



MAREK IWĄSKI

Politechnika Świętokrzyska
w Kielcach
m.iwanski@tu.kielce.pl

Działalność naukowo-badawcza Katedry Inżynierii Komunikacyjnej Politechniki Świętokrzyskiej w Kielcach

Politechnika Świętokrzyska w Kielcach w dniu 3 czerwca 2015 roku będzie obchodzić jubileusz 50-lecia działalności. Do jednej z najstarszych jej jednostek organizacyjnych powołanych w roku akademickim 1967/68 należy zaliczyć Katedrę Inżynierii Komunikacyjnej, kształcącej studentów w zakresie budownictwa drogowego. Nazwa Katedry zmieniała się wraz z rozwojem uczelni, od Samodzielnego Zakładu Budowy Dróg i Inżynierii Ruchu, przez Katedrę Budownictwa Drogowego, po obecną nazwę – Katedra Inżynierii Komunikacyjnej. Odegrała ona istotną rolę w kształceniu kadr drogowych nie tylko w regionie świętokrzyskim, ale również w Polsce Południowo-Wschodniej.

Jednostką kierowali znani w kraju profesorowie, do grona których w kolejności pełnionych funkcji należy przede wszystkim zaliczyć: prof. Tadeusza Szarańca, prof. Tadeusza Pietrzyka, prof. Czesława Lewinowskiego oraz prof. Małgorzatę Woźniak. O znaczącej roli jaką odegrali w Politechnice Świętokrzyskiej może również świadczyć fakt, że kilku z nich pełniło zaszczytną funkcję dziekana Wydziału.

Ze specjalnością drogową na obecnym Wydziale Budownictwa i Architektury związanych było wielu znanych w regionie oraz kraju nauczycieli akademickich, którzy wcześniej zdobywali doświadczenie inżynierskie na największych budowach w Polsce. Oczywiście nie sposób wszystkich ich wymienić. Z grona tych, którzy wnieśli największy wkład w rozwój specjalności drogowej należy wymienić adiunktów: dr inż. Halinę Banach-Paszkiwicz, dr inż. Andrzeja Dobrowolskiego, dr inż. Halinę Major i dr inż. Bronisława Wawrzynkiewicza oraz asystentów: mgr inż. Benedykta Bądla, mgr inż. Michała Włodarczyka i mgr inż. Wojciecha Płazę. Nauczycieli akademickich w wykonywanych pracach naukowo-badawczych wspierali pracownicy inżynierjno-techniczni: inż. Jadwiga Matla, tech. Teresa Kobierska i tech. Sławomir Kaczak.

Szczególne znaczenie w początkowym okresie rozwoju specjalności drogowej miała dr inż. Halina Major, która była wychowawcą wielu pokoleń inżynierów specjalności inżynieria ruchu drogowego oraz projektantów dróg. Jako jedna z pierwszych wdrożyła metody projektowania sygnalizacji świetlnej w regionie świętokrzyskim oraz podstawy bezpieczeństwa ruchu do praktyki drogowej.

Znaczącą rolę w rozwoju technologii materiałów i nawierzchni drogowych zarówno w zakresie specjalności drogowej na Wydziale, jak również w regionie świętokrzyskim, odegrał dr inż. Andrzej Dobrowolski. Był orędownikiem wdrażania nowoczesnych rozwiązań technologicznych zarówno do badań, procesu dydaktycznego jak również do praktyki drogowej. To dzięki Jego dużemu zaangażowaniu i inicjatywie

już na początku lat 90-tych ubiegłego wieku została zastosowana mieszanka SMA jako warstwa ścieralna na wielu odcinkach ulic i dróg wojewódzkich regionu świętokrzyskiego. Jako pierwsze zastosowanie w dużej skali stanowiła warstwa ścieralna drogi startowej na lotnisku aeroklubu w Masłowie, zaprojektowana we współpracy z prof. Dariuszem Sybilskim. Należy zaznaczyć, że wykonane inwestycje drogowe z zastosowaniem mieszanki SMA były jednymi z pierwszych w kraju. Podobnie jak zastosowanie w czasie modernizacji ulic recyklingu głębokiego na miejscu w technologii mce konstrukcji nawierzchni oraz recyklingu powierzchniowego nawierzchni ulic w technologii remiksingu „plus” tzw. „remiksingu plus”.

W tym też okresie wykonywane były prace badawcze pod kierunkiem jeszcze wówczas doktora – Marka Iwańskiego, z zakresu wykorzystania kruszyw miejscowych, a zwłaszcza piaskowca kwarcytowego do mieszanek mineralno-asfaltowych przeznaczonych na warstwy ścieralne nawierzchni drogowych. Również w latach 90-tych ubiegłego stulecia zrealizowany został szeroki program badawczy dotyczący zastosowania wapna hydratyzowanego jako wielofunkcyjnego dodatku do mieszanki SMA.

Połowa pierwszej dekady XXI wieku to znacząca zmiana zarówno w składzie osobowym nauczycieli akademickich, jak również w wyposażeniu naukowo-badawczym jednostki organizacyjnej Politechniki Świętokrzyskiej w Kielcach. Jej struktura jest obecnie następująca:

- Katedra Inżynierii Komunikacyjnej (dr hab. inż. Marek Iwański, prof. PŚk – p.o. Kierownika),
- Zakład Budowy Dróg, Lotnisk i Inżynierii Ruchu (prof. dr hab. inż. Piotr Nita – p.o. Kierownika),
- Zakład Remontów i Utrzymania Budowli (dr hab. inż. Lech Rudziński, Prof. PŚk – p.o. Kierownika).

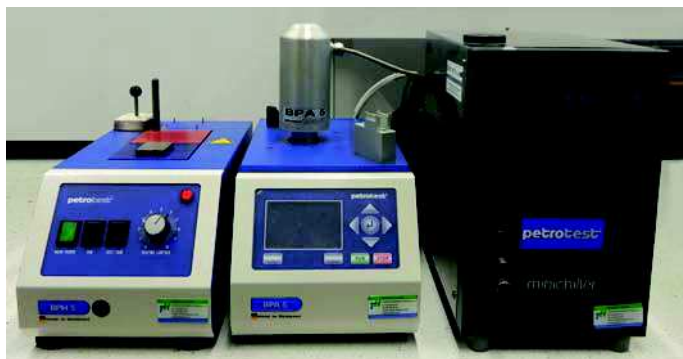
Rozwój Katedry Inżynierii Komunikacyjnej

Przystąpienie Polski do Unii Europejskiej w dniu 1 maja 2004 roku to istotna data zarówno dla naszego kraju, jak również rozwoju Politechniki Świętokrzyskiej i Katedry Inżynierii Komunikacyjnej.

Od 2004 r. następuje stały znaczący wzrost zatrudnienia w Katedrze Inżynierii Komunikacyjnej, związany ze zwiększającą się liczbą studentów na specjalności drogowej na Wydziale Budownictwa i Architektury, wynikająca z dużego zapotrzebowania sektora drogowego. Był to efekt wprowadzenia w naszym kraju programu budowy autostrad i dróg ekspresowych w latach 2007-2013. W tym okresie laboratorium specjalności drogowej zostaje wyposażone w najnowocześniejszą aparaturę

ture naukowo-badawczą w zakresie automatycznych urządzeń do badania asfaltów takich jak: penetrometr, aparat do badania temperatury mięknięcia, aparat Fraassa (fot. 1), duktylometr z pomiarem siły rozciągającej (fot. 2), lepkościomierz Rheotest z kompletnym wyposażeniem w układy pomiarowe, mikroskop epifluorescencyjny oraz komora RTFOT.

Pozyskano wyposażenie spełniające wymagania programu SHRP: komora do badań starzenia asfaltów PAV (fot. 3), aparat BBR (fot. 4) oraz wyposażenie lepkościomierza umożliwiające pomiar zaawansowanych charakterystyk reologicznych.



Fot. 1. Automatyczny aparat Fraassa do pomiaru temperatury twardości asfaltów



Fot. 2. Duktylometr z pomiarem siły rozciągającej



Fot. 3. Aparat PAV do badania starzenia eksploatacyjnego asfaltów



Fot. 4. Aparat BBR do badania asfaltów

Zakup uniwersalnego urządzenia laboratoryjnego do wytwarzania asfaltu spienianego – WLB-10S (fot. 5) umożliwił rozwijanie badań w zakresie tego rodzaju lepiszcza oraz jego zastosowania w technologii recyklingu głębokiego konstrukcji nawierzchni na miejscu oraz technologii mieszanek mineralno-asfaltowych na pódciepło.



Fot. 5. Uniwersalne urządzenie laboratoryjne do badania spieniania asfaltów – WLB-10S

Realizacja programu MOLAB umożliwiła również zakup aparatury badawczej spełniającej wymagania norm Unii Europejskiej do oceny jakości kruszywa: bębna Devala, bębna Los Angeles, aparatu do polerowania kruszywa, wahadła angielskiego i automatycznej komora do badań mrozoodporności materiałów drogowych.

Natomiast w zakresie aparatury do badania mieszanek mineralno-asfaltowych Katedra Inżynierii Komunikacyjnej pozyskała maly aparat koleinujący (do badania odporności na koleinowanie zagęszczonych próbek mma) z zagęszczarką, prasę żyratorową, urządzenie wielofunkcyjne UTM-25 z wyposażeniem, w tym również belkę czteropunktowo podpartą do badania odporności mma na zmęczenie oraz komorę próżniową.

Pozyskane zostało również wielofunkcyjne urządzenie do badań wytrzymałościowych betonów cementowych.



Fot. 6. Pracownicy i doktoranci Katedry Inżynierii Komunikacyjnej (od lewej strony: pierwszy rząd Anna Chomicz-Kowalska, Marek Iwański, Piotr Nity, Małgorzata Linek, drugi rząd: Justyna Stępień, Grzegorz Mazurek, Małgorzata Cholewińska, Przemysław Buczyński, Aleksandra Go-reczna, Mateusz Iwański, Ewa Michta, Krzysztof Maciejewski, Monika Stępień, Piotr Ramiączek, Justyna Mrugała)

Unowocześnienie sprzętu laboratoryjnego spowodowało dynamiczny rozwój badań dotyczących asfaltów, mieszanek mineralno-asfaltowych oraz technologii betonu. Następuje rozwój młodej kadry naukowej pod kierunkiem prof. dr. hab. inż. Piotra Nity oraz prof. Politechniki Świętokrzyskiej dr. hab. inż. Marka Iwańskiego. W okresie dziesięciu lat, sześciu asystentów uzyskało stopień doktora nauk technicznych, są to dr inż. Anna Matusiak (2006), dr inż. Anna Chomicz-Kowalska (2011), dr inż. Grzegorz Mazurek (2012), dr inż. Przemysław Buczyński (2013), dr inż. Małgorzata Linek (2013) i dr inż. Justyna Mrugała (2015). Na studiach doktoranckich jest dziewięciu słuchaczy, którzy realizują program badań naukowych dotyczących szeroko pojętych zagadnień budownictwa drogowego. Istotne dla rozwoju jednostki było uzyskanie w 2013 roku tytułu naukowego profesora przez dr. hab. inż. Piotra Nitę. Obecny zespół naukowy pracowników i doktorantów Katedry Inżynierii Komunikacyjnej przedstawiony jest na fotografii 6.

Kierunki badań naukowych

Nowoczesna baza laboratoryjna oraz duży potencjał pracowników naukowo-dydaktycznych przyczyniły się do realizacji szerokiego programu badań naukowych w zakresie nawierzchni asfaltowych i z betonu cementowego. Realizowane są prace naukowe dotyczące przyjaznych dla środowiska materiałów i technologii drogowych, do których należy zaliczyć:

- technologię recyklingu głębokiego na zimno z zastosowaniem asfaltu spienionego konstrukcji nawierzchni,
- mieszanki mineralno-asfaltowe wytwarzane i wbudowy-

wane w obniżonej temperaturze za pomocą technologii na ciepło (*WMA*) i na półciepło (*HWMA*),

- badania reologii asfaltów zwykłych i modyfikowanych oraz wysokomodyfikowanych,
- badania wpływu dodatków i modyfikatorów niskowiskozowych (wosk syntetyczny F-T, preparat *CECABase*, zeolit) na właściwości asfaltu,
- technologie zagęszczania recyklowanych mieszanek mineralno-asfaltowych,
- badania odporności mieszanek mineralno-asfaltowych na oddziaływanie wody i mrozu oraz odporności na powstawanie deformacji trwałych (*kolein*).

Badania z zakresu proekologicznych technologii rozpoczęły się w 2005 roku, kiedy to określono po raz pierwszy w kraju przydatność asfaltów do technologii spieniania. W początkowym okresie miały one jedynie na celu wykorzystanie tej postaci asfaltu w technologii recyklingu głębokiego konstrukcji nawierzchni, która od początku 2000 roku coraz powszechniej jest stosowana na całym

świecie. Wyniki badań były prezentowane na prestiżowych zagranicznych konferencjach drogowych – w Turynie (2009), Salonikach (2011), Stambule (2013), Pizie (2014) i Wilnie (2010, 2011, 2013, 2014), jak również na wielu konferencjach krajowych. Istotnym osiągnięciem było wdrożenie tej technologii do wykonawstwa. Do chwili obecnej zrealizowane zostały cztery odcinki dróg, podczas modernizacji których podbudowę konstrukcji nawierzchni wykonano w technologii recyklingu głębokiego na zimno z użyciem asfaltu spienionego.

Wykonane zostały też badania dotyczące możliwości utylizacji materiałów odpadowych w technologii recyklingu głębokiego na zimno z asfaltem spienionym. Wykazano, że dzięki specyfice uziarnienia tego rodzaju recyklowanej mieszanki mineralnej możliwe jest zastosowanie w jej składzie materiałów odpadowych, jakimi są pyły mineralne pochodzące z procesu odpylania kruszywa w wytwórniach mieszanek mineralno-asfaltowych oraz z zakładów produkcji kruszywa. Należy zaznaczyć, że zastosowanie takiego rodzaju materiału odpadowego zapewniło uzyskanie recyklowanego materiału o podwyższonych właściwościach.

Wzrost zainteresowania w naszym kraju technologiami przyjaznymi dla środowiska, przyczyniającymi się do obniżenia energochłonności produkcji oraz zmniejszenia w jej wyniku ilości gazów cieplarnianych, emitowanych do atmosfery w następstwie produkcji mieszanek mineralno-asfaltowych na ciepło (*WMA*) lub na półciepło (*HWMA*), spowodował kontynuowanie prac związanych z wykorzystaniem spienionego asfaltu również w tym zakresie. Wykonany został szeroki zakres badań dotyczących wpływu różnego rodzaju modyfikatorów na proces spieniania asfaltów, w celu zapewnienia ich parametrów na wysokim poziomie, które gwarantują uzyskanie mieszanki mineralno-asfaltowej (*HWMA*) o porównywalnych

parametrach jak wytwarzanej w sposób tradycyjny – na gorąco. Uzyskane wyniki badań laboratoryjnych potwierdziły prawidłowy ich kierunek i celowość rozpoczęcia prac wdrożeniowych.

Pozytywny efekt dotyczący obniżenia temperatury wytwarzania i wbudowywania mieszanek mineralno-asfaltowych uzyskano również w wyniku zastosowania dodatku wosku syntetycznego F-T, który spełnia rolę modyfikatora niskowiskozowego w asfalcie, obniżając temperaturę, w której jego lepkość zapewnia prawidłowe otoczenie kruszywa mieszanki mineralnej. Badania w zakresie mieszanek mineralno-asfaltowych w technologii WMA wykonywane są również z wykorzystaniem środka chemicznego CECAbase. W celu opracowania rekomendacji dotyczących wdrożenia technologii WMA opracowano program badawczy w zakresie oceny tego rodzaju mieszanek na oddziaływanie wody oraz wody i mrozu na podstawie wymagań WT-2 2010, AASHTO T284 oraz PANK 4302.

W czasie wykonywanych badań dotyczących zmian właściwości asfaltów woskiem syntetycznym F-T w celu oceny jego rozkładu w strukturze lepiszcza oraz tworzonych przez niego form wykorzystano mikroskop epifluorescencyjny (fot. 7).



Fot. 7. Stanowisko badawcze z mikroskopem epifluorescencyjnym do oceny ilościowej oraz form (kształtów) cząsteczek modyfikatorów w asfalcie

Wykonane badania przyczyniły się do opracowania metodyki oceny rozproszenia różnego rodzaju modyfikatorów oraz dodatków do asfaltu i form (kształtów), jakie one tworzą w lepiszczu w zależności od ich koncentracji. Zastosowanie opracowanej metodyki okazało się bardzo skuteczne w wykonywanych badaniach dotyczących oceny ilości oraz rozproszenia i kształtów cząsteczek polimeru SBS w lepiszczu odzyskanym z eksploatowanych nawierzchni SMA.

Program badań w zakresie modyfikacji asfaltów dotyczy również asfaltów wysokomodyfikowanych polimerami. Otrzymywane one są w wyniku wykorzystania koncentratu lepiszczy modyfikowanych, jak również tylko samych polimerów. Badania realizowane są w zakresie określenia przydatności asfaltów wysokomodyfikowanych do mieszanek mineralno-asfaltowych przeznaczonych na poszczególne warstwy konstrukcyjne z uwzględnieniem stref klimatycznych występujących w naszym kraju.

Istotnym obecnie problemem społecznym nierozzerwalnie związanym z drogą jest hałas. W celu jego rozwiązania realizowane są wieloaspektowe badania. Jednym z kierunków jest opracowanie lepiszcza, które przyczyni się do obniżenia efektu hałaśliwości nawierzchni drogi. W Katedrze Inżynierii Komunikacyjnej w tym celu realizowane są badania z zakresu modyfikacji asfaltu recyklowaną gumą ze zużytych opon samochodowych. Wytwarzanie tego rodzaju modyfikowanego lepiszcza wymaga energochłonnego procesu polegającego na konieczności zastosowania podwyższonej temperatury. W związku z tym, prowadzone są prace badawcze dotyczące poszukiwania takiego rodzaju modyfikatora, który zapewni uzyskanie wysokiej jakości lepiszcza asfaltowo-gumowego w znacznie niższej temperaturze jego wytwarzania.

W celu analizy zachowania się modyfikowanych asfaltów w procesie wytwarzania mieszanki mineralno-asfaltowej oraz oddziaływania na nią w czasie eksploatacji nawierzchni czynników klimatycznych realizowany jest szeroki program badawczy dotyczący starzenia technologicznego lepiszcza z wykorzystaniem aparatu RTFOT oraz starzenia eksploatacyjnego przy zastosowaniu aparatu PAV.

Realizowany jest również zakres prac naukowych dotyczący nawierzchni z betonu cementowego. Realizowane są badania polegające na ocenie trwałości nawierzchniowego lotniskowego betonu cementowego w zakresie jego odporności na oddziaływanie wysokich temperatur, jakie powstają w czasie startu statków powietrznych. Realizowane są też prace analityczne z zakresu projektowania konstrukcji nawierzchni sztywnych.

Drugim głównym kierunkiem badań realizowanych w Katedrze Inżynierii Komunikacyjnej Politechniki Świętokrzyskiej w Kielcach są zagadnienia dotyczące problemów oddziaływania ulic w układzie urbanistycznym miasta. Zaawansowane są badania w zakresie optymalizacji transportu zbiorowego z uwzględnieniem różnego rodzaju środków transportu oraz różnych przewoźników. Jest to obecnie jeden z najbardziej istotnych problemów aglomeracji miejskich. Kontynuowane są również prace badawcze, rozpoczęte znacznie wcześniej, z zakresu poprawy bezpieczeństwa ruchu drogowego, dotyczące opracowywania modernizacji skrzyżowań ulicznych, analizowania przyczyn zdarzeń i wypadków drogowych.

Z zagadnieniami komunikacji miejskiej oraz ruchem pojazdów łączą się problemy związane z emisją hałasu oraz jego oddziaływaniem na środowisko. Olbrzymia baza danych dotyczących poziomu hałasu drogowego, natężenia ruchu pojazdów oraz parametrów klimatycznych pozyskiwana z kilkunastu stacji pomiarowych na terenie Kielc w okresie kilkuletniej ich pracy jest podstawą do modelowania tego rodzaju zagadnień. Efektem ich jest opracowywanie zaleceń dotyczących struktury rodzajowej pojazdów oraz sposobu transportu wewnętrznego na terenie Kielc, w celu minimalizacji emisji hałasu. Analizie poddany jest też wpływ różnego rodzaju rozwiązań stosowanych w celu poprawy bezpieczeństwa ruchu drogowego np. progów zwalniających i podrzutowych na poziom hałasu drogowego.

Efektem naukowej działalności Katedry Inżynierii Komunikacyjnej są liczne wystąpienia na konferencjach krajowych i zagranicznych oraz artykuły publikowane w znaczących czasopismach takich jak *Construction and Building Materials*, *Bulletin of the Polish Academy of Science*, *Polimery*, *Cement* –

Wapno – Beton, Archives of Civil Engineering, Drogownictwo oraz Road and Bridges. Istotnym rezultatem badań w zakresie innowacyjnych technologii mieszanek mineralno-asfaltowych oraz konstrukcji nawierzchni są patenty uzyskane przez pracowników Katedry.

Rozwój badań naukowych jest ściśle związany ze współpracą z jednostkami gospodarczymi regionu i kraju. Katedra Inżynierii Komunikacyjnej bierze udział w pracach drogowych jednostek administracyjnych oraz wykonawczych. Wykonywane są badania odbiorcze obiektów drogowych, opracowywane są szczegółowe specyfikacje techniczne i projekty modernizacji konstrukcji nawierzchni, pełnione funkcje doradcze, opracowywane receptury materiałów drogowych oraz realizowane badania natężenia ruchu i struktury ruchu pojazdów oraz z zakresu bezpieczeństwa ruchu drogowego. Do najważniejszych partnerów Katedry Inżynierii Komunikacyjnej należy zaliczyć m.in. Oddział GDDKiA w Kielcach, Świętokrzyski Zarząd Dróg Wojewódzkich w Kielcach, Miejski Zarząd Dróg w Kielcach, powiatowe zarządy dróg w województwie świętokrzyskim, PRI „FART” Sp. z o.o., ŚPRD „TRAKT” Sp. z o.o., KPRD Sp. z o.o., DROGPOL Sp. z o.o., DUBR Sp. z o.o. Kielce.

Należy również wspomnieć o współpracy pomiędzy GDDKiA w Warszawie a Katedrą Inżynierii Komunikacyjnej w zakresie opracowywania szczegółowych specyfikacji technicznych w ramach zespołu ds. recyklingu i przebudowy nawierzchni drogowych, jak również z Polskim Komitetem Normalizacyjnym w zakresie normalizacji emulsji asfaltowych.

Prezentując Katedrę Inżynierii Komunikacyjnej trzeba również podkreślić współpracę i zaangażowanie studentów specjalności drogowej zrzeszonych w Studenckim Kole Naukowym „FENIKS” w prace badawcze przez nią realizowane. Efektem jest liczny udział studentów w konferencjach i konkursach organizowanych dla studentów i młodych pracowników nauki oraz wyróżnienia i nagrody, jakie otrzymują. Jedną z najbardziej prestiżowych nagród było zajęcie drugiego miejsca w Ogólnopolskim Konkursie „Daj młodemu człowiekowi mapę do Nieba, a odda Ci ją jutro..... poprawioną”, Kielce 2014, za opracowanie technologii wykorzystania asfaltu wysokomodyfikowanego.

Podsumowanie

Katedra Inżynierii Komunikacyjnej Politechniki Świętokrzyskiej w Kielcach odegrała w przeszłości i w dalszym ciągu pełni istotną rolę zarówno w obszarze dydaktyki, kształcąc kadry dla drogownictwa, jak też realizując badania naukowe z zakresu nowoczesnych technologii mających istotne znaczenie w budownictwie drogowym. Pracownicy Katedry wspierają swoją wiedzą i doświadczeniem jednostki wykonawcze oraz administrację drogową w realizacji priorytetowych zadań drogowych regionu świętokrzyskiego przyczyniając się do wdrażania innowacyjnych rozwiązań technicznych i technologicznych.

(dokończenie ze strony 166)

STRESZCZENIA

PRZEMYSŁAW BUCZYŃSKI: **Właściwości recyklowanej podbudowy z asfaltem spienionym w aspekcie spoiw drogowych.** „Drogownictwo”, rok LXX, nr 6, 2015, s. 195-200

W artykule przedstawiono wyniki badań recyklowanej podbudowy z asfaltem spienionym i pyłami mineralnymi w aspekcie spoiw drogowych. W tym celu przygotowano w warunkach laboratoryjnych spoiwa, których bazowymi składnikami był cement, wapno hydratyzowane oraz popioły z odpylania w cementowni. Dla zaprojektowanej mieszanki mineralno spoiwowej z asfaltem spienionym, której krzywa uziarnienia spełniała kryterium optymalnego uziarnienia, przeprowadzono badania fizyczne oraz mechaniczne. Na podstawie uzyskanych wyników badań określono czy istnieje możliwość stosowania mieszanych spoiw drogowych w recyklowanych podbudowach.

Słowa kluczowe: technologia recyklingu głębokiego na zimno, pyły mineralne, asfalt spieniony, spoiwa drogowe, wodoodporność.

GRZEGORZ MAZUREK: **Ocena reologicznych zmian w strukturze asfaltu spowodowanych dodatkiem wosku syntetycznego F-T.** „Drogownictwo”, rok LXX, nr 6, 2015, s. 200-204+III s. okł

W artykule przedstawiono wyniki badań reologicznych dotyczących wpływu dodatku wosku syntetycznego na przebieg krzywych płynięcia asfaltu. Zasadniczym celem badań było ustalenie mechanizmów wywołujących zmiany w strukturze asfaltu wzbogaconego fazą krystalitów wosku syntetycznego, wykorzystując badania z zastosowaniem metody statycznej i dynamicznej. Do badań wykorzystano dwa rodzaje asfaltu 35/50 oraz 160/220. Każdy z tych asfaltów został zmodyfikowany woskiem syntetycznym w ilości 3% oraz 6%.

Słowa kluczowe: wosk syntetyczny, krzywa płynięcia, MSCR, właściwości reologiczne, modyfikacja asfaltów.

ABSTRACTS

PRZEMYSŁAW BUCZYŃSKI: **The properties of the recycled sub-base with the foamed bitumen in aspect of hydraulic road binder.** „Drogownictwo”, vol. LXX, No. 6, 2015, pp. 195-200

The paper describes results of recycled base properties which was performed in cold deep recycling technology with foamed bitumen in the aspect of hydraulic road binder. As binders which was prepared in the laboratory from the mixing of the three basic components (portland cement I 32.5, lime and dusts from cement kilns) used a hydraulic road binder in the proportions founded according to with the plan of the experiment. For the purpose of determining an influence of such hydraulic road binder in recycled base there were conducted tests mechanical and physical properties. On the basis of the obtained results are determined whether there is the possibility to use a different road binder

Keywords: deep cold recycling, mineral fines, foamed bitumen, hydraulic road binder, water resistance.

GRZEGORZ MAZUREK: **Evaluation of changes in the bitumen structure under the influence of the synthetic wax.** „Drogownictwo”, vol. LXX, No. 6, 2015, pp. 200-204+III p. cvr

In the paper a test results concerning an influence of synthetic wax on characteristics of flow curves of modified bitumen were presented. The main objective of an analysis was to reveal of mechanism of changes in synthetic wax modified bitumen structure by static and dynamic load. For this purpose two kinds of bitumen such as 35/50 and 160/220 modified with wax in amount of 3% and 6% were used.

Keywords: synthetic wax, MSCR, rheological properties, bitumen.