa przy układaniu jak w przypadku mieszanek mineralno-emulsyjnych GE, tym bardziej, że chodzi tu przecież o warstwy ścieralne.

Do mieszanek typu GE lub BBF może być zastosowany destrukt (na wytwórni lub na budowie). Recykling w wytwórni odbywa się z użyciem asfaltu miękkiego lub regenerowanego. Pozwala to na wytwarzanie mieszanek typu GE lub BBF z zastosowaniem destruktu w ilości zwykle do 15%, a czasem dochodzącym blisko 100%. Dobre oznaczenie właściwości destruktu oraz jego właściwe przygotowanie przez kruszenie i/lub przesiew (destrukt o jednorodnym składzie) stanowi główny czynnik zapewniający powodzenie tej technologii.

Recykling na miejscu ma znaczenie głównie dla sieci drugorzędnej (ruch lekki do średniego). Przy tej technologii, sprawą o podstawowym znaczeniu jest przeprowadzenie studium wykonalności za pomocą rozpoznania konstrukcji, odwiertów i badań laboratoryjnych mieszanek. Recykling może być wykonywany przy pomocy emulsji lub asfaltu spienionego. Tu także należy przestrzegać ograniczeń technologicznych, unikając prowadzenia prac pod koniec sezonu budowlanego oraz w odpowiedni sposób chroniąc warstwę materiału z recyklingu.

Aby wspomóc rozmaite podmioty sektora drogowego, CFTR (fr. COMITE FRANCAIS POUR LES TECHNICQUES ROUTIERES – Francuski Komitet ds. Technologii Drogowych) opracował i wydał w 2003 r. „Przewodnik Technologiczny" na temat „Recyklingu miejscowego na zimno istniejących dróg". Publikacja ta opisuje różne możliwe technologie recyklingu oraz dostarcza zaleceń odnośnie właściwego wyboru technologii, sprzętu oraz badań recepturowych i kontrolnych.

Emulsje do mieszanek i recyklingu na zimno

Ogólnie można powiedzieć, że emulsje stosowane do mieszanek mineralno-emulsyjnych lub recyklingu na zimno są to emulsje o zawartości 60% lub 65% asfaltu niemodyfikowanego, przy czym czasami w przypadku recyklingu ma miejsce dodatek substancji regenerującej. Podobnie jak w przypadku ECF, receptura emulsji powinna brać pod uwagę rodzaj stosowanego kruszywa oraz uwzględniać takie wymagania jak: otoczenie asfaltem, urabialność, wzrost kohezji. Tu również wypracowanie odpowiedniej emulsji musi opierać się na badaniach przeprowadzonych na rzeczywistej mieszance. Receptury te natomiast stanowią własność poszczególnych przedsiębiorstw.

Projektowanie składu mieszanek

Aktualnie wszystkie procedury projektowania receptur opierają się na wstępnych badaniach otaczania asfaltem oraz urabialności, mających za zadanie docelowe określenie recepty emulsji (rodzaj oraz zawartość emulgatorów), jak również zawartości wody. Następnie w grę wchodzą badania, których zadaniem jest z jednej strony sprawdzenie zdolności do zagęszczania, a z drugiej strony weryfikacja mechanicznych charakterystyk mieszanki. Do tych celów wykorzystuje się prasę żyratorową (PCG), jak również badanie DURIEZ (przed i po zanurzeniu w wodzie).

W przypadku technologii emulsyjnych badania te (wyłączywszy mieszanki na gorąco) pozostają jednakże niemiarodajne (dla przykładu, procedura zagęszczania DURIEZ daje zawyżone wartości zagęszczenia, których nie osiąga się na budowie). Z tego powodu podjęte zostały poważne starania zarówno w gronie przedsiębiorstw, jak i organizacji branżowych, czy też za pośrednictwem europejskich projektów badawczych (OPTEL, SCORE), aby wypracować bardziej właściwe metodologie projektowania receptur.

Specyfika mieszanek mineralno-emulsyjnych oraz nowe metody badań

Specyfika mieszanek mineralno-emulsyjnych polega na tym, że produkt finalny uzyskiwany jest dopiero na samym końcu całego szeregu procesów związanych z rozpadem emulsji, koalescencji błony asfaltowej, odparowaniem wody i zagęszczeniem pod ruchem. Procesom tym towarzyszą poszczególne etapy produkcji, wbudowywania, zagęszczania mechanicznego oraz dojrzewania mieszanki, które powinny zostać uwzględnione przy ustalaniu składu mieszanek. Innymi słowy, potrzebne są miarodajne badania, które scharakteryzują ich zachowanie podczas otaczania lepiszczem, urabialność oraz podatność na zagęszczenie.

Podobnie, ocena właściwości mechanicznych wymaga odpowiednich metod przygotowania próbek laboratoryjnych, tak by były one reprezentatywne, jak również odpowiednich procedur przyspieszonego dojrzewania. Ostatnio przygotowano szereg nowych procedur w tym zakresie.

Podsumowanie

Różnorodność technologii, których przegląd przedstawiono, ilustruje jak liczne i zróżnicowane są dziedziny zastosowania emulsji. Emulsje stanowią coraz lepiej znany i doceniany wyrób nie tylko w zakresie teoretyczno-badawczym, lecz także przede wszystkim, w zakresie praktycznym ze względu na bogate doświadczenia wynikające z szerokiego stosowania.

Odnośnie mieszanek mineralno-emulsyjnych i recyklingu należy stwierdzić, że badania w tej dziedzinie są szczególnie intensywne. To zaś pozwala sądzić, że nadal będą rozwijane odpowiednie technologie. Tym bardziej, że emulsja, w stopniu wyższym niż kiedykolwiek, stanowi wyrób, będący odpowiedzią na obecne starania zapewnienia ochrony środowiska, bezpieczeństwa oraz oszczędności zasobów naturalnych i energetycznych.

Artykuł prezentowany przez Autora na XV Seminarium PSWNA w kwietniu 2007 r.

Tłumaczenie z języka francuskiego – Ewa Mukoid
Opracowanie redakcyjne – Bohdan Żurek

Biblioteka

SMA. Teoria i praktyka

Recenzja książki

Po trzech latach od ukazania się drugiego, uzupełnionego wydania doskonałego poradnika **Technologia warstw asfaltowych**, autorów: Krzysztofa Błażejowskiego i Stanisława Styka, doczekaliśmy się niezwykle interesującej i pouczającej monografii, poświęconej tylko mieszankom mastyksowo-grysowym SMA. W lipcu 2007 r. firma Rettenmaier Polska wydała monografię: **SMA. Teoria i praktyka**, autorstwa Krzysztofa Błażejowskiego.

Szczegółowy spis treści zajmuje prawie 10 stronic książki i przekracza ramy tej krótkiej recenzji, ale informuję, że rozdziały monografii mają następujące tytuły:

Przedmowa, napisana przez prof. Józefa Judyckiego z Politechniki Gdańskiej
Od autora i podziękowania (3 stronice)
1. **Idea SMA** (12 stronic)
2. **Szkielet grysowy** (15 stronic)
3. **Mastyks** (24 stronic)
4. **Stabilizatory** (18 stronic)
5. **Wymagania wobec materiałów do SMA** (28 stronic)
6. **Projektowanie składu SMA** (45 stronic)
7. **Przegląd metod projektowania SMA** (50 stronic)
8. **Analizy i badania laboratoryjne** (41 stronic)
9. **Produkcja mieszanki SMA** (17 stronic)
10. **Transport i wbudowywanie mieszanki SMA** (73 stronice)
11. **Problemy** (36 stronic)
12. **Cechy warstwy SMA** (51 stronic)
13. **Specjalne zastosowania SMA** (30 stronic)
14. **Normy Europejskie związane z SMA** (41 stronic)

Zakończenie (1 stronica)
Załącznik 1. Zależności masy i objętości (10 stronic)
Załącznik 2. Parametry mieszanek mineralno-asfaltowych (10 stronic)
Załącznik 3. Przegląd krzywych granicznych uziarnienia SMA stosowanych w różnych krajach (29 stronic)
Spis norm (4 stronice)
Słownik (1 stronica)
Spis literatury (418 pozycji na 27 stronicach).

Książka recenzowana była przez dr. inż. Bohdana Dołżyckiego, dr. inż. Piotra Jaskułę oraz piszącego niniejsze słowa. Oprócz wymienionych „oficjalnych" recenzentów, w dziele tworzenia książki wzięło udział szereg osób, które Autor wymienił na początku książki. Warto dodać, że wśród nich było wiele osób spoza Polski.

Książka zawiera monograficzny przegląd informacji dotyczących mieszanki mastyksowo-grysowej SMA (ang. *Stone Mastic Asphalt*; niem. *Splittmastixasphalt*). Omówiono w niej historię powstania koncepcji SMA, podstawowe składniki, zasady i metody projektowania stosowane na świecie. Produkcja mieszanki mineralno-asfaltowej i technologia wbudowywania została przedstawiona razem z przeglądem występujących trudności i kłopotów, z którymi muszą się zmierzyć zarówno pracownicy laboratorium, jak i wykonawcy robót nawierzchniowych. Przedstawiono szereg informacji o nietypowych lub specjalnych zastosowaniach SMA. W książce podano informacje o Normach Europejskich związanych z tematyką SMA i sposobie ich interpretacji.

Niezwykle celnie ocenił książkę profesor Józef Judycki, który w przedmowie napisał:

Książka „SMA. Teoria i praktyka" jest obszerną monografią współczesnej wiedzy o mieszankach mastyksowo-grysowych SMA. Przedstawia obszerne, najnowsze informacje o projektowaniu składu, badaniach laboratoryjnych i terenowych, produkcji, wbudowywaniu oraz właściwościach użytkowych nawierzchni z SMA. Materiał ten jest wynikiem wielkiej pracy Autora i studiów licznych publikacji na temat SMA z różnych krajów.

Mieszanki mineralno-asfaltowe są materiałem o niezwykle skomplikowanych właściwościach fizyko-mechanicznych, w dużym stopniu zależnych od temperatury, warunków obciążenia i czasu użytkowania. Mimo, że są stosowane w budownictwie drogowym od ponad 100 lat wciąż nie opracowano ścisłej teorii tych materiałów. Wiadomo też, że nawet stosunkowo małe zmiany ich składu, albo warunków produkcji lub wbudowania mogą mieć bardzo istotny wpływ na właściwości i jakość nawierzchni. SMA jest nowszą odmianą mieszanek mineralno-asfaltowych, o szczególnie interesujących cechach, która od około 20 lat wkracza coraz szerzej do budownictwa drogowego.

Znajomość właściwości mieszanek mineralno-asfaltowych jest warunkiem koniecznym budowy dobrych dróg. Książka, którą macie Państwo w rękach, może być przydatna dla wszystkich osób zajmujących się nawierzchniami drogowymi. Doświadczonym inżynierom i technikom może pomóc w rozwiązywaniu trudnych problemów technologicznych na budowach. Pracownikom laboratoriów drogowych umożliwi polepszenie metod projektowania składu mieszanek. Studentom inżynierii lądowej o specjalności „budowa dróg" wyjaśni istotę mieszanek mastyksowo-grysowych SMA. Pracownikom uczelni technicznych i techników pozwoli na usystematyzowanie nowej wiedzy i uatrakcyjnienie zajęć dydaktycznych. Z całym przekonaniem książkę tę mogę polecić wszystkim zainteresowanym problemami nawierzchni asfaltowych".

Podzielając w pełni opinię prof. J. Judyckiego, chcę jedynie dodać kilka szczegółowych uwag, które wynikają z wielogodzinnych dyskusji z Autorem w trakcie Jego pracy nad tą książką oraz przeczytania jej po opublikowaniu.

Wszyscy, którzy znają osobiście Autora z jego licznych publikacji lub uczestnictwa w seminariach i konferencjach z jego udziałem, podkreślają precyzję sformułowań i przystępny sposób przedstawiania nawet najtrudniejszych zagadnień technicznych i technologicznych. Wspomniane na wstępie obydwa wydania „Poradnika" z lat 2000 i 2004 są tego klasycznym przykładem, a ostatnia książka ugruntowuje ten pogląd.

Rozdziały od 2 do 14 zakończone są syntetycznymi wnioskami wynikającymi z treści każdego z tych rozdziałów. Czytelnik, który poszukuje „wiedzy w pigułce" znajdzie ją więc na stronicach w kolorze zielonym. Dociekliwi Czytelnicy pragnący przejrzeć krzywe graniczne uziarnienia mieszanki mineralnej do SMA, opracowane w różnych krajach świata, powinni zajrzeć do załącznika 3.

Jednak wszystkich drogowców zajmujących się nawierzchniami asfaltowymi zachęcam do rozpoczęcia lektury książki od załącznika 1, a następnie przestudiowania załącznika 2. Bez przyswojenia sobie nowego słownictwa i definicji gęstości, które bardzo szybko zmieniały się w ciągu ostatnich lat, niektórzy Czytelnicy mogą mieć kłopoty z pełnym przyswojeniem sobie aktualnej wiedzy o mieszankach mineralno-asfaltowych.

Zwracam również uwagę Czytelników na rozdział 14, w którym Autor przedstawił najpełniejszy przegląd Norm Europejskich związanych co prawda z SMA, ale wnioski wynikające z tego rozdziału dotyczą wszystkich mieszanek mineralno-asfaltowych. Nikt jeszcze dotąd nie dał tak wyczerpujących wyjaśnień związanych z interpretacją uzyskiwanych wyników badań kontrolnych na wytwórni mma, prowadzonych w ramach Zakładowej Kontroli Produkcji mma wg EN 13108-21 *Mieszanki mineralno-asfaltowe – Wymagania – Część 21: Zakładowa Kontrola Produkcji*, jak to zrobił Krzysztof Błażejowski w książce: **SMA. Teoria i praktyka**. Jeżeli uwzględni się przy tym fakt, że od marca 2008 roku wszyscy producenci mieszanek mineralno-asfaltowych w Unii Europejskiej zobowiązani są do prowadzenia ZKP wg EN 13108-21 i oceny zgodności mma wg systemu 2+, to już to jest wystarczającym argumentem, aby książka ta stała się bestsellerem poszukiwanym przez drogowców.

Na szczególną uwagę zasługuje również piękna szata edytorska książki wydrukowanej na dobrym papierze z licznymi kolorowymi ilustracjami, które osobiście przygotował Autor i zdjęciami wykonanymi przez niego lub uzyskanymi od innych osób lub instytucji.

Jako starszy kolega Autora, uczący się drogownictwa od 55 lat oraz chętnie dzielący się z innymi swoją wiedzą i doświadczeniem, mogę z całą odpowiedzialnością rekomendować monografię: **SMA. Teoria i praktyka** wszystkim obecnym drogowcom i tym, którzy chcą być drogowcami.

Osobiście jestem zachwycony tą monografią i bardzo serdecznie dziękuję Krzysztofowi Błażejowskiemu oraz firmie JRS Rettenmaier Polska Sp. z o.o. za tak wartościową i piękną książkę.

Konrad Jabłoński

Zintegrowany System Zarządzania wg norm:
Bezpieczeństwo i Higiena Pracy PN-N-18001
Środowisko ISO 14001
Jakość ISO 9001
Certyfikat Zakładowej Kontroli Produkcji

ASFALTY DROGOWE

Jakość, Komfort, Bezpieczeństwo

Jesteśmy liderem w sprzedaży asfaltu w Polsce
oraz czołowym producentem w Europie.
Naszej jakości zaufały największe firmy europejskie.

Produkujemy:
- asfalty drogowe klasyczne i modyfikowane MODBIT
- drogowe emulsje asfaltowe

LOTOS Asfalt Sp. z o.o.
ul. Elbląska 135
80-718 Gdańsk
tel. (058) 308 72 62
fax (058) 308 84 49
www.lotosasfalt.pl

LOTOS