

Instytut Badawczy Dróg i Mostów
Zakład Technologii Nawierzchni

Temat WS-04

**Zalecenia doboru materiałów, projektowania składu,
wymagań empirycznych i funkcjonalnych mieszanek
mineralno-asfaltowych betonu asfaltowego i SMA**

Zadanie: 8

Opracowali:

prof. dr hab. inż. Dariusz Sybilski
dr inż. Wojciech Bańkowski
mgr inż. Dominika Jezierska
mgr inż. Maciej Maliszewski
mgr inż. Robert Mularzuk

Kierownik Zakładu TN:

prof. dr hab. inż. Dariusz Sybilski

Warszawa, czerwiec 2006

Spis treści:

1. Podstawa opracowania. Program.....	4
2. Przebieg prac w 2006 r.....	5
Program opracowania i wdrożenia norm PN-EN metod badań i wyrobów dotyczących nawierzchni drogowych	7
Stan obecny:.....	7
Nowe prace na zlecenie GDDKiA:	7
3. Poprawione wersje projektów zaleceń	10
4. Zadanie 8: Weryfikacja wymagań empirycznych i funkcjonalnych dla betonu asfaltowego i SMA w badaniach laboratoryjnych	11
4.1. Odporność na koleinowanie	11
4.2. Zmęczenie i moduł sztywności.....	13
4.3. Odporność niskotemperaturowa	13
5. Zakończenie i wnioski	15

Załączniki:

1. Zalecenia materiałowe i technologiczne nawierzchni asfaltowych o zwiększonej trwałości (ZMT-NAZT 2006) (wersja 4)
2. Zalecenia wykonywania cienkich warstw ścieralnych na gorąco (ZW CWG 2006), wydanie II uzupełnione, zastępuje ZW-CWG-95
3. Zasady wykonywania nawierzchni asfaltowej o zwiększonej odporności na koleinowanie i zmęczenie (ZW-WMS 2006), Wydanie II uzupełnione, zastępuje ZW-WMS 2002

Zbiór wyników badań mieszanek mineralno-asfaltowych:

4. Wybrane punkty asfaltowe, krzywe uziarnienia mieszanek mineralnych oraz skład wybranych mieszanek mineralno-asfaltowych
5. Wyniki badań podstawowych mieszanek mineralno-asfaltowych dla wybranych punktów asfaltowych
6. Wykaz badań mieszanek mineralno-asfaltowych
7. Zbiór wyników badań mieszanek mineralno-asfaltowych
8. Uwagi do projektów Zaleceń i Zasad (tylko w wersji elektronicznej)
9. Zadania 1-6 i Zadanie 7 (tylko w wersji elektronicznej)

1. Podstawa opracowania. Program

Projekt badawczy prowadzony jest na zlecenie GDDKiA na podstawie umowy nr 676/2004 z dnia 07.04.2004.

Niniejsze sprawozdanie obejmuje prace wykonane w ramach zadania 8 Programu pracy w okresie do czerwca 2006 r. Sprawozdanie to stanowi zakończenie projektu badawczego. Zakończenie tematu zostało przesunięte do połowy 2006 r. ze względu na obciążenie sprzętu pomiarowego w laboratorium IBDiM.

Zadanie 8: Weryfikacja wymagań empirycznych i funkcjonalnych dla betonu asfaltowego i SMA w badaniach laboratoryjnych

- Odporność na koleinowanie
- Moduł sztywności
- Zmęczenie
- Odporność niskotemperaturowa.

2. Przebieg prac w 2006 r.

Projekt Zaleceń jest powiązany ściśle z innymi projektami badawczo-wdrożeniowymi dotyczącymi dokumentów normatywnych materiałów drogowych i technologii wykonywania nawierzchni prowadzonymi równolegle. Przede wszystkim dotyczy to wdrożenia norm europejskich materiałów drogowych.

Przystępując do opracowania Zaleceń założono, że opracowane w stosunkowo szybkim czasie *Zalecenia materiałowo-technologiczne* będą mogły służyć administracji drogowej i projektantom do wdrożenia nowego, kompleksowego systemu doboru materiałów i projektowania asfaltowych nawierzchni drogowych o poprawionych właściwości, z wyeliminowaniem potencjalnych błędów, jakie pojawiają się w ostatnich latach. Podstawowym brakiem dotychczasowych wymagań jest ograniczenie do odporności na deformacje trwałe. Często spotykane są w ostatnich latach uszkodzenia wynikające z przestywnienia mieszanek mineralno-asfaltowych wskutek zbyt małej zawartości asfaltu. Celem Zaleceń było więc wdrożenie do naszej praktyki nowych metod badań (zmęczenie, moduł sztywności, wodoodporność), które umożliwiłyby kontrolowanie właściwości funkcjonalnych mieszanek mineralno-asfaltowych:

- odporności na deformacje trwałe
- trwałości zmęczeniowej
- modułu sztywności
- wodoodporności.

Jednocześnie Zalecenia opracowano z uwzględnieniem przygotowywanych norm europejskich metod badań materiałów drogowych oraz specyfikacji wyrobów (w tym mieszanek mineralno-asfaltowych).

W ramach prac nad wdrożeniem norm europejskich przygotowano dokument aplikacyjny normy kruszyw do mieszanek mineralno-asfaltowych i powierzchniowych utwaleń.

Zalecenia (wersja 3) przekazano 4 stycznia 2006 r. do opiniowania w pakiecie dokumentów obejmującym:

- Dokument aplikacyjny DA/PN-EN 13043 do normy PN-EN 13043:2004 Kruszywa do mieszanek bitumicznych i powierzchniowych utwaleń stosowanych na drogach, lotniskach i innych powierzchniach przeznaczonych do ruchu
- Zalecenia materiałowe i technologiczne nawierzchni asfaltowych o zwiększonej trwałości (ZMT-NAZT 2006)
- Zalecenia wykonywania cienkich warstw ścieralnych na gorąco (ZW-CWG-2006), Wydanie II uzupełnione, zastępuje ZW-CWG-95
- Zasady wykonywania nawierzchni asfaltowej o zwiększonej odporności na koleinowanie i zmęczenie (ZW-WMS 2006), Wydanie II uzupełnione, zastępuje ZW-WMS 2002
- Zbiór projektów tłumaczeń na j. polski norm serii PN-EN 12697 (U) (przyjętych w Polsce metodą uznaniową), dotyczących metod badań mieszanek mineralno-asfaltowych i powołanych w Zaleceniach; pozostałe normy PN-EN są dostępne w języku polskim w PKN.

W załączniku 1 (tylko w wersji elektronicznej ze względu na obszerność materiału) przedstawiono otrzymane uwagi do trzech projektów: ZMT-NAZT-2006, ZW-CWG-2006, ZW-WMS-2006. Dokument aplikacyjny normy kruszyw oraz normy metod badań są przedmiotem prac w odrębnym projekcie badawczo-wdrożeniowym dotyczącym norm europejskich.

Uwagi do wszystkich projektów zgromadzono do końca marca 2006 r. Wśród opiniodawców są przedstawiciele: administracji drogowej (liczne laboratoria drogowe GDDKiA), biur projektów, przedsiębiorstw drogowych (indywidualnych i stowarzyszenia).

Opinie zawierają uwagi merytoryczne szczegółowe i ogólne, jak również o charakterze formalnym i prawnym. Ten ostatni aspekt uznano za decydujący o konieczności zmiany strategii wdrożenia norm europejskich w Polsce oraz związanego z tym opracowania i wdrożenia Zaleceń.

Uznano, że wdrożenie Zaleceń w proponowanej formie byłoby problematyczne ze względu na zbyt bliski obecnie termin ustanowienia i konieczności wdrożenia norm wyrobów (specyfikacji) mieszanek mineralno-asfaltowych. Uznano, że konieczne jest podjęcie szerszych prac nad dokumentami normatywnymi dotyczącymi wdrożenia norm mieszanek mineralno-asfaltowych, krajowego dokumentu aplikacyjnego mieszanek mineralno-asfaltowych, dokumentu normatywnego technologii nawierzchni asfaltowych, ogólnych specyfikacji kontraktowych, a w dalszej kolejności weryfikacji i nowelizacji katalogów konstrukcji nawierzchni drogowych.

Z tego względu w Zaleceniach dokonano jedynie poprawek zmian wymagań kruszyw ze względu na poprawki wniesione do DA/PN-EN 13043 oraz ewidentnych błędów (błędnie wykreślone krzywe uziarnienia), lecz nie analizowano szczegółowo zasadności uwag i potrzeby wniesienia innych poprawek. Uwagi te będą natomiast wykorzystane w dalszej pracy nad dokumentami normatywnymi.

10 kwietnia 2006 odbyło się w IBDiM spotkanie dotyczące tych zagadnień z udziałem dyr. J. Bojarowicza, GDDKiA, przedstawicieli PSWNA - prezesa D. Słowińskiego, B. Żurka, K. Jabłońskiego – i prof. D. Sybilskiego, IBDiM. Na spotkaniu tym uzgodniono przygotowanie przez IBDiM propozycji planu pracy.

Początkowa propozycja D. Sybilskiego przedstawiała możliwość przygotowania do końca 2006 r. Zaleceń materiałowo-technologicznych zredagowanych zgodnie z normami EN-13108-x (serii dotyczącej mieszanek mineralno-asfaltowych). Jednak po dyskusji z przedstawicielami PSWNA uznano, że taki pośpiech nie przyniósłby pożądanego efektu wdrożenia norm PN-EN mieszanek mineralno-asfaltowych i kruszyw z początkiem 2007 r., bowiem zabrakłoby branży odpowiedniego czasu niezbędnego do przygotowania się tak poważnych zmian.

Przedstawiono zatem GDDKiA listę i harmonogram prac związanych z wdrożeniem norm EN:

Program opracowania i wdrożenia norm PN-EN metod badań i wyrobów dotyczących nawierzchni drogowych

Stan obecny:

- normy EN metod badań materiałów drogowych przyjęte przez PKN w większości metodą uznaniową (bez tłumaczenia na j. polski)
- normy EN wyrobów niedługo po przyjęciu w CEN, już lub w najbliższym czasie udostępnione w krajach członkowskich CEN do opracowania załączników lub dokumentów krajowych (np. mieszanki mineralno-asfaltowe)
- prace w IBDiM w GREN 2 (na zlecenie GDDKiA) w fazie końcowej
 - przetłumaczone projekty norm EN metod badań i wyrobów opracowane w Komitecie Technicznym CEN TC227, **listopad 2006**
 - przegląd metod badań materiałów w normach EN i propozycje wyboru metod badań do warunków polskich, **listopad 2006**
 - opracowanie krajowego Dokumentu Aplikacyjnego do normy PN-EN 13043 Kruszywa do mieszanek bitumicznych i powierzchniowych utwaleń stosowanych na drogach, lotniskach i innych powierzchniach przeznaczonych do ruchu, **listopad 2006**
 - opracowanie do ustanowienia przez PKN norm metod badań PN-EN (U) materiałów drogowych przyjętych wcześniej metodą uznaniową – prace rozpoczęte w ramach GREN, zaakceptowane przez PKN, przygotowane będą 33 normy z CEN TC227 do ustanowienia w ramach KT212 PKN, **listopad 2006**
- prace w IBDiM (na zlecenie GDDKiA) nad opracowaniem Dokumentów Aplikacyjnych do norm wyrobów mieszanek niezwiązanych i związanych spoiwem hydraulicznym, **listopad 2008**
- przyjęta i wdrożona w 2002 roku norma PN-EN 12591:2002 Asfalty drogowe. Wymagania dla asfaltów drogowych (niedawno norma ta została zrewidowana i ustanowiona nową wersją, która będzie przyjęta w Polsce przez KT222 PKN)
- prace nad opracowaniem dokumentu krajowego do normy EN 14023 Asfalty modyfikowane, przewidywane zakończenie w **drugiej połowie 2006**

Nowe prace na zlecenie GDDKiA:

Analiza norm PN-EN i opracowanie krajowych dokumentów normatywnych asfaltowych nawierzchni drogowych zgodnych z normami PN-EN

- **Zadanie A:** opracowanie do ustanowienia przez KT212 PKN norm wyrobów mieszanek mineralno-asfaltowych EN 13108-x
na podstawie Zaleceń materiałowych i technologicznych nawierzchni asfaltowych o zwiększonej trwałości (ZMT-NAZT 2006) oraz norm wyrobów EN 13108-x
 - termin zakończenia: **czerwiec 2007**
- **Zadanie B:** opracowanie dokumentu aplikacyjnego do norm EN 13108-x – **Mieszanki mineralno-asfaltowe. Zalecenia techniczne (DA/PN-EN 13108-x)**

- termin zakończenia: **czerwiec 2007**, do wdrożenia do tymczasowego stosowania zarządzeniem Generalnego Dyrektora
 - **Zadanie C:** opracowanie wersji angielskojęzycznej **Mieszanki mineralno-asfaltowej. Zalecenia techniczne (DA/PN-EN 13108-x)** do przekazania do notyfikacji w KE i wdrożenia rozporządzeniem Ministra Transportu
 - termin przygotowania dokumentu: **wrzesień 2007**
 - termin uzyskania notyfikacji: **po 3-12 miesiącach od złożenia**
 - **Zadanie D:** opracowanie dokumentu normatywnego – **Nawierzchnie asfaltowe drogowe i lotniskowe. Zalecenia techniczne**
 - termin zakończenia: **listopad 2007**
- Uwaga: przewiduje się, że dokument ten nie będzie wymagał notyfikacji, bowiem będzie dotyczył technologii wykonywania nawierzchni, które nie są objęte harmonizacją*
- **Zadanie E:** opracowanie **Ogólnych Specyfikacji Technicznych dotyczących nawierzchni asfaltowych**
 - termin zakończenia: **listopad 2007**

W programie pracy nie uwzględniono norm wyrobów cienkich warstw na zimno (slurry surfacings) i powierzchniowych utrwaleń, których normy EN są jeszcze w opracowaniu i nie są dostępne.

*Uwaga: Wdrożenie dokumentów aplikacyjnych kruszyw i mieszanek mineralno-asfaltowych będzie możliwe od **początku 2008 r.***

Aktualizacja Katalogu Typowych Konstrukcji Nawierzchni Podatnych i Półsztywnych oraz Katalogu Wzmocnień i Remontów Nawierzchni Podatnych i Półsztywnych

- termin rozpoczęcia: **marzec 2008**
- termin zakończenia: **listopad 2009**

Realizacja tego programu prac zapewni:

- wdrożenie norm mieszanek mineralno-asfaltowych PN-EN 13108-x w wymaganym terminie do stycznia 2008
- wdrożenie dokumentu aplikacyjnego kruszyw DA/PN-EN 13043
- opracowanie i wdrożenie krajowego dokumentu aplikacyjnego norm PN-EN 13108-x (który będzie stanowił dostosowanie norm do warunków krajowych Polski)
- opracowanie i wdrożenie krajowego dokumentu normatywnego nawierzchni asfaltowych (dokument ten będzie zgodny z normami PN-EN metod badań i wyrobów oraz będzie obejmował technologię wykonywania nawierzchni, która nie podlega normalizacji europejskiej) – ten dokument będzie dopiero właściwym dokumentem zastępującym obecną normę PN-S 96025: 2000
- nowelizację katalogów typowych konstrukcji nawierzchni oraz wzmocnień i remontów.

Praca badawcza i zalecenia wykonane w ramach niniejszego projektu badawczego będą miały zastosowanie w opracowaniu dokumentu aplikacyjnego norm PN-EN 13108 oraz krajowego dokumentu normatywnego nawierzchni asfaltowych.

Do czasu opracowania i wdrożenia tych dokumentów będą obowiązywały dotychczasowe przepisy techniczne i normatywne. Trzeba też mieć świadomość niedostatków tych nadal obowiązujących przepisów, np. Ogólnych Specyfikacji Technicznych. Niektóre z nowych metod badań i wymagań (moduł sztywności, zmęczenie) są już wdrażane w kontraktach w wyniku wprowadzania ich do specyfikacji kontraktowych przez projektantów. Czasem niestety z błędami, wynikającymi z braku bliższej znajomości nowych metod badań i właściwości funkcjonalnych materiałów. Opracowany tu projekt Zaleceń mógłby posłużyć jako wzorzec do wykorzystania w specyfikacjach kontraktowych, co zapewniłoby uniknięcie błędów i nadmiar wymagań. Dotyczy to zwłaszcza dużych kontraktów budowy i modernizacji dróg najwyższej kategorii ruchu.

3. Poprawione wersje projektów zaleceń

W załączeniu przedstawiono poprawione wersje trzech dokumentów normatywnych:

- Zalecenia materiałowe i technologiczne nawierzchni asfaltowych o zwiększonej trwałości (ZMT-NAZT 2006)
- Zalecenia wykonywania cienkich warstw ścieralnych na gorąco (ZW-CWG-2006), Wydanie II uzupełnione, zastępuje ZW-CWG-95
- Zasady wykonywania nawierzchni asfaltowej o zwiększonej odporności na koleinowanie i zmęczenie (ZW-WMS 2006), Wydanie II uzupełnione, zastępuje ZW-WMS 2002.

Jak wcześniej wspomniano dokumenty te będą wykorzystane w opracowaniu dokumentów krajowych do norm europejskich.

4. Zadanie 8: Weryfikacja wymagań empirycznych i funkcjonalnych dla betonu asfaltowego i SMA w badaniach laboratoryjnych

4.1. Ogólnie

Weryfikacja wymagań empirycznych i funkcjonalnych dla betonu asfaltowego i SMA polegała na wykonaniu badań laboratoryjnych, a następnie przyrównaniu otrzymanych wyników z wymaganiami przedstawionymi w Zaleceniach (ZMT-NAZT 2006). Badania wykonano na 19 zaprojektowanych mieszankach mineralno-asfaltowych:

Warstwa podbudowy:

BA16 + 50/70 – KR3-6
BA16 + 35/50 – KR3-6
BA22 + 35/50 – KR3-6

Warstwa wiążąca:

BA11 + 50/70 – KR1-2
BA16 + 50/70 – KR1-2
BA16 + 35/50 – KR3-6
BA22 + 35/50 – KR3-6

Warstwa wiążąca + podbudowa:

BAWMS11 + 20/30 – KR3-6
BAWMS16 + 20/30 – KR3-6
BAWMS16 + DE30B – KR3-6
BAWMS22 + 20/30 – KR3-6

Warstwa ścieralna:

SMA5 + 50/70 – KR1-2
SMA8 + 50/70 – KR1-2; 3-6
SMA8 + DE80C – KR1-2; 3-6
SMA11 + DE80C – KR1-2; 3-6
SMA11 + DE30B – KR1-2; 3-6
BA5 + 50/70 – KR1-2
BA8 + 50/70 – KR1-2
BA11 + 50/70 – KR1-2

Na zaprojektowanych mieszankach wykonano badania cech objętościowych, empirycznych, funkcjonalnych i trwałościowych. Szczegółowy wykaz przeprowadzonych badań oraz wyniki szczegółowo opisano w Sprawozdaniu z Zadania 7 (październik 2005), natomiast zbiorcze zestawienia przedstawiono w Załączniku 7 i 8.

W niniejszym punkcie przedstawiono wyniki badań cech funkcjonalnych (odporność na koleinowanie, odporność na zmęczenie i badania modułu sztywności) wytypowanych mieszanek mineralno-asfaltowych.

4.2. Odporność na koleinowanie

Badania odporności na koleinowanie w dużym aparacie (LCPC)

Względną głębokość koleiny po badaniu w dużym aparacie oznaczono na 8 wybranych mieszankach mineralno-asfaltowych. W Tabelicy 1 przedstawiono wyniki badań koleinowania tych mieszanek.

Tabelica 1 Wyniki badań koleinowania w dużym aparacie

Lp	Rodzaj mieszanki	Głębokość koleiny, %	Wymagania
1	BA16 35/50 KR3-6 - podbudowa	2,3	≤ 5 %
2	BA22 35/50 KR3-6 - podbudowa	2,1	
3	BA16 35/50 KR3-6 - wiążąca	5,0	
4	BA22 35/50 KR3-6 – wiążąca	3,4	
5	BAWMS11 20/30 - podbudowa+wiążąca	4,8	
6	BAWMS16 20/30 - podbudowa+wiążąca	5,2	
7	BAWMS16 DE30B - podbudowa+wiążąca	2,8	
8	BAWMS22 20/30 - podbudowa+wiążąca	6,5	≤ 8 %

Badanie odporności na koleinowanie w małym aparacie

Badanie koleinowania w małym koleinomierzu wykonano na zlecenie IBDiM w Laboratorium Kompozytów Bitumicznych, Katedrze Inżynierii Materiałów Budowlanych Politechniki Warszawskiej. Prędkość przyrostu koleiny oraz względną głębokość koleiny oznaczono na 5 mieszankach. W Tabelicy 2 przedstawiono wyniki badań koleinowania w małym aparacie.

Tabelica 2 Wyniki badań koleinowania w małym aparacie

Lp	Rodzaj mieszanki	Prędkość przyrostu koleiny	Wymagania	Głębokość koleiny, %	Wymagania
1	BA16 50/70 KR3-6 – podb.	0,13	≤ 1,0 ^{*)} mm/1000 cykli	3,5	≤ 7 %
2	SMA8 50/70 KR1-6	2,05		34,8 ^{**)}	
3	SMA8 DE80C KR1-6	0,05		5,1	
4	SMA11 DE80C KR1-6	0,04		3,8	
5	SMA11 DE30B KR1-6	0,11		7,2	

^{*)} W „Zaleceniach” projekt wersja 3 wymaganie podano w mm/10000 cykli natomiast zgodnie z PN EN 12697-22 wynik powinien być podany w mm/1000 cykli.

^{**)} wynik tylko dla jednej próbki

4.3. Zmęczenie i moduł sztywności

Badanie odporności na zmęczenie i oznaczenia zespolonego modułu sztywności wykonano na 8 mieszankach mineralno-asfaltowych. Wyniki badań przedstawiono w Tabelicy 3.

Tabelica 3 Trwałość zmęczeniowa i moduł sztywności

Lp	Rodzaj mieszanki	Zmęczenie D, %	Wymagania	Moduł sztywności E, MPa	Wymagania
1	BAWMS11 20/30	< 50	≤ 50 %	17 813	≥ 14 000
2	BAWMS16 20/30	~ 50		17 950	
3	BAWMS16 DE30B	< 50		14 037	
4	BAWMS22 20/30	~ 50		16 009	
5	BA16 35/50 KR3-6 – wiąż.	< 50		13 895	≥ 10 000
6	BA22 35/50 KR3-6 – wiąż.	< 50		14 637	
7	BA16 35/50 KR4-6 – pdb.	< 50		18 717	
8	BA22 35/50 KR4-6 – pdb.	< 50		15 849	

4.4. Odporność niskotemperaturowa

Odporność niskotemperaturowa mieszanek mineralno-asfaltowych zależy w głównej mierze od doboru lepiszcza asfaltowego. W Zaleceniach regulowane jest to wymaganiem stosowania elastomeroasfaltu w warstwie ścieralnej nawierzchni dróg położonych w strefie klimatycznej Polski, w której temperaturą nawierzchni zimą wynosi do -34°C oraz w nawierzchniach dróg kategorii ruchu KR5-6.

Nie przewiduje się dodatkowych badań metodą TSRST.

4.5. Omówienie wyników badań

Mieszanki mineralno-asfaltowe zaprojektowane według „Zaleceń...” w większości przypadków spełniały stawiane im wymagania. Wszystkie spełniły wymagania dotyczące trwałości zmęczeniowej i modułu sztywności. Większość spełniła również wymagania dotyczące odporności na powstawanie trwałych deformacji lepkoplastycznych. Wyjątek stanowiły jedynie mieszanki mineralno-asfaltowe BAWMS16 z asfaltem 20/30 i SMA8 z asfaltem 50/70. W obu przypadkach głębokość koleiny w zagęszczonej próbce mieszanki przekroczyła wartości dopuszczalne. W przypadku mieszanki SMA8 prawdopodobną przyczyną było zastosowanie zbyt dużej ilości asfaltu. Mieszanka zawierała 7,6 % (m/m), a przez to charakteryzowała się bardzo niską zawartością wolnych przestrzeni – 2,0 % (v/v). Wymaganie co do zawartości wolnej przestrzeni wynoszą od 2 do 4 % (v/v). Badania właściwości objętościowych zostały więc powtórzone dla mieszanki SMA8 o tym samym uziarnieniu ale o mniejszej zawartości asfaltu (ilość asfaltu zmniejszono do 6,8 %). Wynikiem modyfikacji było zwiększenie zawartości wolnej przestrzeni do 3,5 % (v/v) (Załącznik 4 i 5). Z doświadczenia wynika, iż obniżenie zawartości asfaltu poprawia odporność mieszanek mineralno-asfaltowych na

koleinowanie. Można więc przypuszczać, że niespełnienie wymagań co do koleinowania wynikało ze złego doboru zawartości asfaltu.

W drugim przypadku, mieszanka BAWMS16 z asfaltem 20/30 nieznacznie przekroczyła wartość dopuszczalną głębokości koleiny. Być może przekroczenie było przypadkowe i wynikało z określonego składu. Badaniu została poddana tylko jedna mieszanka zawierająca asfalt 20/30 i uziarnienie do 16 mm. W tym przypadku, wynik badania jest jednocześnie potwierdzeniem potrzeby wykonywania badania koleinowania na każdej zaprojektowanej mieszance, ponieważ pokazuje, że każde zmiany składu lub zastosowanego kruszywa mogą mieć wpływ na właściwości funkcjonalne mieszanki.

Być może przyczyną niespełnienia wymagania co do odporności na koleinowanie przez mieszankę była bardzo niska zawartość wolnej przestrzeni wynosząca 2,0 % lub zastosowanie asfaltu niemodyfikowanego. W przypadku mieszanki BAWMS o tym samym uziarnieniu ale z zastosowanym asfaltem DE30B głębokość koleiny była prawie dwukrotnie mniejsza. Należałoby zatem wykonać dodatkowe badania koleinowania, które potwierdziłyby przyjęte przez nas założenia.

5. Zakończenie i wnioski

W ramach niniejszego projektu badawczego opracowano:

- Zalecenia materiałowe i technologiczne nawierzchni asfaltowych o zwiększonej trwałości (ZMT-NAZT 2006)

oraz znowelizowano wcześniejsze opracowania IBDiM związane z niniejszymi Zaleceniami:

- Zalecenia wykonywania cienkich warstw ściernalnych na gorąco (ZW-CWG-2006), Wydanie II uzupełnione, zastępuje ZW-CWG-95
- Zasady wykonywania nawierzchni asfaltowej o zwiększonej odporności na koleinowanie i zmęczenie (ZW-WMS 2006), Wydanie II uzupełnione, zastępuje ZW-WMS 2002.

Opracowane Zalecenia zawierają wskazania doboru materiałów do poszczególnych warstw asfaltowych nawierzchni drogowej oraz wymagania wobec mieszanek mineralno-asfaltowych.

Wymagania wobec składników mieszanek oraz mieszanek mineralno-asfaltowych określone są zgodnie z aktualnie obowiązującymi, bądź spodziewanymi normami europejskimi, wdrażanymi w Polsce. Metody badań właściwości materiałów i mieszanek określone są według norm PN-EN. Normy zostały ustanowione w Polsce metodą uznaniową, lecz są one przygotowywane w polskiej wersji językowej w ramach odrębnej pracy badawczo-wdrożeniowej wykonywanej w IBDiM na zlecenie GDDKiA.

Zaproponowane wymagania wobec mieszanek mineralno-asfaltowych do poszczególnych warstw nawierzchni z uwzględnieniem zróżnicowania ze względu na kategorię ruchu zostały zweryfikowane na podstawie badań laboratoryjnych. Badania te przeprowadzono w ograniczonej skali, lecz należy je uznać za reprezentatywne.

Badania laboratoryjne obejmowały:

- zaprojektowanie składu mieszanek mineralno-asfaltowych
- badania właściwości mieszanek objętych wymaganiami.

Badano właściwości podstawowe, objętościowe (gęstość, zawartość wolnych przestrzeni), jak też mechaniczne empiryczne obecnie stosowane (stabilność Marshalla) i funkcjonalne (moduł sztywności, trwałość zmęczeniowa, odporność na koleinowanie) oraz trwałościowe (wodoodporność).

Stwierdzono, że zaprojektowane mieszanki mineralno-asfaltowe w większości spełniły stawiane wymagania. W nielicznych wypadkach nie zostały spełnione nowe wymagania funkcjonalne mieszanek mineralno-asfaltowych (bądź nie uzyskano w pełni wiarygodnych wyników). Dotyczy to głównie odporności na koleinowanie mieszanki SMA8 lub BAWMS16. W tych dwóch przypadkach potrzebna będzie weryfikacja zaleceń dotyczących składu mieszanek. Być może konieczna będzie zmiana rodzaju asfaltu lub poprawki granicznej zawartości lepiszcza (zmniejszenie ilości asfaltu spowoduje zwiększenie odporności na koleinowanie).

Opracowane Zalecenia nie będą wdrażane w obecnej postaci do stosowania jako dokumenty normatywne ze względu na konieczność wdrożenia już ustanowionych norm EN 13108-x dotyczących mieszanek mineralno-asfaltowych. Będą one jednak wykorzystane w opracowaniu nowych dokumentów aplikacyjnych norm PN-EN mieszanek mineralno-asfaltowych oraz krajowego dokumentu normatywnego

dotyczącego materiałów i technologii wykonania nawierzchni asfaltowych. Listę proponowanych prac i ich harmonogram złożono w GDDKiA.