



MRP'23

KONFERENCJA

Nowoczesne nawierzchnie drogowe

Recykling w konstrukcjach nawierzchni drogowych

Modern road pavements

Recycling in road pavement structures

BOOK OF ABSTRACTS

Warszawa, 18 października 2023

PATRON HONOROWY:



Ministerstwo
Infrastruktury

Minister Infrastruktury
- Andrzej Adamczyk

PATRON HONOROWY:



Generalny Dyrektor
Dróg Krajowych i Autostrad

PATRON HONOROWY:



Marszałek
Województwa
Mazowieckiego

PATRON HONOROWY:



WOJEWODA MAZOWIECKI

ZŁOTY SPONSOR



SREBRNY SPONSOR



PATRONAT INSTYTUCJONALNY:



PATRONAT MEDIALNY:



STRESZCZENIA REFERATÓW

BOOK OF ABSTRACTS

KONFERENCJA

**Nowoczesne nawierzchnie drogowe
Recykling w konstrukcjach nawierzchni drogowych**

CONFERENCE

**Modern Road Pavements
Recycling in road pavements structures**

Opracowanie redakcyjne / Editor:
Justyna Kiljan-Walerzak

Opracowanie graficzne / Graphic design:
Justyna Kiljan-Walerzak, Krzysztof Włodarczyk

Autorzy ponoszą odpowiedzialność za treść abstraktów zawartych w książce /
The authors are responsible for contents of the abstracts included in this book

ISBN 978-83-89252-50-0

©Copyright by Instytut Badawczy Dróg i Mostów, Warszawa 2023

Instytut Badawczy Dróg i Mostów / Road and Bridge Research Institute
Dział Promocji, Wydawnictw i Informacji / Promotion, Publishing and Information Department
ul. Instytutowa 1, 03-302 Warszawa

Druk / Printed by



Druk i oprawa : Argraf sp. z o.o.
03-301 Warszawa, ul. Jagiellońska 80, tel. 0 22 811 51 11
www.argraf.pl

SPIS TREŚCI / CONTENTS

PROGNOZOWANIE WŁAŚCIWOŚCI MIESZANKI MINERALNO-SPOIWOWEJ WYTWARZANEJ W TECHNOLOGII NA „ZIMNO” Z ASFALTEM SPIENIONYM W ASPEKCIE WŁAŚCIWOŚCI ZAPRAW ZE SPOIW HYDRAULICZNYCH PREDICTION OF PROPERTIES OF MINERAL-BINDER MIXTURE PRODUCED BY “COLD” TECHNOLOGY WITH FOAMED ASPHALT IN TERMS OF PROPERTIES OF MORTARS WITH HYDRAULIC BINDERS <i>Przemysław Buczyński, Grzegorz Mazurek, Marek Iwański</i>	15/16
BADANIE PROCESU STARZENIA ASFALTU MODYFIKOWANEGO POLIMERAMI PRZY ZASTOSOWANIU ZMODYFIKOWANEJ METODY CIENKIEJ WARSTWY W ASPEKCIE RECYKLINGU INVESTIGATING THE AGEING PROCESS OF POLYMER MODIFIED BITUMEN USING A MODIFIED THIN-FILM OVEN TEST IN THE ASPECT OF RECYCLING PURPOSE <i>Miftab Farid, Jan Król</i>	17/18
MODUŁ ŚCINANIA I WSPÓŁCZYNNIK TŁUMIENIA KRUSZYWA BETONOWEGO POCHODZĄCEGO Z RECYKLINGU Z CYKLICZNEGO TESTU ŚCINANIA SKRĘTNEGO SHEAR MODULUS AND DAMPING RATIO OF RECYCLED CONCRETE AGGREGATE FROM CYCLIC TORSIONAL SHEAR TEST <i>Katarzyna Gabryś</i>	19/20
OCENA WPŁYWU DODATKÓW Z PRZETWORZONYCH TWORZYW SZTUCZNYCH NA WŁAŚCIWOŚCI ASFALTÓW DROGOWYCH EVALUATION OF THE EFFECT OF RECYCLED PLASTIC ADDITIVES ON THE PROPERTIES OF ROAD ASPHALTS <i>Marcin Gajewski, Renata Horodecka, Wojciech Bańkowski, Aleksandra Grzegórska, Maciej Kłopotniński</i>	21/22
LABORATORYJNA OCENA ŁĄCZNEGO WPŁYWU WŁÓKIEN JUTOWYCH I ŚRODKÓW ODŚWIEŻAJĄCYCH (REJUVENATORÓW) NA NIEKTÓRE WŁAŚCIWOŚCI UŻYTKOWE MIESZANKI MINERALNO-ASFALTOWEJ ZAWIERAJĄCEJ DESTRUKT ASFALTOWY LABORATORY EVALUATION OF COMBINED EFFECT OF JUTE FIBRES AND REJUVENATORS ON SOME PERFORMANCE CHARACTERISTICS OF ASPHALT MIXTURE CONTAINING RECLAIMED ASPHALT <i>Peter Gallo, Majda Belhaj, Jan Valentin, Pavla Vackova</i>	23/24
DŁUGOWIECZNE NAWIERZCHNIE Z BETONU Z RECYKLINGU W NIEZWIĄZANYCH WARSTWACH ZIARNISTYCH LONG LIFE PAVEMENTS WITH RECYCLED CONCRETE IN UNBOUND GRANULAR LAYERS <i>Gudrun Golkowski</i>	25/26
BEZKONTAKTOWA METODA POMIARU DEFORMACJI W BADANIACH MIESZANEK MINERALNO-ASFALTOWYCH NON-CONTACT DEFORMATION MEASUREMENT METHOD FOR TESTING MINERAL-ASPHALT MIXTURES <i>Jarosław Górszczyk, Konrad Malicki</i>	27/28
BETON WAŁOWANY Z WYKORZYSTANIEM KRUSZYWA Z RECYKLINGU DO WYKONYWANIA NAWIERZCHNI DRÓG LOKALNYCH ROLLED CONCRETE USING RECYCLED AGGREGATE FOR LOCAL ROAD PAVEMENT CONSTRUCTION <i>Miroslaw Graczyk, Danuta Beblacz</i>	29/30
INWESTYCJE DROGOWE PROWADZONE NA ZASADACH GOSPODARKI W OBIEGU ZAMKNIĘTYM ORAZ ICH WPŁYW NA FINANSOWANIE REMONTÓW I BIEŻĄCEGO UTRZYMANIA DRÓG ROAD PROJECTS CARRIED OUT UNDER CIRCULAR ECONOMY PRINCIPLES AND THEIR IMPACT ON THE FINANCING OF ROAD REPAIRS AND ONGOING MAINTENANCE <i>Piotr Gryszpanowicz, Natalia Gasik-Kowalska, Małgorzata J. Kacprzak, Barbara Rymsha</i>	31/32

<p>RECYKLING ISTNIEJĄCEJ NAWIERZCHNI ASFALTOWEJ NA AUTOSTRADZIE A4 Z ZASTOSOWANIEM MIESZANKI MCE I OCENA JEJ STANU TECHNICZNEGO PRZED PIERWSZĄ WYMIANĄ WARSTWY ŚCIERALNEJ</p> <p>RECYCLING OF EXISTING ASPHALT PAVEMENT ON THE A4 MOTORWAY WITH MCE MIXTURE AND EVALUATION OF ITS TECHNICAL CONDITION BEFORE THE FIRST REPLACEMENT OF THE WEARING COURSE</p> <p><i>Konrad Jabłoński</i></p>	33/34
<p>SKUTECZNOŚĆ SPECJALISTYCZNEGO PREPARATU CHEMICZNEGO W ODŚWIEŻANIU GRANULATU ASFALTOWEGO</p> <p>EFFECTIVENESS OF A SPECIALIZED CHEMICAL PREPARATION IN REFRESHING ASPHALT GRANULATE</p> <p><i>Robert Jurczak, Paweł Mieczkowski, Oliwia Merska, Maria Ratajczak</i></p>	35/36
<p>RECYKLING NA ZIMNO ZE SPIENIONYM ASFALTEM, WIEDZA ZDOBYTA Z TORU TESTOWEGO W NIEMCZECH</p> <p>COLD RECYCLING WITH FOAMED BITUMEN, GAINED KNOWLEDGE FROM A TEST TRACK IN GERMANY</p> <p><i>Mehdi Kalantari</i></p>	37/38
<p>WYBRANE ZAGADNIENIA ANALIZY EKOBILANSOWEJ MATERIAŁÓW POCHODZĄCYCH Z RECYKLINGU, WYKORZYSTYWANYCH W BUDOWNICTWIE DROGOWYM</p> <p>SELECTED ISSUES OF ECOBALANCE ANALYSIS OF RECYCLED MATERIALS USED IN ROAD CONSTRUCTION</p> <p><i>Ewa Kamińska, Marcin Świtła, Tomasz Kamiński</i></p>	39/40
<p>WYKORZYSTANIE METODY FLOW NUMBER DO OCENY ODPORNOŚCI NA DEFORMACJE TRWAŁE MIESZANEK STABILIZOWANYCH EMULSJĄ ASFALTOWĄ</p> <p>INVESTIGATION OF TERTIARY FLOW BEHAVIOR OF BITUMEN STABILISED MATERIALS WITH BITUMEN EMULSION</p> <p><i>Katarzyna Konieczna, Jan B. Król</i></p>	41/42
<p>WPŁYW SKŁADU UZIARNIENIA NA SZTYWNOŚĆ MIESZANEK MINERALNO-CEMENTOWO- -EMULSYJNYCH (MMCE) Z DODATKIEM MIAŁU GUMOWEGO</p> <p>INFLUENCE OF GRAIN SIZE COMPOSITION ON THE STIFFNESS OF MINERAL-CEMENT- -EMULSION MIXTURES (MMCE) WITH THE ADDITION OF RUBBER FINES</p> <p><i>Jerzy Kukielka, Konrad Gałań</i></p>	43/44
<p>WYKORZYSTANIE DESTRUKTU ASFALTOWEGO JAKO KRUSZYWA DO MIESZANEK STABILIZOWANYCH SPOIWEM CEMENTOWYM</p> <p>USE OF RECLAIMED ASPHALT PAVEMENT (RAP) AS AGGREGATE FOR MIXTURES STABILISED WITH CEMENT BINDER</p> <p><i>Stanisław Majer, Bartosz Budziński</i></p>	45/46
<p>PROGNOZOWANIE NIEODWRACALNEJ PODATNOŚCI I NAWROTU SPRĘŻYSTEGO ASFALTÓW MODYFIKOWANYCH PLASTOMERAMI ODPADOWYMI W BADANIU MSCR</p> <p>PREDICTION OF IRREVERSIBLE SUSCEPTIBILITY AND ELASTIC RECURRENCE OF ASPHALTS MODIFIED WITH WASTE PLASTOMERS IN MSCR STUDY</p> <p><i>Grzegorz Mazurek, Przemysław Buczyński, Marek Iwański, Artur Kowalczyk, Marcin Podsiadło</i></p>	47/48
<p>DŁUGOWIECZNA NAWIERZCHNIA Z WYKORZYSTANIEM ASFALTÓW MODYFIKOWANYCH GUMĄ Z RECYKLINGU NA PRZYKŁADZIE ODCINKA DOŚWIADCZALNEGO DROGI EKSPRESOWEJ S-19</p> <p>LONG-LIFE PAVEMENT USING ASPHALTS MODIFIED WITH RECYCLED RUBBER ILLUSTRATED WITH THE EXAMPLE OF THE EXPERIMENTAL SECTION OF THE S-19 EXPRESSWAY</p> <p><i>Karolina Pełczyńska, Agata Grajewska, Sebastian Kopytko</i></p>	49/50

<p>OCENA MOŻLIWOŚCI STOSOWANIA ZWIĘKSZONEJ ZAWARTOŚCI GRANULATU ASFALTOWEGO W BETONIE ASFALTOWYM Z WYKORZYSTANIEM DODATKÓW POPRAWIAJĄCYCH URABIALNOŚĆ MIESZANEK MINERALNO-ASFALTOWYCH EVALUATION OF THE FEASIBILITY OF USING INCREASED GRANULAR ASPHALT CONTENT IN ASPHALT CONCRETE USING ADDITIVES TO IMPROVE THE WORKABILITY OF MINERAL-ASFHALT MIXTURES</p>	<p><i>Piotr Radziszewski, Adam Liphardt, Michał Sarnowski</i> 51/52</p>
<p>LEPISZCZA ASFALTOWE MODYFIKOWANE DODATKIEM MIAŁU GUMOWEGO ZE ZUŻYTYCH OPON SAMOCHODOWYCH – BADANIA I PRAKTYKA ASFHALT BINDERS MODIFIED WITH RUBBER FINES FROM USED CAR TYRES – RESEARCH AND PRACTICE</p>	<p><i>Piotr Radziszewski, Michał Sarnowski, Piotr Pokorski</i> 53/54</p>
<p>WPŁYW RODZAJU DESTRUKTU ASFALTOWEGO NA WŁAŚCIWOŚCI MIESZANKI MASTYKSU GRYSOwego SMA JENA 16 INFLUENCE OF THE TYPE OF RECLAIMED ASPHALT PAVEMENT (RAP) ON THE PROPERTIES OF THE SMA JENA 16 STONE MASTIC ASPHALT MIXTURE</p>	<p><i>Piotr Ramiączek, Mikołaj Cielibała, Natalia Skrzyniarz, Karolina Janus, Krzysztof Maciejewski, Mateusz M. Iwański, Anna Chomicz-Kowalska</i> 55/56</p>
<p>SZTYWNOŚĆ MIESZANEK MCE NA BAZIE UBOCZNYCH CEMENTOWYCH PRODUKTÓW PYLASTYCH I KRUSZYWA Z RECYKLINGU STIFFNESS OF MCE MIXTURES BASED ON CEMENT BY-PRODUCTS AND RECYCLED AGGREGATE</p>	<p><i>Łukasz Skotnicki, Jarosław Kuźniewski</i> 57/58</p>
<p>OCENA ODPORNOŚCI NA PROPAGACJĘ SPEKAŃ MIESZANEK SMA Z GRANULATEM ASFALTOWYM EVALUATION OF RESISTANCE TO CRACK PROPAGATION OF SMA MIXTURES WITH ASPHALT GRANULATE</p>	<p><i>Anita Stokfisz, Adam Liphardt</i> 59/60</p>
<p>ROLA DODATKÓW NA BAZIE BIOLOGICZNEJ W OSIĄGANIU ZRÓWNOWAŻONEGO ROZWOJU NAWIERZCHNI ASFALTOWYCH THE ROLE OF BIO-BASED ADDITIVES IN ACHIEVING SUSTAINABILITY IN ASPHALT PAVEMENTS</p>	<p><i>Hassan Tabatabaee, Susan Listberger, Justin Black, Magdalena Machura</i> 61/62</p>
<p>EKOLOGICZNY SPOSÓB RECYKLINGU TEKSTYLIÓW POCHODZĄCYCH Z OPON WYCOFANYCH Z EKSPLOATACJI ENVIRONMENTALLY-FRIENDLY RECYCLING OF TEXTILES FROM END-OF-LIFE TYRES</p>	<p><i>Przemysław Zaprzalski, Witalij Zankowicz</i> 63/64</p>
<p>ZASTOSOWANIE KRZYWYCH WIODĄCYCH MODUŁU SZTYWNOŚCI MMA Z MATERIAŁAMI Z RECYKLINGU PRZY MECHANISTYCZNO-EMPIRYCZNYM PROJEKTOWANIU KONSTRUKCJI NAWIERZCHNI DROGOWYCH APPLICATION OF LEADING CURVES OF STIFFNESS MODULUS OF MINERAL-ASFHALT MIXTURE WITH RECYCLED MATERIALS IN MECHANISTIC-EMPIRICAL DESIGN OF ROAD PAVEMENT STRUCTURES</p>	<p><i>Aleksander Zborowski, Kamil Otkatło</i> 65/66</p>

O KONFERENCJI

Z przyjemnością przedstawiamy streszczenia referatów nadesłanych na międzynarodową konferencję „Nowoczesne nawierzchnie drogowe” – Recykling w konstrukcjach nawierzchni drogowych.

Tematyka konferencji została poświęcona aktualnemu zagadnieniu, jakim jest recykling stający się w dzisiejszych czasach koniecznością przy realizacji inwestycji infrastrukturalnych. Wynika to m.in. z założeń gospodarki o obiegu zamkniętym (ang. circular economy), która zakłada podejmowanie działań w celu ograniczenia zużycia zasobów naturalnych, ich racjonalnego wykorzystania, w tym wykorzystania ponownego tak, aby minimalizować wytwarzanie odpadów i ograniczać negatywne oddziaływanie na środowisko.

Budownictwo drogowe jest dziedziną, która jest szczególnie predysponowana do stosowania recyklingu. Wynika to z dużej objętości robót i, tym samym, zużycia dużej ilości materiałów (np. kruszyw) oraz dużych nakładów energetycznych związanych z procesami produkcji, transportu i budowy. Zastosowanie recyklingu pozwala uzyskać istotne korzyści w obszarze drogownictwa, zarówno przy budowie nowych dróg, jak i ich remontach oraz przebudowach. Recykling może zostać uwzględniony potencjalnie w podłożu oraz zarówno w dolnych, jak i w górnych warstwach konstrukcyjnych nawierzchni. Dodatkowo budownictwo drogowe umożliwia wykorzystanie odpadów z innych dziedzin gospodarki.

Możliwość i warunki, na jakich można zastosować recykling w budownictwie drogowym jest uzależniona od wielu czynników, takich jak:

- przepisy, które powinny określać warunki jego stosowania,
- dostępne zalecenia technologiczne i wymagania techniczne.

Jednostki naukowe i firmy wykonawcze powinny prowadzić prace badawcze niezbędne do opracowywania nowych i doskonalenia istniejących technologii. Ponadto powinna być stosowana ocena ekonomiczna i środowiskowa stosowania recyklingu.

Kluczem do sukcesu jest upowszechnianie wiedzy wśród wszystkich uczestników procesu budowlanego.

ABOUT THE CONFERENCE

We are pleased to present a book of abstracts to you containing the abstracts of oral and poster presentations submitted to the International Conference "Modern road pavements" – Recycling in road pavement structures.

We dedicate the Conference to the issues related to recycling that is increasingly present in the construction industry and is becoming a necessity for infrastructure projects. This follows directly from the assumptions of the circular economy which involves taking measures to reduce the consumption of natural resources, their rational use, including reuse to minimize the generation of waste and reduce the negative environmental impact.

Road construction is an area that is particularly predisposed to the application of recycling for many reasons. This is due to the large volume of work and, thus, the consumption of a large amount of materials (e.g., aggregates), as well as substantial energy expenditures associated with the production, transportation and construction processes. The application of recycling makes it possible to achieve significant benefits in these areas, both in the construction of new roads and in repairs and reconstruction. Recycling can potentially relate to the subbase and both the lower and upper pavement structural layers. In addition, road construction makes it possible to use waste from other areas of the economy.

The possibility and conditions under which recycling can be applied in road construction depends on many factors, such as:

- regulations, which should specify the conditions for its application,
- available technological recommendations and technical requirements.

Scientific units and construction companies should conduct the research work necessary to develop new and improve existing technologies. In addition, economic and environmental assessment of the use of recycling should be applied.

The dissemination of knowledge to all participants in the construction process is the key to success.

KOMITET NAUKOWO-PROGRAMOWY KONFERENCJI / SCIENTIFIC COMMITTEE

Wojciech Bańkowski – Instytut Badawczy Dróg i Mostów
Przewodniczący / Chairman

Marcin Gajewski – Instytut Badawczy Dróg i Mostów
Wiceprzewodniczący / Vice-Chairman

- Jacek Alenowicz – Politechnika Gdańska
- Mirosław Biskup – Instytut Badawczy Dróg i Mostów
- Janusz Bohatkiewicz – Politechnika Krakowska
- Przemysław Buczyński – Politechnika Świętokrzyska
- Anna Chomicz-Kowalska – Politechnika Świętokrzyska
- Bohdan Dołżycki – Politechnika Gdańska
- Andrzej Duszyński – Instytut Badawczy Dróg i Mostów
- Andrzej Garbacz – Politechnika Warszawska
- Władysław Gardziejczyk – Politechnika Białostocka
- Mirosław Graczyk – Instytut Badawczy Dróg i Mostów
- Barbara Gworek – Instytut Ochrony Środowiska - PIB
- Renata Horodecka – Instytut Badawczy Dróg i Mostów
- Marek Iwański – Politechnika Świętokrzyska
- Wiktor Jasiński – Instytut Badawczy Dróg i Mostów
- Piotr Jaskuła – Politechnika Gdańska
- Eugeniusz Koda – Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego
- Leszek Komorowski – Instytut Badawczy Dróg i Mostów
- Karol Kowalski – Politechnika Warszawska
- Jan Król – Politechnika Warszawska
- Agnieszka Królikowska – Instytut Badawczy Dróg i Mostów
- Jerzy Kukiełka – Politechnika Lubelska

Agnieszka Leśniak	–	Politechnika Krakowska
Adam Liphardt	–	Politechnika Warszawska
Piotr Mackiewicz	–	Politechnika Wrocławska
Cezary Madryas	–	Politechnika Wrocławska
Maciej Major	–	Politechnika Częstochowska
Maciej Maliszewski	–	Instytut Badawczy Dróg i Mostów
Grzegorz Mazurek	–	Akademia Leona Koźmińskiego
Paweł Mieczkowski	–	Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie
Marek Mistewicz	–	Instytut Badawczy Dróg i Mostów
Piotr Olaszek	–	Instytut Badawczy Dróg i Mostów
Marek Pszczoła	–	Politechnika Gdańska
Piotr Radziszewski	–	Politechnika Warszawska
Barbara Rymsza	–	Instytut Badawczy Dróg i Mostów
Janusz Rymsza	–	Instytut Badawczy Dróg i Mostów
Michał Sarnowski	–	Politechnika Warszawska
Mieczysław Słowik	–	Politechnika Poznańska
Katarzyna Szczepańska-Woszczyna	–	Akademia WSB
Bogusław Szmygin	–	Politechnika Lubelska
Antoni Szydło	–	Politechnika Wrocławska
Marcin Światała	–	Instytut Badawczy Dróg i Mostów
Dominik Tyrawa	–	Katolicki Uniwersytet Lubelski
Małgorzata Ulewicz	–	Politechnika Częstochowska
Mariusz Urbański	–	Instytut Badawczy Dróg i Mostów
Krzysztof Wilde	–	Politechnika Gdańska
Robert Wójcik	–	Uniwersytet Warmińsko-Mazurski
Adam Wysokowski	–	Uniwersytet Zielonogórski

ORGANIZATOR KONFERENCJI / CONFERENCE ORGANISER

Instytut Badawczy Dróg i Mostów
www.ibdim.edu.pl

KOMITET ORGANIZACYJNY / ORGANISING COMMITTEE

Przewodniczący Komitetu Organizacyjnego /
Chairman of the Organising Committee

– Mariusz Urbański

Janusz Rymsza

Wiesław Liszewski

Paweł Czemieli

Mirosław Graczyk

Wojciech Bańkowski

Marcin Gajewski

Ewa Kamińska

Tomasz Kamiński

Marcin Świtała

Anna Ledwolorz

Katarzyna Celińska

Katarzyna Goworowska

Justyna Kiljan-Walerzak

Krzysztof Włodarczyk

ZAKRES TEMATYCZNY KONFERENCJI

Celem konferencji jest wymiana i upowszechnienie informacji w zakresie recyklingu, z uwzględnieniem doświadczeń krajowych i zagranicznych w odniesieniu do następujących zagadnień:

- recykling nawierzchni asfaltowych,
- recykling nawierzchni betonowych,
- recykling głęboki z zastosowaniem mieszanek MCE i asfaltu spienionego,
- stosowanie dodatków do mieszanek mineralno-asfaltowych i betonu pochodzących z recyklingu,
- wykorzystanie materiałów odpadowych z różnych gałęzi przemysłu jako materiałów alternatywnych,
- wskazanie korzyści ekonomicznych stosowania recyklingu,
- ocena wpływu na środowisko.

CONFERENCE TOPICS

The purpose of the conference is to exchange and disseminate information in the field of recycling, taking into account domestic and foreign experience on the following issues:

- asphalt pavement recycling,
- concrete pavement recycling,
- deep cold recycling using Bituminous Stabilized Materials (BSM), e.g., foamed bitumen or bitumen emulsion,
- use of recycled additives for mineral and asphalt mixtures and concrete,
- use of waste materials from various industries as alternative materials,
- indication of the economic benefits of recycling application,
- environmental impact assessment.

PROGRAM KONFERENCJI / CONFERENCE PROGRAMME

09⁰⁰–09²⁰ – **Otwarcie Konferencji / Opening of the conference**

09²⁰–09⁴⁰ – **Keynote Lecture**

**RECYKLING W BUDOWNICTWIE DROGOWYM W NIEMCZECH,
STAN OBECNY I PERSPEKTYWY**

Stefan Höller – Federal Highway Research Institute (BASt)

09⁴⁰–11⁰⁰ – **Sesja I**

09⁴⁰–10⁰⁰ – **Keynote Lecture**

USE OF RAP IN GERMANY

Verena Rosauer – Federal Highway Research Institute (BASt)

10⁰⁰–10¹⁵ – **LABORATORY EVALUATION OF COMBINED EFFECT OF JUTE
FIBRES AND REJUVENATORS ON SOME PERFORMANCE
CHARACTERISTICS OF ASPHALT MIXTURE CONTAINING
RECLAIMED ASPHALT**

Peter Gallo, Majda Belhaj, Jan Valentin, Pavla Vackova – Czech Technical University

10¹⁵–10³⁰ – **ZASTOSOWANIE KRZYWYCH WIODĄCYCH MODUŁU SZTYWNOŚCI
MMA Z MATERIAŁAMI Z RECYKLINGU PRZY MECHANISTYCZNO-
-EMPIRYCZNYM PROJEKTOWANIU KONSTRUKCJI NAWIERZCHNI
DROGOWYCH**

Aleksander Zborowski, Kamil Otkalło – TPA Sp. z o.o.

10³⁰–10⁴⁵ – **OCENA MOŻLIWOŚCI STOSOWANIA ZWIĘKSZONEJ ZAWARTOŚCI
GRANULATU ASFALTOWEGO W BETONIE ASFALTOWYM
Z WYKORZYSTANIEM DODATKÓW POPRAWIAJĄCYCH
URABIALNOŚĆ MIESZANEK MINERALNO-ASFALTOWYCH**

Piotr Radziszewski, Adam Liphardt, Michał Sarnowski – Politechnika Warszawska

10⁴⁵–11⁰⁰ – **WPLYW RODZAJU DESTRAKTU ASFALTOWEGO NA WŁAŚCIWOŚCI
MIESZANKI MASTYKSU GRYSOwego SMA JENA 16**

Piotr Ramiączek¹, Mikołaj Cielibała², Natalia Skrzyniarz², Karolina Janus¹,
Krzysztof Maciejewski¹, Mateusz M. Iwański¹, Anna Chomicz-Kowalska¹ –

¹ Politechnika Świętokrzyska, ² Studenckie Koło Naukowe FENIX, Politechnika
Świętokrzyska

11⁰⁰–11³⁰ **Sesja Posterowa + przerwa kawowa**

11³⁰–12⁵⁰ – Sesja II

11³⁰–11⁵⁰ – Keynote Lecture

PAVEMENT REHABILITATION IN THE XXI CENTURY

Jorge Pais – University of Minho

11⁵⁰–12⁰⁵ – **RE-PLAN CITY LIFE PROJECT TO PROMOTE THE USE OF RECYCLED TYRE MATERIALS (RTMS) IN ROADS**

Ettore Musacchi – ETRA - European Tyre Recycling Association

12⁰⁵–12²⁰ – **SKUTECZNOŚĆ SPECJALISTYCZNEGO PREPARATU CHEMICZNEGO W ODŚWIEŻANIU GRANULATU ASFALTOWEGO**

Robert Jurczak, Paweł Mieczkowski, Oliwia Merska, Maria Ratajczak – Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie

12²⁰–12³⁵ – **PROGNOZOWANIE NIEODWRACALNEJ PODATNOŚCI I NAWROTU SPRĘŻYSTEGO ASFALTÓW MODYFIKOWANYCH PLASTOMERAMI ODPADOWYMI W BADANIU MSCR**

Grzegorz Mazurek¹, Przemysław Buczyński¹, Marek Iwański¹, Artur Kowalczyk², Marcin Podsiadło¹ – ¹ Politechnika Świętokrzyska, ² TRAKT S.A.

12³⁵–12⁵⁰ – **THE ROLE OF BIO-BASED ADDITIVES IN ACHIEVING SUSTAINABILITY IN ASPHALT PAVEMENTS**

Hassan Tabatabaee, Susan Listberger, Justin Black, Magdalena Machura – Cargill BioIndustrial

12⁵⁰–13⁰⁵ – **OCENA WPŁYWU DODATKÓW Z PRZETWORZONYCH TWORZYW SZTUCZNYCH NA WŁAŚCIWOŚCI ASFALTÓW DROGOWYCH**

Marcin Gajewski¹, Renata Horodecka¹, Wojciech Bańkowski¹, Aleksandra Grzegórska², Maciej Kłopotniński² – ¹ Instytut Badawczy Dróg i Mostów, ² Green Park VI Sp. z o.o.

13⁰⁵–13⁵⁰ – Obiad / Lunch

13⁵⁰–15¹⁰ – Sesja III

13⁵⁰–14¹⁰ – Keynote Lecture

RAP IS NOT ALWAYS RAP

Martins Zaumanis, EMPA – Swiss Federal Laboratories for Materials Science and Technology

14¹⁰–14²⁵ – **INWESTYCJE DROGOWE PROWADZONE NA ZASADACH GOSPODARKI W OBIEGU ZAMKNIĘTYM ORAZ ICH WPŁYW NA FINANSOWANIE REMONTÓW I BIEŻĄCEGO UTRZYMANIA DRÓG**

Piotr Gryszpanowicz¹, Natalia Gasik-Kowalska¹, Małgorzata J. Kacprzak¹, Barbara Rymśza² – ¹ Politechnika Warszawska, Wydział Budownictwa, Mechaniki i Petrochemii w Płocku, ² Instytut Badawczy Dróg i Mostów

- 14²⁵–14⁴⁰ – **LONG LIFE PAVEMENTS WITH RECYCLED CONCRETE IN UNBOUND GRANULAR LAYERS**
 Gudrun Golkowski – Federal Highway Research Institute (BASt)
- 14⁴⁰–14⁵⁵ – **INVESTIGATION OF TERTIARY FLOW BEHAVIOR OF BITUMEN STABILISED MATERIALS WITH BITUMEN EMULSION**
 Katarzyna Konieczna, Jan Król – Politechnika Warszawska
- 14⁵⁵–15¹⁰ – **SHEAR MODULUS AND DAMPING RATIO OF RECYCLED CONCRETE AGGREGATE FROM CYCLIC TORSIONAL SHEAR TEST**
 Katarzyna Gabryś – Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego

15¹⁰–15⁴⁰ Sesja Posterowa + przerwa kawowa

15⁴⁰–17⁰⁰ Sesja IV

- 15⁴⁰–16⁰⁰ – **Keynote Lecture**
ACTUAL PROGRESS AND EXPERIENCE WITH ELEVATED RAP CONTENT IN ASPHALT MIXTURES USED IN THE CZECH REPUBLIC
 Jan Valentin – Czech Technical University
- 16⁰⁰–16¹⁵ – **RECYKLING ISTNIEJĄCEJ NAWIERZCHNI ASFALTOWEJ NA AUTOSTRADZIE A4 Z ZASTOSOWANIEM MIESZANKI MCE I OCENA JEJ STANU TECHNICZNEGO PRZED PIERWSZĄ WYMIANĄ WARSTWY ŚCIERALNEJ**
 Konrad Jabłoński
- 16¹⁵–16³⁰ – **SZTYWNOŚĆ MIESZANEK MCE NA BAZIE UBOCZNYCH CEMENTOWYCH PRODUKTÓW PYLASTYCH I KRUSZYWA Z RECYKLINGU**
 Łukasz Skotnicki, Jarosław Kuźniewski – Politechnika Wrocławska
- 16³⁰–16⁴⁵ – **COLD RECYCLING WITH FOAMED BITUMEN, GAINED KNOWLEDGE FROM A TEST TRACK IN GERMANY**
 Mehdi Kalantari – Federal Highway Research Institute (BASt)
- 16⁴⁵–17⁰⁰ – **WPLYW SKŁADU UZIARNIENIA NA SZTYWNOŚĆ MIESZANEK MINERALNO-CEMENTOWO-EMULSYJNYCH (MMCE) Z DODATKIEM MIAŁU GUMOWEGO**
 Jerzy Kukielka, Konrad Gałan – Politechnika Lubelska

17⁰⁰ Dyskusja i podsumowanie Konferencji

PROGNOZOWANIE WŁAŚCIWOŚCI MIESZANKI MINERALNO-SPOIWOWEJ WYTWARZANEJ W TECHNOLOGII NA „ZIMNO” Z ASFALTEM SPIENIONYM W ASPEKCIE WŁAŚCIWOŚCI ZAPRAW ZE SPOIW HYDRAULICZNYCH

Przemysław Buczyński, Grzegorz Mazurek, Marek Iwański
Politechnika Świętokrzyska, Kielce
e-mail: p.buczynski@tu.kielce.pl

Streszczenie

W artykule przedstawiono korelację pomiędzy właściwościami mechanicznymi mieszanki mineralno-spoiwowej z asfaltem spienionym (MCAS) a właściwościami mechanicznymi zapraw, w których składzie zastosowano spoiwo hydrauliczne. Istotą prezentowanych wyników badań była próba wyjaśnienia, czy za pomocą wstępnych wyników badań uzyskanych dla zapraw możliwe jest prognozowanie właściwości recyklowanej mieszanki na zimno z asfaltem spienionym (MCAS). Prognozę cech MCAS przez właściwości zapraw ograniczono do podstawowych właściwości mechanicznych zapraw, tj. wytrzymałości na ściskanie (R_C) oraz wytrzymałości na rozciąganie przy zginaniu (R_f). Do osiągnięcia zamierzonego celu zaprojektowano siedem spoiw hydraulicznych o składzie kontrolowanym poprzez plan eksperymentu sympleksowo-centroidowy, zwany planem mieszaniny. Składniki spoiw hydraulicznych, które zostały wykorzystane do jego kompozycji to: cement portlandzki CEM I 32,5R, wapno hydratyzowane Ca(OH)_2 oraz uboczne cementowe produkty pyłaste (UCPP). Zaprojektowane i przygotowane w warunkach laboratoryjnych spoiwa hydrauliczne zastosowano w składzie mieszanki mineralno-spoiwowej z asfaltem spienionym w ilości 3,0% (m/m). Następnie w warunkach laboratoryjnych przygotowano mieszankę mineralno-spoiwową z asfaltem spienionym i wykonano badania właściwości mechanicznych, tj. wytrzymałość na pośrednie rozciąganie ITS_{DRY} , wytrzymałość na ściskanie osiowe UCS, moduł sztywności (S_m), odporność na pękanie (K_{IC}) oraz moduł dynamiczny $|E^*|$ wyznaczony w funkcji częstotliwości i temperatury. Wyniki analiz pozwalają stwierdzić, że istnieje potencjalnie możliwość prognozowania wybranych właściwości mechanicznych mieszanki MCAS dzięki analizie wyników mechanicznych dla zapraw. Ma to jednak ograniczone zastosowanie. Wyniki badań uzyskane dla właściwości nieniszczących, tj. dla modułu dynamicznego $|E^*|$, w sposób zadowalający zostają opisane przez wyniki wytrzymałości zapraw na ściskanie po 28 dniach pielęgnowania. Pozostałe analizowane cechy nie wykazały istotnej zależności.

Słowa kluczowe: podbudowa recyklowana, asfalt spieniony, spoiwo hydrauliczne, recykling głęboki na zimno, korelacja.

PREDICTION OF PROPERTIES OF MINERAL-BINDER MIXTURE PRODUCED BY “COLD” TECHNOLOGY WITH FOAMED ASPHALT IN TERMS OF PROPERTIES OF MORTARS WITH HYDRAULIC BINDERS

Przemysław Buczyński, Grzegorz Mazurek, Marek Iwański
Kielce University of Technology, Kielce
e-mail: p.buczynski@tu.kielce.pl

Abstract

This paper presents a correlation between the mechanical properties of mineral-binder mixture with foamed asphalt (MCAS) and the mechanical properties of mortars formulated with hydraulic binders. The essence of the research presented results was an attempt to clarify whether it is possible to predict the properties of recycled cold mixture with foamed asphalt (MCAS) by means of preliminary test results obtained for mortars. The prediction of MCAS characteristics by mortar properties was limited to the basic mechanical properties of mortars, i.e. compressive strength (R_c) and bending tensile strength (R_f). To achieve the intended purpose, seven hydraulic binders were designed with compositions controlled through a symplectic-centroid experimental plan, called a mixture plan. The components of the hydraulic binders that were used for its composition were Portland cement CEM I 32.5R, hydrated lime $\text{Ca}(\text{OH})_2$ and cement dusty by-products (UCPP). The hydraulic binders designed and prepared under laboratory conditions were used in the composition of the mineral-binder mixture with foamed asphalt at a rate of 3.0% (m/m). Subsequently, the mineral-binder mixture with foamed asphalt was prepared under laboratory conditions and mechanical properties were tested, i.e. indirect tensile strength ITS_{DRY} , axial compressive strength UCS, stiffness modulus (S_m), fracture toughness (K_{IC}) and dynamic modulus $|E^*|$ determined as a function of frequency and temperature. The results of the analyses allow us to conclude that it is potentially possible to predict selected mechanical properties of MCAS mixtures by analysing mechanical results for mortars. However, this is of limited use. The results obtained for non-destructive properties, i.e. for the dynamic modulus $|E^*|$ are satisfactorily described by the results of the compressive strength of mortars after 28 days of curing. The other analysed characteristics showed no significant relationship.

Keywords: recycled substructure, foamed asphalt, hydraulic binder, cold deep recycling, correlation.

INVESTIGATING THE AGEING PROCESS OF POLYMER MODIFIED BITUMEN USING A MODIFIED THIN-FILM OVEN TEST IN THE ASPECT OF RECYCLING PURPOSE

Miftah Farid, Jan Król

Warsaw University of Technology, Warsaw

e-mail: miftah.farid.dokt@pw.edu.pl

Abstract

Polymer Modified Bitumen (PMB) is a widely used material for road construction. Commonly, PMBs are produced by mixing bitumen with various types of Styrene–Butadiene–Styrene (SBS) copolymers and, if necessary, with another additive such as a cross-linking agent to improve the material's performance. The ageing process of PMBs is more complex than unmodified bitumen due to molecular interactions between the bitumen and the polymer. Previous studies suggest that the polymer modifier dominates the chemical degradation of PMBs during short-term ageing, while long-term ageing is dominated by bitumen oxidation. As a result, RAP containing PMB as its binder still contains polymer in its chemical composition, emphasizing the need for a comprehensive understanding of the ageing process of PMBs. In current practice, RAP is heated before being mixed with virgin materials to allow reactivation of its aged binder. This study proposes a modified Thin-Film Oven Test (TFOT) as an ageing simulation method, with variations in time and temperature to simulate ageing during the RAP mixing process.

The bitumen oxidation phenomenon mostly dominates the ageing process. From quantitative indices analysis, in short duration and lower temperature conditions, the polymer degradation helps to resist ageing shortly. Moreover, the DSR test shows that ageing caused the PMB to increase in complex modulus while decreasing in phase angle, indicating hardening and shifting toward more elastic behaviour. The most prominent effect of ageing can be observed at lower test temperature for phase angle and higher test temperature for complex modulus. Generally, the ageing condition's temperature has a more significant role in dictating the ageing effect on PMB than the duration.

Keywords: Polymer Modified Bitumen, Recycling, RAP, ageing, FTIR.

BADANIE PROCESU STARZENIA ASFALTU MODYFIKOWANEGO POLIMERAMI PRZY ZASTOSOWANIU ZMODYFIKOWANEJ METODY CIENKIEJ WARSTWY W ASPEKCIE RECYKLINGU

Miftah Farid, Jan Król

Politechnika Warszawska, Warszawa

e-mail: miftah.farid.dokt@pw.edu.pl

Streszczenie

Asfalt modyfikowany polimerami (PMB) to szeroko stosowany materiał do budowy dróg. Powszechnie asfalt modyfikowany polimerami wytwarzany jest poprzez mieszanie bitumu z różnymi rodzajami kopolimerów styrenowo-butadienowo-styrenowych (SBS) oraz, w razie potrzeby, z innym dodatkiem, takim jak środek sieciujący, w celu poprawy wydajności materiału. Proces starzenia asfaltów modyfikowanych polimerami jest bardziej złożony niż niemodyfikowanego asfaltu ze względu na interakcje molekularne między asfaltem a polimerem. Wcześniejsze badania sugerują, że modyfikator polimeru dominuje w degradacji chemicznej asfaltów modyfikowanych polimerami podczas starzenia krótkoterminowego, podczas gdy starzenie długoterminowe jest zdominowane przez utlenianie bitumu. W rezultacie destruktu asfaltowy zawierający asfalt modyfikowany polimerami jako spoiwo nadal zawiera polimer w swoim składzie chemicznym, co podkreśla potrzebę kompleksowego zrozumienia procesu starzenia asfaltów modyfikowanych polimerami. W obecnej praktyce destruktu asfaltowy jest podgrzewany przed zmieszczeniem z materiałami pierwotnymi, aby umożliwić reaktywację jego starzejącego się spoiwa. W niniejszym badaniu zaproponowano metodę cienkiej warstwy (TFOT) jako metodę symulacji starzenia, ze zmianami czasu i temperatury w celu symulacji starzenia podczas procesu mieszania destruktu asfaltowego.

Zjawisko utleniania bitumu przeważnie dominuje w procesie starzenia. Z analizy wskaźników ilościowych wynika, że w warunkach krótkiego czasu trwania i niższej temperatury degradacja polimeru pomaga w krótkim czasie ograniczyć proces starzenia. Co więcej, badanie DSR wykazało, że starzenie spowodowało wzrost złożonego modułu asfaltu modyfikowanego polimerami przy jednoczesnym zmniejszeniu kąta fazowego, co wskazuje na utwardzenie i przesunięcie w kierunku bardziej elastycznego zachowania. Najbardziej widoczny efekt starzenia można zaobserwować w niższej temperaturze testowej dla kąta fazowego i wyższej temperaturze testowej dla modułu zespolonego. Ogólnie rzecz biorąc, temperatura warunków starzenia odgrywa bardziej znaczącą rolę w dyktowaniu wpływu starzenia na asfalt modyfikowany polimerami niż czas jego trwania.

Słowa kluczowe: asfalt modyfikowany polimerami, recykling, destruktu asfaltowy, starzenie, FTIR.

SHEAR MODULUS AND DAMPING RATIO OF RECYCLED CONCRETE AGGREGATE FROM CYCLIC TORSIONAL SHEAR TEST

Katarzyna Gabrys

Warsaw University of Life Sciences, Warsaw

e-mail: katarzyna_gabrys@sggw.edu.pl

Abstract

This study examines the small-strain dynamic properties of three mixtures of recycled concrete aggregate (RCA) using laboratory investigations typical for natural soils, namely cyclic torsional shear (CTS) tests. In order to construct two samples crushed concrete curbs originating from a demolition site in Warsaw was employed. To create the third sample, crushed concrete from demolished buildings as well as from Warsaw was used, mainly from concrete wall and floor elements. A series of CTS tests were performed to investigate the impact of various parameters, including confining pressure, excitation frequency, and number of vibration cycles on the G -modulus, G_{\max} -modulus, shear modulus degradation curve $G(\gamma)/G_{\max}$, D ratio, D_{\min} ratio, variation in damping curve $D(\gamma)/D_{\min}$. The resulting stiffness and damping characteristics of the analysed concrete aggregate were compared with those of natural gravel and sand aggregate natural aggregate (NA). The results collected from the CTS tests indicate that the performance of most RCA is comparable to that of NA and can be used as an unbound granular material (UGM).

Keywords: anthropogenic soil, cyclic loading, damping, stiffness, waste material.

MODUŁ ŚCINANIA I WSPÓŁCZYNNIK TŁUMIENIA KRUSZYWA BETONOWEGO POCHODZĄCEGO Z RECYKLINGU Z CYKLICZNEGO TESTU ŚCINANIA SKRĘTNEGO

Katarzyna Gabrys

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, Warszawa

e-mail: katarzyna_gabrys@sggw.edu.pl

Streszczenie

W niniejszym badaniu zbadano właściwości dynamiczne przy małych odkształceniach trzech mieszanek kruszywa betonowego z recyklingu (RCA) przy użyciu badań laboratoryjnych typowych dla gruntów naturalnych, a mianowicie badania cyklicznego ścinania skrętnego (CTS). Do wykonania dwóch próbek wykorzystano pokruszone krawężniki betonowe pochodzące z rozbiórki w Warszawie. Do stworzenia trzeciej próbki wykorzystano pokruszony beton z rozebranych budynków, także z Warszawy, głównie z betonowych elementów ścian i podłóg. Przeprowadzono serię testów CTS w celu zbadania wpływu różnych parametrów, w tym ciśnienia ograniczającego, częstotliwości wzbudzenia i liczby cykli wibracji na moduł G , moduł G_{\max} , krzywą degradacji modułu ścinania $G(\gamma)/G_{\max}$, współczynnik D , współczynnik D_{\min} , zmianę krzywej tłumienia $D(\gamma)/D_{\min}$. Uzyskane charakterystyki sztywności i tłumienia analizowanego kruszywa betonowego porównano z charakterystykami naturalnego kruszywa żwirowo-piaskowego – kruszywa naturalnego (NA). Wyniki zebrane z badań CTS wskazują, że wydajność większości destruktu asfaltowego jest porównywalna z kruszywem naturalnym i może być stosowana jako niezwiązany materiał ziarnisty (UGM).

Słowa kluczowe: gleba antropogeniczna, obciążenie cykliczne, tłumienie, sztywność, materiał odpadowy.

OCENA WPŁYWU DODATKÓW Z PRZETWORZONYCH TWORZYW SZTUCZNYCH NA WŁAŚCIWOŚCI ASFALTÓW DROGOWYCH

Marcin Gajewski¹, Renata Horodecka¹, Wojciech Bańkowski¹,
Aleksandra Grzegórska², Maciej Kłopotowski²

¹ Instytut Badawczy Dróg i Mostów, Warszawa

² Green Park VI Sp. z o.o., Aleksandrów Kujawski

e-mail: mgajewski@ibdim.edu.pl

Streszczenie

Asfalty modyfikowane są powszechnie stosowane w budownictwie drogowym. Znane są różne metody modyfikacji, a jako najlepszą i najczęściej stosowaną jest modyfikacja polimerem SBS. W niniejszym artykule zaprezentowano wyniki badań nad możliwością modyfikacji zwykłych lepiszczy drogowych w inny sposób, tj. przy wykorzystaniu przetworzonych tworzyw sztucznych pochodzących z recyklingu. Warunkiem wyjściowym dla tego typu modyfikacji jest zapewnienie stabilności wytworzonego materiału oraz nie pogorszenie jego właściwości funkcjonalnych w porównaniu do lepiszcza bazowego.

W pracy zaprezentowano wybrane wyniki badań doświadczalnych przeprowadzonych na materiałach uzyskanych ze zmieszania konwencjonalnych asfaltów drogowych 50/70 oraz 70/100 z dodatkami wytworzonymi z PP, PS, LDPE, HDPE (oraz ich mieszankami). Dodatki te uzyskano w procesie pirolizy przy różnych technologiach wytwarzania z uwzględnieniem różnych wartości temperatury i czasu procesowania.

Przeprowadzono badania podstawowe na 56 różnych kompozycjach asfaltu i dodatku w celu wyłonienia potencjalnie najlepszych wariantów do dalszej poszerzonej analizy. Zaproponowano metodę obiektywnego wyboru najlepszych mieszanin asfaltów z dodatkiem. Nie jest to klasyczna metoda rankingowa (przyznawanie punktów), a metoda bazująca na funkcji celu będącej sumą trzech funkcji składowych odpowiadających poszczególnym parametrom z odpowiednimi wagami. Metoda ta może być dość swobodnie kształtowana poprzez dobór wag albo odmienne propozycje funkcji składowych. Na tej podstawie wyłoniono dodatki, które mają najkorzystniejsze właściwości pod względem zastosowania do produkcji mieszanek mineralno-asfaltowych.

Słowa kluczowe: tworzywa sztuczne, recykling, asfalt drogowy, PP, PS, LDPE, HDPE, właściwości funkcjonalne.

EVALUATION OF THE EFFECT OF RECYCLED PLASTIC ADDITIVES ON THE PROPERTIES OF ROAD ASPHALTS

Marcin Gajewski¹, Renata Horodecka¹, Wojciech Bańkowski¹,
Aleksandra Grzegórska², Maciej Kłopotowski²

¹ Road and Bridge Research Institute, Warszawa

² Green Park VI Sp. z o.o., Aleksandrów Kujawski

e-mail: mgajewski@ibdim.edu.pl

Abstract

Modified asphalts are widely used in road construction. Various modification methods are known, and the modification with SBS polymer is the best and most widely used. This paper presents the results of research on the possibility of modifying ordinary road binders in a different way, i.e. using recycled plastics. The starting condition for this type of modification is to ensure the stability of the produced material and not to deteriorate its functional properties compared to the base binder.

The paper will present selected results of experimental tests conducted on materials obtained from mixing conventional 50/70 and 70/100 road asphalts with additives made from PP, PS, LDPE, HDPE (and their mixtures). These additives were obtained by pyrolysis at different manufacturing technologies with different values of temperature and processing time.

Basic tests were carried out on 56 different compositions of asphalt and additive to identify the potentially best options for further extended analysis. A method for objective selection of the best asphalt mixtures with the additive was proposed. This is not a classic ranking method (awarding points), but a method based on an objective function that is the sum of three component functions corresponding to each parameter with appropriate weights. This method can be shaped quite freely by either selecting weights or different proposals for the component functions. On this basis, the additives with the most favourable properties in terms of application to the production of mineral-asphalt mixtures were selected.

Keywords: plastics, recycling, road asphalt, PP, PS, LDPE, HDPE, functional properties.

LABORATORY EVALUATION OF COMBINED EFFECT OF JUTE FIBRES AND REJUVENATORS ON SOME PERFORMANCE CHARACTERISTICS OF ASPHALT MIXTURE CONTAINING RECLAIMED ASPHALT

Peter Gallo, Majda Belhaj, Jan Valentin, Pavla Vackova
Faculty of Civil Engineering, Czech Technical University,
Prague, Czech Republic
e-mail: peter.gallo@fsv.cvut.cz

Abstract

The use of reclaimed asphalt (RA) in asphalt concrete mixtures have achieved economic and environmental benefits and it is important when we want to get in line with sustainable development and circular economy. This paper aims to evaluate the effectiveness of the addition of two bio-based rejuvenators and jute fibres on the performance of asphalt mixture designed with 30 % by mass RA content. Seven mix variants, varying the addition of the rejuvenator and/or fibres, were analysed. Mechanical performance was evaluated through laboratory tests measuring moisture susceptibility (ITSR), stiffness modulus (IT-CY), resistance to crack propagation (SCB) and dynamic modulus (4PB-PR). Mixtures with jute fibres showed lower ITSR. In comparison with the reference mixture, a decrease in the stiffness modulus have been shown for mixtures with rejuvenators. Opposite trend was observed when fibres were added. Best performance in resistance to crack propagation and complex modulus was achieved by adding jute fibres with rejuvenator to the mixture.

Keywords: reclaimed asphalt, fibres, rejuvenator, recycling, asphalt mixture.

LABORATORYJNA OCENA ŁĄCZNEGO WPŁYWU WŁÓKIEN JUTOWYCH I ŚRODKÓW ODŚWIEŻAJĄCYCH (REJUVENATORÓW) NA NIEKTÓRE WŁAŚCIWOŚCI UŻYTKOWE MIESZANKI MINERALNO-ASFALTOWEJ ZAWIERAJĄCEJ DESTRUKT ASFALTOWY

Peter Gallo, Majda Belhaj, Jan Valentin, Pavla Vackova
Wydział Inżynierii Lądowej, Politechnika Czeska, Praga, Czechy
e-mail: peter.gallo@fsv.cvut.cz

Streszczenie

Zastosowanie destruktu asfaltowego (RA) w mieszankach betonu asfaltowego przynosi korzyści ekonomiczne i środowiskowe i jest ważne w dążeniu do stosowania zasad zrównoważonego rozwoju i gospodarki o obiegu zamkniętym. Celem niniejszej pracy jest ocena skuteczności dodatku dwóch środków odświeżających na bazie biologicznej i włókien jutowych na właściwości użytkowe mieszanki mineralno-asfaltowej zaprojektowanej z 30% udziałem destruktu asfaltowego według masy. Przeanalizowano siedem wariantów mieszanki, różniących się dodatkiem środka odświeżającego i/lub włókien. Właściwości mechaniczne zostały ocenione za pomocą testów laboratoryjnych mierzących podatność na wilgotność (ITSR), moduł sztywności (IT-CY), odporność na propagację pęknięć (SCB) i moduł dynamiczny (4PB-PR). Mieszanki z włóknami jutowymi wykazywały niższą podatność na wilgotność. W porównaniu z mieszanką referencyjną, w odniesieniu do mieszanek ze środkami odświeżającymi wykazano spadek modułu sztywności. Odwrotną tendencję zaobserwowano po dodaniu włókien. Najlepsze wyniki w zakresie odporności na propagację pęknięć i modułu zespolonego uzyskano poprzez dodanie do mieszanki włókien jutowych ze środkiem odświeżającym.

Słowa kluczowe: destrukc asfaltowy, włókna, środek odświeżający, recykling, mieszanka asfaltowa.

LONG LIFE PAVEMENTS WITH RECYCLED CONCRETE IN UNBOUND GRANULAR LAYERS

Gudrun Golkowski

Federal Highway Research Institute (BASt), Bergisch Gladbach, Germany
e-mail: golkowski@bast.de

Abstract

The construction of unbound granular layers (UGLs) in pavement construction is even nowadays mainly based on empiric-based experience and knowledge. The use of natural aggregates is not critical but how do recycled materials perform in UGL? Is it possible to appraise their performance on the existing experience with natural aggregates? To what extent can natural mineral aggregates be replaced by recycled materials to reduce the consumption of natural resources?

In an in-situ test-section, divided into 12 sub-sections, BASt has evaluated the performance of UGL made from recycled concrete and different percentages of recycled bricks in comparison to an UGL of natural aggregates for ten years. In the following the main focus lies on the analysis of the regularly executed bearing capacity measurements of the sub-sections and its performance as pavement structure.

The test section has the same upper asphalt structure of 14 cm asphalt pavement (4 cm asphalt wearing course and 10 cm asphalt base course) and only varies in the composition of the UGLs (15 cm unbound base course and 50 cm frost protection layer).

As reference sections the UGLs of two sub-sections are constructed with natural mineral aggregates which will be compared to eight sub-sections made with recycled concrete and recycled bricks in different mixing ratios (90 % recycled concrete and 10 % recycled bricks, 80/20, 70/30 and 60/40 respectively).

The analysis of Falling Weight Deflectometer (FWD) data shows a sufficient bearing capacity according to the requirements for all different sub-sections for different types of indicators. There are nevertheless significant differences due to the composition of the UGLs in the different sub-sections. The data analysis furthermore shows that no decrease in bearing capacity has been observed over the 10-year period. The data show a minor post compaction and increasing bearing capacity within the first two years, after that it remained on a constant level, achieving a steady state of bearing capacity.

While the different composition of UGL has not led to any negative influence with regard to the bearing capacity, other damages have become noticeable. Transversal cracks appeared after a first strong winter and during the next years in the sub-sections with a high percentage of recycled concrete in the UGL. In the sub-section with 30% and more of recycled bricks in the UGL no transversal cracks were found. The observed risk of cracking correlates strongly with the composition of the UGLs.

The strength of the use of recycled concrete in UGLs lies in the bearing capacity of such pavements. For a long service life of such pavements, however, an adopted structure must then be taken into account with regard to the post-hardening behaviour or other measures (like composition with different types of recycled materials) must be taken for an economic application. Special performance tests are required to evaluate the potential of post hardening effects and to adopt the pavement structure before using this type of material in pavement structures. The post hardening of those layers furthermore leads to a reduced water permeability, which is especially important for concrete pavements and block pavements.

New pavement structures based on the use of recycled materials have a great potential in reducing negative environmental impacts through a reduced consumption of natural resources, their rational use, including their reuse so as to minimize the generation of waste. These aspects will be covered in a first balancing of sustainability for the mentioned test section as a basis for discussion.

Keywords: pavement constructions, unbound granular material, recycled materials, bearing capacity, sustainability.

DŁUGOWIECZNE NAWIERZCHNIE Z BETONU Z RECYKLINGU W NIEZWIĄZANYCH WARSTWACH ZIARNISTYCH

Gudrun Golkowski

Federalny Instytut Badawczy Drogownictwa (BASt), Bergisch Gladbach, Niemcy
e-mail: golkowski@bast.de

Streszczenie

Konstrukcja niezwiązanych warstw ziarnistych (UGL) w budowie nawierzchni, nawet obecnie, opiera się głównie na doświadczeniu i wiedzy empirycznej. Wykorzystanie naturalnych kruszyw nie jest krytyczne, ale jak materiały pochodzące z recyklingu sprawdzają się w niezwiązanych warstwach ziarnistych? Czy można ocenić ich wydajność na podstawie dotychczasowych doświadczeń z kruszywami naturalnymi? W jakim stopniu można zastąpić naturalne kruszywa mineralne materiałami pochodzącymi z recyklingu, aby zmniejszyć zużycie zasobów naturalnych?

Na odcinku testowym badań in-situ, podzielonym na 12 pododcinków, Federalny Instytut Badawczy Drogownictwa (BASt) ocenił wydajność niezwiązanych warstw ziarnistych wykonanych z betonu z recyklingu i różnego odsetku cegieł z recyklingu w porównaniu z niezwiązanych warstw ziarnistych z kruszyw naturalnych przez dziesięć lat. Główny nacisk położono na analizę regularnie wykonywanych pomiarów nośności pododcinków i ich wydajności jako konstrukcji nawierzchni.

Odcinek testowy ma taką samą górną strukturę asfaltu o grubości 14 cm (4 cm warstwa ścieralna i 10 cm podbudowa asfaltowa) i różni się jedynie składem niezwiązanych warstw ziarnistych (15 cm podbudowa niezwiązana i 50 cm warstwa mrozoochronna).

Jako odcinki referencyjne niezwiązane warstwy ziarniste dwóch pododcinków zbudowano z naturalnych kruszyw mineralnych, które zostaną porównane z ośmioma pododcinkami wykonanymi z betonu z recyklingu i cegieł z recyklingu w różnych proporcjach mieszania (90% betonu z recyklingu i 10% cegieł z recyklingu, odpowiednio 80/20, 70/30 i 60/40).

Analiza danych z ugięciomierza dynamicznego (FWD) wykazała wystarczającą nośność zgodnie z wymaganiami dla wszystkich różnych podsekcji dla różnych typów wskaźników. Istnieją jednak znaczące różnice ze względu na skład niezwiązanych warstw ziarnistych na różnych pododcinkach. Analiza danych pokazuje ponadto, że w okresie 10 lat nie zaobserwowano spadku nośności. Dane wskazują na niewielkie zagęszczenie po zagęszczeniu i wzrost nośności w ciągu pierwszych dwóch lat, po czym pozostała ona na stałym poziomie, osiągając stały stan nośności.

Podczas gdy inny skład niezwiązanych warstw ścieralnych nie doprowadził do żadnego negatywnego wpływu na nośność, inne uszkodzenia stały się zauważalne. Pęknięcia poprzeczne pojawiły się po pierwszej silnej zimie i w kolejnych latach na pododcinkach z wysokim udziałem betonu z recyklingu w niezwiązanych warstwach ziarnistych. Na pododcinku z 30% i więcej cegieł z recyklingu w niezwiązanych warstwach ziarnistych nie stwierdzono pęknięć poprzecznych. Zaobserwowane ryzyko pęknięcia silnie koreluje ze składem niezwiązanych warstw ziarnistych.

Siła wykorzystania betonu z recyklingu w niezwiązanych warstwach ziarnistych leży w nośności takich nawierzchni. Aby jednak zapewnić długą żywotność takich nawierzchni, należy wziąć pod uwagę przyjętą strukturę w odniesieniu do zachowania po utwardzeniu lub podjąć inne środki (takie jak skład z różnymi rodzajami materiałów pochodzących z recyklingu) w celu ekonomicznego zastosowania. Przed zastosowaniem tego typu materiałów w konstrukcjach nawierzchni wymagane są specjalne badania wydajności w celu oceny potencjału skutków po utwardzeniu i dostosowania konstrukcji nawierzchni. Utwardzenie tych warstw prowadzi ponadto do zmniejszenia przepuszczalności wody, co jest szczególnie ważne w przypadku nawierzchni betonowych i z kostki brukowej.

Nowe konstrukcje nawierzchni oparte na wykorzystaniu materiałów pochodzących z recyklingu mają ogromny potencjał w zmniejszaniu negatywnego wpływu na środowisko poprzez mniejsze zużycie zasobów naturalnych, ich racjonalne wykorzystanie, w tym ponowne wykorzystanie, tak aby zminimalizować wytwarzanie odpadów. Aspekty te zostaną uwzględnione w pierwszym bilansie zrównoważonego rozwoju dla wspomnianego odcinka testowego jako podstawa do dyskusji.

Słowa kluczowe: konstrukcje nawierzchni, niezwiązany materiał ziarnisty, materiały z recyklingu, nośność, zrównoważony rozwój.

BEZKONTAKTOWA METODA POMIARU DEFORMACJI W BADANIACH MIESZANEK MINERALNO-ASFALTOWYCH

Jarosław Górszczyk, Konrad Malicki

Politechnika Krakowska, Wydział Inżynierii Lądowej, Kraków

e-mail: jgorszcz@pk.edu.pl

Streszczenie

Wysokie wymagania stawiane mieszankom mineralno-asfaltowym (MMA) powodują konieczność stosowania nowoczesnych metod oceny ich parametrów mechanicznych. Jedną z takich metod jest metoda cyfrowej korelacji obrazu (Digital Image Correlation - DIC). W artykule zaprezentowano możliwości wykorzystania bezkontaktowej metody DIC do pomiaru deformacji w badaniach cech mechanicznych próbek MMA. W pracy uwzględniono analizy deformacji całych obserwowanych powierzchni badanych próbek. Omówione wyniki badań własnych oraz badań opisanych w literaturze potwierdziły przydatność metody DIC zarówno w badaniach tradycyjnych MMA, jak i mieszanek z dodatkiem materiału z recyklingu.

Słowa kluczowe: mieszanki mineralno-asfaltowe, badania cech mechanicznych, metoda cyfrowej korelacji obrazu (DIC), recykling nawierzchni asfaltowych.

NON-CONTACT DEFORMATION MEASUREMENT METHOD FOR TESTING MINERAL-ASPHALT MIXTURES

Jarosław Górszczyk, Konrad Malicki

Cracow University of Technology, Faculty of Civil Engineering, Kraków

e-mail: jgorszcz@pk.edu.pl

Abstract

The high demands placed on mineral-asphalt mixtures (MMA) necessitate modern methods for evaluating their mechanical parameters. Digital Image Correlation (DIC) method is one of such methods. The paper presents the possibilities of using the non-contact DIC method to measure deformation in the tests of mechanical characteristics of MMA samples. The paper includes deformation analyses of the entire observed surfaces of the tested samples. The discussed results of our own research and the studies described in the literature confirmed the usefulness of the DIC method in testing both traditional MMA and mixtures with the addition of recycled material.

Keywords: mineral-asphalt mixtures, mechanical characteristics testing, digital image correlation (DIC) method, recycled asphalt pavements.

BETON WAŁOWANY Z WYKORZYSTANIEM KRUSZYWA Z RECYKLINGU DO WYKONYWANIA NAWIERZCHNI DRÓG LOKALNYCH

Mirosław Graczyk, Danuta Bebłacz
Instytut Badawczy Dróg i Mostów, Warszawa
e-mail: mgraczyk@ibdim.edu.pl

Streszczenie

Beton wałowany RCC jest specjalną odmianą mieszanki betonowej o optymalnej wilgotności, zbliżonej do wilgotności gruntu. Układany jest standardowym rozścielaczem asfaltowym i zagęszczany przy użyciu walców drogowych. Technologia betonu wałowanego ze względu na swoje zalety: jak szybkość realizacji i niskie koszty budowy, jest dobrym rozwiązaniem w budowie dróg lokalnych.

Beton wałowany jest doskonałą i nowoczesną alternatywą dla innych mieszanek, gdzie z powodzeniem można zastosować materiały z recyklingu, zatem warto zastanowić się nad szerszym jej wykorzystaniem w budowie dróg w Polsce.

W referacie przedstawiono wymagania dla materiałów stosowanych do produkcji betonu wałowanego, sposób wykonania nawierzchni z betonu wałowanego. Poruszono również zagadnienie wykorzystania istniejącej nawierzchni do produkcji betonu wałowanego np. gruz betonowy uzyskany z nawierzchni z płyt drogowych.

Słowa kluczowe: beton wałowany, beton z recyklingu, drogi lokalne.

ROLLED CONCRETE USING RECYCLED AGGREGATE FOR LOCAL ROAD PAVEMENT CONSTRUCTION

Mirosław Graczyk, Danuta Bebłacz

Road and Bridge Research Institute, Warsaw

e-mail: mgraczyk@ibdim.edu.pl

Abstract

Rolled concrete RCC is a special variety of concrete mixture with an optimum moisture content close to that of the soil. It is laid with a standard asphalt paver and compacted using road rollers. Rolled concrete technology, due to its advantages: such as speed of implementation and low construction costs, is a good solution for the construction of local roads.

Rolled concrete is an excellent and modern alternative to other mixtures, where recycled materials can be successfully used, so it is worth considering its wider use in the construction of roads in Poland.

The paper will present the requirements for materials used in the production of rolled concrete, the method of making pavement of rolled concrete. The issue of using the existing pavement for the production of rolled concrete, such as concrete rubble obtained from road slab pavement, will also be discussed.

Keywords: rolled concrete, recycled concrete, local roads.

INWESTYCJE DROGOWE PROWADZONE NA ZASADACH GOSPODARKI W OBIEGU ZAMKNIĘTYM ORAZ ICH WPŁYW NA FINANSOWANIE REMONTÓW I BIEŻĄCEGO UTRZYMANIA DRÓG

Piotr Gryszpanowicz¹, Natalia Gasik-Kowalska¹,
Małgorzata J. Kacprzak¹, Barbara Rymsza²

¹ Politechnika Warszawska, Wydział Budownictwa, Mechaniki
i Petrochemii w Płocku, ² Instytut Badawczy Dróg i Mostów, Warszawa
e-mail: piotr.gryszpanowicz@pw.edu.pl

Streszczenie

Inwestycje drogowe prowadzone na zasadach Circular Economy (gospodarki o obiegu zamkniętym) mają na celu wprowadzenie zrównoważonych praktyk i minimalizację negatywnego wpływu infrastruktury drogowej na środowisko. Jednym z głównych elementów inwestycji drogowych prowadzonych na zasadach Circular Economy jest zastosowanie materiałów z recyklingu. Materiałem coraz powszechniej stosowanym w budownictwie drogowym jest sfrezowany beton asfaltowy oraz skruszone stare warstwy konstrukcyjne, które po odpowiedniej obróbce mogą być ponownie wykorzystane. Przedmiotem badań było określenie wpływu prowadzenia inwestycji na zasadach Circular Economy na finansowanie remontów i bieżącego utrzymania dróg na przykładzie Płocka – polskiego miasta średniej wielkości. W 2011 r. współautor artykułu zaproponował władzom miasta wprowadzenie zasad zagospodarowania materiałów rozbiórkowych pozyskiwanych z inwestycji realizowanych w pasach drogowych ulic miejskich, co z powodzeniem wdrożono w połowie 2011 r. Wprowadzone regulacje dotyczyły nawierzchni: asfaltowych, kamiennych, z żelbetowych płyt drogowych, z trylinki, z kostki betonowej, ale również krawężników, obrzeży, oporników, a także elementów podbudowy. Program odzyskiwania materiałów rozbiórkowych dał w krótkim czasie duże efekty, przede wszystkim w aspekcie ochrony środowiska, gdyż przed 2011 r. wszystkie materiały rozbiórkowe trafiały na wysypisko odpadów komunalnych, a obecnie ilości materiałów tam przekazywanych równe są zero. Badania oparte o dane z ostatnich 10 lat, zestawiono z wydatkami ponoszonymi przez zarząd dróg na bieżące utrzymanie i remonty dróg. Celem badań była w konsekwencji odpowiedź na pytanie czy gospodarka drogowa oparta o recykling, może przyczynić się do obniżenia kosztów ponoszonych na utrzymanie i bieżące remonty dróg?

Słowa kluczowe: gospodarka cyrkularna, odzysk materii, budowa dróg, asfalt z odzysku, łagodzenie klimatu.

ROAD PROJECTS CARRIED OUT UNDER CIRCULAR ECONOMY PRINCIPLES AND THEIR IMPACT ON THE FINANCING OF ROAD REPAIRS AND ONGOING MAINTENANCE

Piotr Gryszpanowicz¹, Natalia Gasik-Kowalska¹,
Małgorzata J. Kacprzak¹, Barbara Rymsza²

¹ Warsaw University of Technology – Branch in Płock, Faculty of Civil Engineering, Mechanics and Petrochemistry, ² Road and Bridge Research Institute, Warsaw

e-mail: piotr.gryszpanowicz@pw.edu.pl

Abstract

Road projects carried out under Circular Economy principles are aimed at introducing sustainable practices and minimizing the negative environmental impact of road infrastructure. The use of recycled materials is one of the main elements of road projects carried out under circular economy principles. The material increasingly used in road construction is milled asphalt concrete and crushed old structural layers which can be reused after appropriate processing. The subject of the research was to determine the impact of conducting projects under circular economy principles on the financing of repairs and ongoing maintenance of roads, illustrated with the example of Płock – a Polish medium-sized city. In 2011, the paper's co-author proposed to the city authorities to introduce rules for the management of demolition materials obtained from projects carried out in the right-of-ways of city streets, which was successfully implemented in mid-2011. The regulations introduced applied to the following pavements: asphalt, stone, reinforced concrete road slabs, hexagonal concrete paving blocks, concrete cubes, but also to curbs, edging, retaining blocks, as well as substructure elements. The programme for the recovery of demolition materials yielded great results in a short period of time, primarily in terms of environmental protection, since before 2011 all demolition materials were sent to the municipal landfill, and now the amounts of materials transferred there are equal to zero. The research, based on data from the last 10 years, was juxtaposed with the expenses incurred by the road administration for ongoing maintenance and repair of roads. The aim of the research was, consequently, to answer the question of whether a recycling-based road economy can contribute to reducing the costs incurred for maintenance and ongoing repairs of roads?

Keywords: circular economy, matter recovery, road construction, recycled asphalt, climate mitigation.

RECYKLING ISTNIEJĄCEJ NAWIERZCHNI ASFALTOWEJ NA AUTOSTRADZIE A4 Z ZASTOSOWANIEM MIESZANKI MCE I OCENA JEJ STANU TECHNICZNEGO PRZED PIERWSZĄ WYMIANĄ WARSTWY ŚCIERALNEJ

Konrad Jabłoński

e-mail: jablonski.konrad@gmail.com

Streszczenie

Referat stanowi podsumowanie działań związanych z realizacją remontu nawierzchni asfaltowej na autostradzie A4 od Krakowa do Katowic oraz związanych z przygotowaniem i wykonaniem, w latach 1998–2001, nawierzchni asfaltowej na ponad 126 km odcinka autostrady A4: od węzła Bielany Wrocławskie do węzła Strzelce Opolskie. Zawiera też porównanie ocen stanu technicznego tej nawierzchni przed podjęciem decyzji o pierwszej wymianie warstwy ścieralnej na poszczególnych fragmentach tego odcinka A4, tj. odcinków gdzie zastosowano podbudowę pomocniczą z mieszanki MCE oraz pozostałych odcinków z typową podbudową podatną z kruszywa mineralnego. Z tej oceny wynika, że zaproponowane i wdrożone przez wykonawcę – Dromex Construction – środkowego trzydziestokilometrowego kontraktu drogowego (nr 4: od węzła Brzeg do węzła Opole Zachód), zmiany technologiczne i konstrukcyjne, takie jak, opisane w referacie, zastosowanie recyklingu istniejącej nawierzchni do wykonania podbudowy pomocniczej z mieszanki mineralno-cementowo-emulsyjnej (MCE), a także, wspomniane w referacie, zastąpienie w warstwie ścieralnej betonu asfaltowego BA16 mieszanką mastyksowo-grysową (SMA12,6), przyniosły bardzo dobre efekty.

Ogólna ocena stanu technicznego nawierzchni na obu jezdniach autostrady A4 od węzła Bielany Wrocławskie do węzła Strzelce Opolskie, a w tym od węzła Brzeg do węzła Opole Zachód wskazuje (według funkcjonującego w GDDKiA Systemu Diagnostyki Nawierzchni – SDN i Systemu Oceny Stanu Nawierzchni – SOSN), że charakteryzowały się one, po 15–16 latach od przekazania ich do użytkowania, bardzo dobrymi parametrami techniczno-eksploatacyjnymi; jezdnia południowa w 100% była w stanie pożądanym, a jezdnia północna w 96,4% (tylko na 3,6% długości była w stanie ostrzegawczym). Oznacza to, że zastosowane na tym kontrakcie zmiany technologiczne i konstrukcyjne, w tym pierwsze w Polsce zastosowanie głębokiego recyklingu istniejącej nawierzchni do wykonania podbudowy pomocniczej z MCE, było prawidłowym rozwiązaniem, wpisującym się również w zrównoważony rozwój budowy i utrzymania dróg publicznych w naszym kraju.

Słowa kluczowe: autostrada, budowa, nawierzchnia, mieszanka mineralno-cementowo-emulsyjna (MCE), ocena stanu nawierzchni.

RECYCLING OF EXISTING ASPHALT PAVEMENT ON THE A4 MOTORWAY WITH MCE MIXTURE AND EVALUATION OF ITS TECHNICAL CONDITION BEFORE THE FIRST REPLACEMENT OF THE WEARING COURSE

Konrad Jabłoński

e-mail: jablonski.konrad@gmail.com

Abstract

The paper summarizes the activities related to the implementation of asphalt pavement rehabilitation on the A4 motorway from Kraków to Katowice and related to the preparation and execution, in 1998–2001, of asphalt pavement at over 126 km of the A4 motorway section: from the Bielany Wrocławskie interchange to the Strzelce Opolskie interchange. It also includes a comparison of assessments of the technical condition of this pavement before a decision was made to replace the wearing course for the first time at individual sections of this A4 section, i.e. sections where an auxiliary substructure of MCE mixture was used and other sections with a typical flexible substructure of mineral aggregate. This assessment shows that the process and construction changes proposed and implemented by the contractor of the middle thirty-kilometre road contract – Dromex Construction – (no. 4: from the Brzeg interchange to the Opole Zachód interchange), such as, described in the paper, use of recycling of the existing pavement to make an auxiliary substructure of mineral-cement-emulsion mixture (MCE), as well as, mentioned in the paper, replacement of asphalt concrete BA16 with stone mastic asphalt mixture (SMA12.6) in the wearing course, yielded very good results.

The general assessment of the technical condition of the pavement on both carriageways of the A4 motorway from the Bielany Wrocławskie interchange to the Strzelce Opolskie interchange, and including from the Brzeg interchange to the Opole Zachód interchange, indicates (according to the Pavement Diagnostic System – SDN and the Pavement Condition Assessment System – SOSN in place in the GDDKiA) that they were characterized, after 15-16 years from being put into operation, by very good technical and operational parameters; the southern carriageway was 100% in desirable condition, and the northern carriageway was 96.4% in desirable condition (only 3.6% of its length was in warning condition). This means that the process and structural changes applied on this contract, including the first in Poland use of deep recycling of the existing pavement to make an auxiliary substructure with MCE, was the correct solution, which is also part of the sustainable development of the construction and maintenance of public roads in our country.

Keywords: motorway, construction, pavement, mineral-cement-emulsion mixture (MCE), pavement condition assessment.

SKUTECZNOŚĆ SPECJALISTYCZNEGO PREPARATU CHEMICZNEGO W ODŚWIEŻANIU GRANULATU ASFALTOWEGO

Robert Jurczak¹, Paweł Mieczkowski¹, Oliwia Merska¹, Maria Ratajczak²

¹ Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny, Szczecin

² Politechnika Poznańska, Poznań

e-mail: oliwia.merska@zut.edu.pl

Streszczenie

Materiały stosowane w budownictwie powinny funkcjonować w obiegu zamkniętym, co oznacza ich ponowne wykorzystanie w momencie utraty właściwości w pierwotnym wyrobie budowlanym. Do tego typu materiałów należy zaliczyć mieszanki mineralno-asfaltowe, które w postaci destruktu asfaltowego pozyskiwane są z remontowanych lub przebudowywanych dróg. Ich funkcjonalność w dużym stopniu zależy od właściwości lepiszcza asfaltowego, które w wyniku procesów starzeniowych utraciło swoje właściwości lepko-sprężyste. Poprawę tych właściwości można uzyskać poprzez zastosowanie specjalistycznych preparatów chemicznych zwanych rejuwenatorami.

W artykule przedstawiono wyniki badań, które podzielono na dwa etapy. W pierwszym etapie badania wykonywano dla lepiszcza asfaltowego. Wykorzystano asfalt drogowy 50/70 przed i po starzeniu (RTFOT + PAV) oraz postarzone lepiszcze z dodatkiem rejuwenatora. Obok badań podstawowych (penetracji, temperatury mięknienia, zespolonego modułu ścinania i kąta przesunięcia fazowego) oznaczono skład grupowy asfaltów oraz wykonano analizy widmowe. W drugim etapie badania wykonano dla betonu asfaltowego AC 16 W 50/70, pozyskanego z WMB. Oznaczono podstawowe parametry mieszanki referencyjnej, po starzeniu technologicznym oraz eksploatacyjnym oraz z udziałem odświeżacza. W zakresie oznaczeń była gęstość, gęstość objętościowa, odporność na działanie wody, moduł sztywności, trwałość zmęczeniowa oraz parametry niskotemperaturowe mieszanki (TSRST).

Przeprowadzone badania granulatu asfaltowego z udziałem esteru fosforowego alkoholu oleilowego, etoksylovanego świadczą, że substancja ta wpływa pozytywnie na zmiany właściwości zestarzonych lepiszczy asfaltowych, co pozwala z powodzeniem stosować ją w technologii drogowej.

Słowa kluczowe: granulatu asfaltowy, asfalt, rejuwenator, moduł sztywności, zmęczenie, TSRST.

EFFECTIVENESS OF A SPECIALIZED CHEMICAL PREPARATION IN REFRESHING ASPHALT GRANULATE

Robert Jurczak¹, Paweł Mieczkowski¹, Oliwia Merska¹, Maria Ratajczak²

¹ West Pomeranian University of Technology in Szczecin

² Poznan University of Technology

e-mail: oliwia.merska@zut.edu.pl

Abstract

Materials used in construction should function in a closed circuit, which means they should be reused when they lose their properties in the original construction product.

Materials of this kind include mineral-asphalt mixtures, which are obtained in the form of reclaimed asphalt pavement (RAP) from repaired or reconstructed roads. Their functionality largely depends on the properties of the asphalt binder which has lost its visco-elastic properties due to ageing processes. Improvement of these properties can be achieved through the use of specialized chemical preparations called rejuvenators.

The paper presents the results of research which was divided into two stages. In the first stage, tests were performed for an asphalt binder. Road asphalt 50/70 before and after ageing (RTFOT + PAV) and aged binder with rejuvenator were used. In addition to basic tests (penetration, softening temperature, combined shear modulus and phase shift angle), the group composition of the asphalts was determined and spectral analyses were performed. At the second stage, tests were carried out for AC 16 W 50/70 asphalt concrete, obtained from WMB. The basic parameters of the reference mix were determined, after process and operational ageing and with the participation of a refresher. The range of designations included density, volumetric density, water resistance, stiffness modulus, fatigue life and low-temperature parameters of the mixture (TSRST).

Tests carried out on asphalt granulate with oleyl alcohol phosphate ester, ethoxylated prove that this substance has a positive effect on changes in the properties of aged asphalt binders, which allows it to be successfully used in road technology.

Keywords: asphalt granulate, asphalt, rejuvenator, stiffness modulus, fatigue, TSRST.

COLD RECYCLING WITH FOAMED BITUMEN, GAINED KNOWLEDGE FROM A TEST TRACK IN GERMANY

Mehdi Kalantari

Federal Highway Research Institute (BASt), Bergisch Gladbach, Germany
e-mail: Kalantari@bast.de

Abstract

During the recent years, the demand on more sustainable transportation infrastructure has increased considerably in the EU. In Germany the political goal is to become climate neutral by 2035. Among different solutions, recycling is an important approach to achieve circular economy for pavements as one of the main parts of transportation infrastructure. Cold recycling is a technique which needs less energy and has the potential of using higher rates of recycled material. The resulting material may not have the same characteristics as the conventional hot mix asphalt, but through an optimised mix and structural design, it is possible to construct pavements with the same or even higher durability than the conventional types but a greater potential for sustainability. In 2018 a research project on the topic of cold recycling with foamed bitumen was defined at Federal Highway Research Institute (BASt) in cooperation with the Wirtgen GmbH. The main goal of the project was to gather information and experience on the behaviour of cold recycled material with relatively low amounts of bitumen and cement, known internationally as Bitumen Stabilized Material (BSM). For this purpose, a 100-meter test section was built at the demonstration, investigation, and reference areal of BASt (duraBASt) with two different construction types (reference and cold recycled). Both sections were loaded with the Mobile Load Simulator (MLS30). This paper presents some of the results and findings from the non-destructive (FWD and rutting measurements) monitoring and tests on the extracted cores. The program proved that it is possible to design and construct pavements with the BSM and the comparable performance as conventional pavements in Germany.

Keywords: cold recycling, Foamed bitumen, Bitumen stabilized material (BSM), Accelerated Pavement Testing (APT), duraBASt.

RECYKLING NA ZIMNO ZE SPIENIONYM ASFALTEM, WIEDZA ZDOBYTA Z TORU TESTOWEGO W NIEMCZECH

Mehdi Kalantari

Federalny Instytut Badawczy Drogownictwa (BASt), Bergisch Gladbach,
Niemcy

e-mail: Kalantari@bast.de

Streszczenie

W ostatnich latach w UE znacznie wzrosło zapotrzebowanie na bardziej zrównoważoną infrastrukturę transportową. W Niemczech celem politycznym jest osiągnięcie neutralności klimatycznej do 2035 roku. Wśród różnych rozwiązań, recykling to ważny aspekt na drodze do osiągnięcia gospodarki o obiegu zamkniętym w odniesieniu do nawierzchni, jako jednej z głównych części infrastruktury transportowej. Recykling na zimno to technika, która wymaga mniej energii i może potencjalnie wykorzystywać większe ilości materiałów pochodzących z recyklingu. Uzyskany materiał może nie mieć takich samych właściwości jak konwencjonalna mieszanka asfaltowa na gorąco, ale dzięki zoptymalizowanej mieszance i projektowi strukturalnemu możliwe jest wykonanie nawierzchni o takiej samej lub nawet wyższej trwałości niż konwencjonalne rodzaje nawierzchni, ale o większym potencjale w zakresie zrównoważonego rozwoju. W 2018 r. w Federalnym Instytucie Badawczym Drogownictwa (BASt) we współpracy z Wirtgen GmbH zdefiniowano projekt badawczy na temat recyklingu na zimno z asfaltem spienionym. Głównym celem projektu było zebranie informacji i doświadczeń na temat zachowania zimnego materiału pochodzącego z recyklingu ze stosunkowo niewielką ilością bitumu i cementu, znanego na całym świecie jako Bitumen Stabilised Materials (BSM). W tym celu zbudowano 100-metrowy odcinek testowy na obszarze demonstracyjnym, badawczym i referencyjnym BASt (duraBASt) z dwoma różnymi typami konstrukcji (referencyjnym i z recyklingu na zimno). Oba odcinki zostały obciążone za pomocą mobilnego symulatora obciążenia (MLS30). W niniejszym artykule przedstawiono niektóre wyniki i ustalenia z nieniszczącego monitorowania (pomiar FWD i koleinowania) i badań wydobytych rdzeni. Program dowiódł, że możliwe jest zaprojektowanie i wykonanie nawierzchni z BSM o porównywalnych parametrach jak nawierzchnie konwencjonalne w Niemczech.

Słowa kluczowe: recykling na zimno, asfalt spieniony, mieszanka stabilizowana emulsją asfaltową, Bitumen Stabilised Materials (BSM), przyspieszone testowanie nawierzchni (APT), duraBASt.

WYBRANE ZAGADNIENIA ANALIZY EKOBILANSOWEJ MATERIAŁÓW POCHODZĄCYCH Z RECYKLINGU, WYKORZYSTYWANYCH W BUDOWNICTWIE DROGOWYM

Ewa Kamińska, Marcin Światała, Tomasz Kamiński
Instytut Badawczy Dróg i Mostów, Warszawa
e-mail: ekaminska@ibdim.edu.pl

Streszczenie

W artykule przedstawiono zagadnienia inwestycji drogowych w aspekcie analiz środowiskowych oraz kosztowych. Kompleksowa ocena środowiskowych i ekonomicznych parametrów obiektów inżynierskich, opiera się na ilościowych informacjach środowiskowych i ekonomicznych oraz bazuje na wynikach analiz oceny cyklu życia, kosztach cyklu życia oraz kosztach całego życia (WLC). W artykule zwrócono uwagę na problem potencjalnego wpływu na środowisko materiałów wykorzystywanych w budownictwie drogowym, pochodzących m.in. z procesu recyklingu, w kontekście oceny cyklu życia produktu (ang. Life Cycle Assessment, LCA). W pracy przedstawiono również wymagania gospodarki o obiegu zamkniętym (ang. Circular Economy) gospodarowania tego rodzaju materiałami. Zwrócono uwagę na analizę LCA, jako istotne narzędzie, umożliwiające pozyskanie kompletnej informacji o wpływie badanych materiałów na środowisko. Kolejnym elementem poruszonym w artykule jest temat oceny efektywności kosztów infrastruktury drogowej. Zwrócono uwagę na koncepcję kosztów całkowitych i zasadę współzależności kosztów. Opisano problem kosztów i korzyści inwestycji drogowych na przykładzie LCCA.

Słowa kluczowe: ocena cyklu życia, LCA, recykling, gospodarka o obiegu zamkniętym, LCCA.

SELECTED ISSUES OF ECOBALANCE ANALYSIS OF RECYCLED MATERIALS USED IN ROAD CONSTRUCTION

Ewa Kamińska, Marcin Światała, Tomasz Kamiński
Road and Bridge Research Institute, Warsaw
e-mail: ekaminska@ibdim.edu.pl

Abstract

The paper presents issues of road projects in terms of environmental and cost analysis. Comprehensive evaluation of environmental and economic parameters of engineering structures is based on quantitative environmental and economic information and relies on the results of life cycle assessment, life cycle cost and whole life cost (WLC) analyses. The paper highlights the problem of the potential environmental impact of materials used in road construction from, among others, the recycling process, in the context of life cycle assessment (LCA). The paper also outlines the requirements of the circular economy with respect to the management of such materials. Attention is given to LCA analysis as an important tool for obtaining complete information on the environmental impact of the materials under study. Another element addressed in the paper is the topic of assessing the cost-effectiveness of road infrastructure. Attention was drawn to the concept of total costs and the principle of cost interdependence. The problem of costs and benefits of road projects is described using the example of LCCA.

Keywords: life cycle assessment, LCA, recycling, closed circuit economy, LCCA.

INVESTIGATION OF TERTIARY FLOW BEHAVIOR OF BITUMEN STABILISED MATERIALS WITH BITUMEN EMULSION

Katarzyna Konieczna, Jan B. Król

Warsaw University of Technology, Faculty of Civil Engineering, Warsaw

e-mail: katarzyna.konieczna@pw.edu.pl

Abstract

Cold recycling technology is gaining popularity as a sustainable way of rehabilitating existing asphalt pavements. Bitumen Stabilised Materials with bitumen emulsion (BSMs) are cold recycling mixtures (CRMs) that contain RAP, virgin aggregates, bitumen emulsion, water, and active filler and exhibit a combination of mechanical properties of both granular and viscoelastic materials. However, the BSMs' mechanical performance in terms of viscoelasticity remains insufficiently explored. This study aimed to synthesize and adapt dynamic creep test methods, commonly used for HMA mixes, for characterizing tertiary flow behavior of BSMs.

Tests were conducted on BSM mixtures with 50% and 70% RAP content, bitumen emulsion amount in the 4.5% – 6.4% range, and 1% cement addition. The designed BSM series were also differentiated in terms of volumetric properties. Permanent deformation (PD) response of Bitumen Stabilised Materials was evaluated based on the analysis of the accumulated permanent strain curves obtained in repeated load tests. The experimental data were fitted to the Francken model, using an originally developed Python calculation script, to determine the Flow Number (FN) values for BSMs under specified loading stress and testing temperature conditions.

The study showed that the specification of the Flow Number dynamic creep test parameters for testing BSMs requires an individual approach depending on the composition and volumetric properties of the mixture. With appropriately selected test conditions, the permanent deformation of BSMs can be evaluated by means of fitting the accumulated permanent strain curve to the Francken model and estimating Flow Number values.

Keywords: Bitumen Stabilised Materials, flow number, tertiary flow, permanent deformation, cold recycling mixtures.

WYKORZYSTANIE METODY FLOW NUMBER DO OCENY ODPORNOŚCI NA DEFORMACJE TRWAŁE MIESZANEK STABILIZOWANYCH EMULSJĄ ASFALTOWĄ

Katarzyna Konieczna, Jan B. Król

Politechnika Warszawska, Wydział Inżynierii Lądowej, Warszawa

e-mail: katarzyna.konieczna@pw.edu.pl

Streszczenie

Technologia recyklingu na zimno zyskuje na popularności jako zrównoważony sposób renowacji istniejących nawierzchni asfaltowych. Mieszanki stabilizowane emulsją asfaltową (BSM) to mieszanki do recyklingu na zimno (CRM), które zawierają destruktu asfaltowy, pierwotne kruszywa, emulsję asfaltową, wodę i aktywny wypełniacz i wykazują połączenie właściwości mechanicznych zarówno materiałów ziarnistych, jak i lepkosprężystych. Jednak właściwości mechaniczne BSM w zakresie lepkosprężystości pozostają niewystarczająco zbadane. Niniejsze badanie miało na celu syntezę i adaptację metod dynamicznego pełzania, powszechnie stosowanych w przypadku mieszanek HMA, w celu scharakteryzowania zachowania przepływu trzeciego stopnia.

Testy przeprowadzono na mieszankach BSM z 50% i 70% zawartością destruktu asfaltowego, ilością emulsji asfaltowej w zakresie 4,5%–6,4% i z 1% dodatkiem cementu. Zaprojektowane serie BSM zostały również zróżnicowane pod względem właściwości objętościowych. Reakcja na odkształcenie trwałe (PD) mieszanek stabilizowanych emulsją asfaltową została oceniona na podstawie analizy skumulowanych krzywych odkształcenia trwałego uzyskanych w powtarzanych testach obciążeniowych. Dane eksperymentalne zostały dopasowane do modelu Franckena, przy użyciu oryginalnie opracowanego skryptu obliczeniowego Python, w celu określenia wartości Flow Number (FN) dla BSM w określonych warunkach obciążenia i temperatury testowania.

Badanie wykazało, że specyfikacja parametrów testu dynamicznego pełzania Flow Number do testowania BSM wymaga indywidualnego podejścia w zależności od składu i właściwości objętościowych mieszanki. Przy odpowiednio dobranych warunkach testowych, trwałe odkształcenie BSM można ocenić za pomocą dopasowania skumulowanej krzywej trwałego odkształcenia do modelu Franckena i oszacowania wartości Flow Number.

Słowa kluczowe: Bitumen Stabilised Materials (BSM), Flow Number, przepływ trzeciego stopnia, odkształcenie trwałe, mieszanki do recyklingu na zimno.

WPLYW SKŁADU UZIARNIENIA NA SZTYWNOŚĆ MIESZANEK MINERALNO-CEMENTOWO-EMULSYJNYCH (MMCE) Z DODATKIEM MIAŁU GUMOWEGO

Jerzy Kukielka, Konrad Gałań
Politechnika Lubelska, Lublin
e-mail: jerzy.kukielka@pollub.pl

Streszczenie

Celem pracy jest określenie wpływu składu uziarnienia MMCE modyfikowanych miałem gumowym na ich moduły sztywności przy takiej samej ilości dodatku środków wiążących. Mieszanki wykonano zgodnie z instrukcją z zastosowaniem różnych destruktywów asfaltowych zawierających 5,6% i 10% asfaltu w ilości odpowiednio 45% i 51% (m/m), kruszywa doziarniającego w ilości 53% i 47%, miału gumowego 0/1 mm w ilości 2% (m/m), cementu CEM I 42,5 w ilości 4% (m/m) i emulsji asfaltowej w ilości 2% (m/m). Wilgotność optymalna mieszanek określona w badaniu Proctora wynosiła 6% i 7%.

Wykonano badania laboratoryjne modułu sztywności metodą 4-punktowej zginanej belki w temperaturach 0°C, 20°C i 40°C w przypadku mieszanek gruboziarnistych i 10°C, 20°C i 40°C w przypadku mieszanek średnioziarnistych przy zadanym stałym odkształceniu 50 µm/m.

Słowa kluczowe: mieszanka mineralno-cementowo-emulsyjna, miał gumowy, sztywność, krzywe uziarnienia.

INFLUENCE OF GRAIN SIZE COMPOSITION ON THE STIFFNESS OF MINERAL-CEMENT-EMULSION MIXTURES (MMCE) WITH THE ADDITION OF RUBBER FINES

Jerzy Kukielka, Konrad Gałań
Lublin University of Technology, Lublin
e-mail: jerzy.kukielka@pollub.pl

Abstract

The aim of this paper is to determine the effect of the grain size composition of MMCE modified with rubber fines on their stiffness moduli at the same amount of binder addition. The mixtures were made according to instruction using various RAPs containing 5.6% and 10% asphalt at 45% and 51% (m/m) respectively, batching aggregate at 53% and 47%, 0/1 mm rubber fines at 2% (m/m), CEM I 42.5 cement at 4% (m/m) and asphalt emulsion at 2% (m/m). The optimum moisture content of the mixtures as determined by the Proctor test was 6% and 7%.

Laboratory tests of the stiffness modulus by 4-point beam bending were carried out at temperatures of 0°C, 20°C and 40°C for coarse-grained mixtures and 10°C, 20°C and 40°C for medium-grained mixtures at a given constant strain of 50 $\mu\text{m/m}$.

Keywords: mineral-cement-emulsion mix, rubber fines, stiffness, grain size composition curves.

WYKORZYSTANIE DESTRUKTU ASFALTOWEGO JAKO KRUSZYWA DO MIESZANEK STABILIZOWANYCH SPOIWEM CEMENTOWYM

Stanisław Majer, Bartosz Budziński

Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny, Szczecin

e-mail: majer@zut.edu.pl

Streszczenie

Destrukt asfaltowy może stanowić półprodukt w nowych mieszankach mineralno-asfaltowych jak i być wykorzystywany do mieszanek w technologii recyklingu na zimno. Pierwsza technologia jest właściwa w sytuacji, kiedy destrukt jest jednorodny i pochodzi z nawierzchni o znanych lub możliwych do ustalenia parametrach. Druga technologia może być wykorzystana do przetwarzania starych nawierzchni asfaltowych, o zmiennych parametrach (różne warstwy z różnym lepiszczem), które nadal dominują na drogach lokalnych. Technologie na zimno z różnych względów nie zawsze mogą być zastosowane, np. w sytuacji, której przewidywany zakres prac jest niewielki. Alternatywą może być wykorzystanie destruktu asfaltowego jako kruszywa do wykonania mieszanek stabilizowanych spoiwem. Autorzy przeprowadzili program badawczy, który miał na celu określenie parametrów mieszanek stabilizowanych spoiwem cementowym z wykorzystaniem destruktu. W badaniach określono takie cechy, jak: gęstość, wytrzymałość na ściskanie w różnych temperaturach, wytrzymałość na rozciąganie przy rozłupywaniu, badanie stabilności wg Marshalla. Na podstawie przeprowadzonych badań, ustalono, że destrukt asfaltowy może zostać z powodzeniem wykorzystany jako kruszywo do produkcji mieszanki związanej spoiwem cementowym.

Słowa kluczowe: destrukt asfaltowy, mieszanka związana spoiwem cementowym, wytrzymałość na ściskanie, stabilność, recykling.

USE OF RECLAIMED ASPHALT PAVEMENT (RAP) AS AGGREGATE FOR MIXTURES STABILISED WITH CEMENT BINDER

Stanisław Majer, Bartosz Budziński

West Pomeranian University of Technology in Szczecin

e-mail: majer@zut.edu.pl

Abstract

RAP can be used as a semi-finished product in new mineral and asphalt mixtures as well as be used in cold recycled mixtures. The first technology is appropriate when the RAP material is homogeneous and comes from pavements with known or ascertainable parameters. The second technology can be used to treat old asphalt pavements with varying parameters (different layers with different binders), which are still prevalent on local roads. Cold technologies cannot always be used for various reasons, e.g. in situations where the anticipated scope of work is small. As an alternative, RAP can be used as aggregate for binder-stabilised mixtures. The authors carried out a research programme to determine the performance of mixtures stabilised with cement binder using RAP. In the study, characteristics such as density, compressive strength at different temperatures, splitting tensile strength and Marshall stability test were determined. On the basis of the research carried out, it has been established that RAP can be successfully used as an aggregate for the production of a cement-bound mixture.

Keywords: Reclaimed Asphalt Pavement (RAP), cement-bound mixture, compressive strength, stability, recycling.

PROGNOZOWANIE NIEODWRACALNEJ PODATNOŚCI I NAWROTU SPREŻYSTEGO ASFALTÓW MODYFIKOWANYCH PLASTOMERAMI ODPADOWYMI W BADANIU MSCR

Grzegorz Mazurek¹, Przemysław Buczyński¹, Marek Iwański¹,
Artur Kowalczyk², Marcin Podsiadło¹

¹ Politechnika Świętokrzyska, Kielce

² TRAKT S.A., Kielce

e-mail: gmazurek@tu.kielce.pl

Streszczenie

W artykule dokonano oceny możliwości prognozy charakterystyk mikrostruktury nieodwracalnej części modułu podatności i procentowego nawrotu w badaniu MSCR za pomocą podstawowych właściwości asfaltu. W badaniach poddano kontrowaniu 7 zmiennych. W ramach badania zastosowano dwa typy asfaltów 20/30 i 70/100 oraz dwa rodzaje plastomeru odpadowego. Cały proces badawczy został podporządkowany planowi Placketta-Burmana. Rezultaty wzbogacono o analizę mikrostruktury dyspersji plastomeru odpadowego w asfalcie. W rezultacie stwierdzono, że wpływ mikrostruktury na nieodwracalną część modułu podatności i procentowego nawrotu nie był znaczący. Natomiast proces mieszania istotnie wpływał na stan rozproszenia cząstek plastomeru w asfalcie. Dzięki technice MARS udało się powiązać podstawowe cechy asfaltu, takie jak penetracja, temperatura mięknięcia, temperatura łamliwości oraz lepkość dynamiczna z nieodwracalną częścią modułu podatności i procentowym nawrotem ze skutecznością wyrażoną przez współczynnik determinacji $R^2=99\%$. Wskazano również, że rodzaj plastomeru odgrywa znaczącą rolę w kształtowaniu wartości procentowego nawrotu asfaltu.

Słowa kluczowe: modyfikacja asfaltu, plastomer odpadowy, MARS, morfologia polimeru, recykling.

PREDICTION OF IRREVERSIBLE SUSCEPTIBILITY AND ELASTIC RECURRENCE OF ASPHALTS MODIFIED WITH WASTE PLASTOMERS IN MSCR STUDY

Grzegorz Mazurek¹, Przemysław Buczyński¹, Marek Iwański¹,
Artur Kowalczyk², Marcin Podsiadło¹

¹ Kielce University of Technology, Kielce

² TRAKT S.A., Kielce

e-mail: gmazurek@tu.kielce.pl

Abstract

This paper evaluates the possibility of predicting the microstructure characteristics of the irreversible part of the susceptibility modulus and the percentage recurrence in the MSCR test by means of basic asphalt properties. Seven variables were controlled in the research. Two types of asphalt 20/30 and 70/100 and two types of waste plastomer were used for the research. The entire research process was governed by the Plackett-Burman plan. The results were enriched by microstructure analysis of the waste plastomer dispersion in asphalt. As a result, it was found that the effect of microstructure on the irreversible part of the susceptibility modulus and percentage recurrence was not significant. In contrast, the mixing process significantly influenced the dispersion state of the plastomer particles in the asphalt. With the MARS technique, it has been possible to relate basic asphalt characteristics such as penetration, softening temperature, fracture temperature and dynamic viscosity to the irreversible part of the susceptibility modulus and percentage recurrence with efficiency expressed by a determination coefficient of $R^2=99\%$. It was also pointed out that the type of plastomer plays a significant role in shaping the percentage of asphalt conversion.

Keywords: asphalt modification, waste plastomer, MARS, polymer morphology, recycling.

DŁUGOWIECZNA NAWIERZCHNIA Z WYKORZYSTANIEM ASFALTÓW MODYFIKOWANYCH GUMĄ Z RECYKLINGU NA PRZYKŁADZIE ODCINKA DOŚWIADCZALNEGO DROGI EKSPRESOWEJ S-19

Karolina Pełczyńska¹, Agata Grajewska¹, Sebastian Kopytko²

¹ TPA Sp. z o.o., Pruszków

² TPA Sp. z o.o., Tarnów

e-mail: karolina.pelczynska@tpaqi.com

Streszczenie

W celu ograniczenia wpływu budowy dróg na środowisko naturalne i zmniejszenia śladu węglowego, konieczne jest projektowanie nawierzchni w oparciu o zrównoważony rozwój, uwzględniając cały jej okres eksploatacji. Na ciągu głównym drogi ekspresowej S19 Kraśnik – Janów Lubelski zaprojektowano i wybudowano 400-metrowy odcinek doświadczalny, który w pełni wpisuje się w tę strategię. Konstrukcja nawierzchni została zaprojektowana i wykonana zgodnie z amerykańską koncepcją nawierzchni długowiecznej, czyli z zastosowaniem sztywnej i odpornej na koleinowanie warstwy wiążącej oraz elastycznej i odpornej na zmęczenie warstwy podbudowy. Taki układ warstw umożliwił znaczące wydłużenie okresu eksploatacji nawierzchni bez konieczności zwiększania grubości konstrukcji. Ponadto do wszystkich warstw asfaltowych zastosowano asfalt modyfikowany miazgą gumową pochodzącą z recyklingu zużytych opon samochodowych. Zagospodarowanie odpadów jakimi są zużyte opony samochodowe oprócz walorów ekologicznych ma również korzystny wpływ na parametry materiałowe lepischer bitumicznych. Wykonana konstrukcja nawierzchni umożliwia ograniczenie zużycia naturalnych surowców, wydłużenie okresów między remontowych nawierzchni oraz wykorzystanie pełnowartościowego odpadu jakim są zużyte opony samochodowe. Ponadto tego typu konstrukcja jest w pełni recyklowalna co oznacza, że po założonym okresie eksploatacji będzie mogła być wykorzystana do budowy nowych dróg. W artykule opisano metodę projektowania konstrukcji nawierzchni długowiecznej. Przedstawiono wyniki badań asfaltu modyfikowanego gumą w porównaniu do standardowo stosowanych lepischer oraz wyniki badań zastosowanych mieszanek mineralno-asfaltowych. Przedstawiono również wyniki pomiarów ugięć po wykonaniu odcinka doświadczalnego.

Słowa kluczowe: nawierzchnia długowieczna, asfalt modyfikowany gumą, FWD.

LONG-LIFE PAVEMENT USING ASPHALTS MODIFIED WITH RECYCLED RUBBER ILLUSTRATED WITH THE EXAMPLE OF THE EXPERIMENTAL SECTION OF THE S-19 EXPRESSWAY

Karolina Pełczyńska¹, Agata Grajewska¹, Sebastian Kopytko²

¹ TPA Sp. z o.o., Pruszków

² TPA Sp. z o.o., Tarnów

e-mail: karolina.pelczynska@tpaqi.com

Abstract

In order to reduce the environmental impact of road construction and reduce the carbon footprint, it is necessary to design the pavement on a sustainable basis, taking into account its entire lifetime. A 400-metre experimental section has been designed and built within the S19 Kraśnik – Janów Lubelski expressway, which is fully in line with this strategy. The pavement structure was designed and constructed in accordance with the American concept of long-life pavement, i.e. using a rigid and rut-resistant binder course and a flexible and fatigue-resistant subbase layer. This layering arrangement has made it possible to significantly extend the life of the pavement without increasing the thickness of the structure. In addition, asphalt modified with rubber fines from recycled used car tyres was used for all asphalt layers. In addition to its ecological advantages, the management of waste such as used car tires also has a beneficial effect on the material parameters of bituminous binders. The pavement design makes it possible to reduce the consumption of natural raw materials, extend the intervals between pavement rehabilitation and make use of a full-value waste product such as used car tyres. In addition, this type of construction is fully recyclable which means that it will be able to be used for new road construction after an assumed lifetime. This paper describes a method for designing long-life pavement structures. The results of tests on rubber-modified asphalt compared to standard binders and the results of tests on the mineral-asphalt mixtures used are presented. The results of deflection measurements after the execution of the experimental section are also presented.

Keywords: long life pavement, rubber modified asphalt, FWD.

OCENA MOŻLIWOŚCI STOSOWANIA ZWIĘKSZONEJ ZAWARTOŚCI GRANULATU ASFALTOWEGO W BETONIE ASFALTOWYM Z WYKORZYSTANIEM DODATKÓW POPRAWIAJĄCYCH URABIALNOŚĆ MIESZANEK MINERALNO-ASFALTOWYCH

Piotr Radziszewski, Adam Liphardt, Michał Sarnowski
Politechnika Warszawska, Warszawa
e-mail: adam.liphardt@pw.edu.pl

Streszczenie

Recykling materiałowy ze względu na ochronę środowiska, zrównoważony rozwój odgrywa coraz większe znaczenie w budowie nawierzchni drogowych. Szczególnie dotyczy to zastosowania destruktu asfaltowego do warstw konstrukcyjnych nawierzchni. Jednym z problemów występujących przy stosowaniu większych ilości destruktu asfaltowego w mieszankach mineralno-asfaltowych jest pogorszenie ich urabialności i jednorodności szczególnie w przypadku dozowania granulatu asfaltowego na zimno.

Artykuł zawiera wyniki badań nad zastosowaniem dodatków poprawiających urabialność betonu asfaltowego do warstwy podbudowy ze zwiększonym do 40% dodatkiem granulatu asfaltowego dozowanym w technologii na zimno. W badaniach zastosowano dodatki parafin F-T, upłynniacze pochodzenia roślinnego oraz zeolitów, które miały na celu poprawę homogeniczności i zagęszczalności mieszanek przy zastosowaniu obniżonych temperatur wbudowania.

Przeprowadzono ocenę zagęszczalności mieszanek z różną zawartością granulatu asfaltowego przy zastosowaniu 3 rodzajów dodatków poprawiających urabialność. Zagęszczalność oceniano na podstawie analizy przebiegu zagęszczania w prasie żyrotorowej, określając m.in. wymaganą ilość cykli do uzyskania wymaganego zagęszczenia, a także naprężenia ścinające oraz wskaźnik zagęszczenia w funkcji ilości cykli zagęszczania. W dalszej kolejności mieszanki mineralno-asfaltowe poddano badaniom w celu weryfikacji ich odporności na deformacje trwałe oraz działanie wody.

Na podstawie wyników badań i analiz wykazano, że istnieje możliwość stosowania zwiększonej zawartości granulatu asfaltowego w warstwach podbudowy z betonu asfaltowego zarówno w standardowych, jak i obniżonych temperaturach wbudowania dzięki zastosowaniu dodatków poprawiających urabialność i zagęszczalność mieszanek.

Słowa kluczowe: recykling, granulatu asfaltowy, urabialność, zagęszczalność, beton asfaltowy, zeolity, parafiny F-T.

EVALUATION OF THE FEASIBILITY OF USING INCREASED GRANULAR ASPHALT CONTENT IN ASPHALT CONCRETE USING ADDITIVES TO IMPROVE THE WORKABILITY OF MINERAL-ASPHALT MIXTURES

Piotr Radziszewski, Adam Liphardt, Michał Sarnowski
Warsaw University of Technology, Warszawa
e-mail: adam.liphardt@pw.edu.pl

Abstract

Material recycling for environmental and sustainability reasons is playing an increasingly important role in road pavement construction. This is particularly the case with the use of reclaimed asphalt pavement (RAP) for pavement construction layers. One of the problems encountered with the use of larger quantities of RAP in mineral and asphalt mixtures is the deterioration of their workability and homogeneity, particularly when cold dosing asphalt granulate.

This paper contains the results of research on the use of additives to improve the workability of asphalt concrete for the subbase layer with up to 40% asphalt granulate dosed in cold technology. In the studies, additives of F-T paraffins, plant-derived liquefiers and zeolites were used to improve the homogeneity and densibility of the mixtures at reduced application temperatures.

An assessment of the compactability of mixtures with different asphalt granule contents using 3 types of additives to improve workability was carried out. Compaction was assessed by analysing the compaction progress in the gyratory compactor, determining, among others, the number of cycles required to achieve the required compaction, as well as the shear stress and compaction index as a function of the number of compaction cycles. Subsequently, the mineral and asphalt mixtures were tested to verify their resistance to permanent deformation and water impact.

Based on the results of the research and analysis, it was shown that it is possible to use increased asphalt granular content in asphalt concrete subbase layers at both standard and reduced application temperatures by using additives to improve the workability and compactability of the mixtures.

Keywords: recycling, asphalt granulate, workability, compactability, asphalt concrete, zeolites, F-T paraffins.

LEPISZCZA ASFALTOWE MODYFIKOWANE DODATKIEM MIAŁU GUMOWEGO ZE ZUŻYTYCH OPON SAMOCHODOWYCH – BADANIA I PRAKTYKA

Piotr Radziszewski, Michał Sarnowski, Piotr Pokorski
Politechnika Warszawska, Warszawa
e-mail: piotr.pokorski@pw.edu.pl

Streszczenie

Recykling materiałów w budownictwie drogowym jest ważnym zagadnieniem w aspekcie ochrony środowiska oraz optymalizacji kosztów przedsięwzięć drogowych. W celu poprawienia właściwości lepiszczy asfaltowych coraz częściej stosuje się modyfikację dodatkami rozdrobnionej gumy ze zużytych opon samochodowych. Uzyskane w wyniku tej modyfikacji lepiszcza gumowo-asfaltowe charakteryzują się, podobnie jak polimeroasfalty, polepszonymi właściwościami lepkosprężystymi. Wykazują one jednak wyższą niż polimeroasfalty odporność na działanie niskiej temperatury. Wykorzystanie rozdrobnionej gumy z recyklingu opon samochodowych jest uzasadnione również ze względów ekologicznych i stanowi najlepszy sposób zagospodarowania odpadów gumowych.

W artykule przedstawiona została analiza porównawcza właściwości lepkosprężystych lepiszczy gumowo-asfaltowych, która obejmowała ocenę właściwości w zakresie niskich, średnich i wysokich temperatur. Lepiszczka poddano badaniom w zakresie podstawowych wymagań przewidzianych dla asfaltów modyfikowanych, badaniom konsystencji w zakresie temperatur technologicznych oraz zaawansowanym badaniom reologicznym w reometrze dynamicznego ścinania oraz reometrze zginanej belki. Przedstawione zostały przykłady zastosowania lepiszczy gumowo-asfaltowych w realizacjach odcinków drogowych w Polsce.

W podsumowaniu sformułowane zostały wnioski dotyczące możliwości modyfikacji, właściwości oraz zastosowania lepiszczy asfaltowych modyfikowanych dodatkiem mialu gumowego ze zużytych opon samochodowych.

Słowa kluczowe: lepiszcze gumowo-asfaltowe, recykling opon samochodowych.

ASPHALT BINDERS MODIFIED WITH RUBBER FINES FROM USED CAR TYRES – RESEARCH AND PRACTICE

Piotr Radziszewski, Michał Sarnowski, Piotr Pokorski

Warsaw University of Technology, Warsaw

e-mail: piotr.pokorski@pw.edu.pl

Abstract

Recycling of materials in road construction is an important issue in terms of environmental protection and cost optimisation of road projects. In order to improve the properties of asphalt binders, modification with additives of shredded rubber from used car tyres is increasingly being used. The rubber-asphalt binders obtained as a result of this modification are characterised, like polymer-asphalts, by improved viscoelastic properties. However, they show a higher resistance to low temperatures than polymer-asphalts. The use of shredded rubber from recycled car tyres is also justified on environmental grounds and is the best way to manage rubber waste.

This paper presents a comparative analysis of the viscoelastic properties of rubber-asphalt binders, which included the evaluation of low-, medium- and high-temperature properties. The binders were tested for the basic requirements stipulated for modified asphalts, consistency tests over a range of process temperatures and advanced rheological tests in a dynamic shear rheometer and a bent beam rheometer. Examples of the use of rubber-asphalt binders in the implementation of road sections in Poland are presented.

In the conclusion part, conclusions are drawn on the modifiability, properties and application of asphalt binders modified with the addition of rubber fines from used car tyres.

Keywords: rubber-asphalt binder, car tyre recycling.

WPLYW RODZAJU DESTRUKTU ASFALTOWEGO NA WLAŚCIWOŚCI MIESZANKI MASTYKSU GRYSOwego SMA JENA 16

Piotr Ramiączek¹, Mikołaj Cielibała², Natalia Skrzyniarz²,
Karolina Janus¹, Krzysztof Maciejewski¹, Mateusz M. Iwański¹,
Anna Chomicz-Kowalska¹,

¹ Politechnika Świętokrzyska, Kielce

² Studenckie Koło Naukowe FENIX, Wydział Budownictwa
i Architektury, Politechnika Świętokrzyska, Kielce

e-mail: p.ramiaczek@tu.kielce.pl, s090327@student.tu.kielce.pl

Streszczenie

Jednowarstwowe nawierzchnie asfaltowe z mastyksem grysowym (SMA JENA) stosowane są w Polsce od 2010 roku. Pomimo licznych zalet, m.in. umożliwiających znaczny postęp robót oraz niższe koszty wykonania w stosunku do tradycyjnych mieszanek mineralno-asfaltowych, technologia ta nie jest szeroko stosowana w Polsce. W pracy dokonano oceny właściwości mieszanki jednowarstwowego mastyksu grysowego JENA 16 z dodatkiem granulatu asfaltowego. W badaniach wykorzystano dwa granulaty asfaltowe uzyskane z frezowania nawierzchni warstwy ścieralnej i wiążącej oraz wiążącej podbudowy. Oba granulaty w znaczny sposób różniły się zastosowanym materiałem mineralnym oraz rodzajem zawartego w nich lepiscza asfaltowego. Plan badań zakładał dozowanie granulatu w ilości od 10% do 50% względem mieszanki mineralnej, tak aby uzyskana w ten sposób krzywa uziarnienia była jak najbardziej zbliżona do przebiegu analizowanej również mieszanki referencyjnej. Ocenie podlegały podstawowe parametry fizyczne, jak i mechaniczne mieszanki mineralno-asfaltowej JENA 16 oraz obu granulatów. Badania wykazały zróżnicowany wpływ rodzaju, jak również ilości destruktu asfaltowego na właściwości mieszanki SMA JENA 16. Granulat asfaltowy nie wpłynął znacząco na odporność na działanie wody badanych próbek, zanotowano natomiast pozytywny wpływ granulatu na odporność mieszanki mineralno-asfaltowej na deformacje trwałe.

Słowa kluczowe: destruktu asfaltowy, SMA JENA16, nawierzchnie jednowarstwowe, recykling.

INFLUENCE OF THE TYPE OF RECLAIMED ASPHALT PAVEMENT (RAP) ON THE PROPERTIES OF THE SMA JENA 16 STONE MASTIC ASPHALT MIXTURE

Piotr Ramiączek¹, Mikołaj Cielibała², Natalia Skrzyniarz²,
Karolina Janus¹, Krzysztof Maciejewski¹, Mateusz M. Iwański¹,
Anna Chomicz-Kowalska¹,

¹ Kielce University of Technology, Kielce

² FENIX Student Research Group, Faculty of Civil Engineering
and Architecture, Kielce University of Technology, Kielce

e-mail: p.ramiaczek@tu.kielce.pl, s090327@student.tu.kielce.pl

Abstract

Single-layer stone mastic asphalt pavements (SMA JENA) have been used in Poland since 2010. Despite its numerous advantages, including the fact that it enables significant progress of works and lower execution costs in comparison with traditional mineral and asphalt mixtures, this technology is not widely used in Poland. In this study, the properties of a single-layer mixture of JENA 16 stone mastic asphalt with asphalt granulate were evaluated. Two asphalt granulates obtained from milling of the wearing and binder course of the pavement, as well as the binder course of the subbase were used in the study. The two granulates differed significantly in the mineral material used and the type of asphalt binder they contained. The test plan was to dose the granulate at a rate of 10% to 50% relative to the mineral mixture, so that the resulting grain size composition curve would be as close as possible to that of the reference mixture also analysed. The basic physical as well as mechanical parameters of the JENA 16 asphalt mixture and the two granulates were evaluated. The study showed varying effects of the type as well as the amount of RAP material on the properties of the SMA JENA 16 mixture. Asphalt granulate had no significant effect on the water resistance of the tested samples, while a positive effect of granulate on the resistance of the asphalt mixture to permanent deformation was noted.

Keywords: Reclaimed Asphalt Pavement (RAP), SMA JENA16, single-layer pavements, recycling.

SZTYWNOŚĆ MIESZANEK MCE NA BAZIE UBOCZNYCH CEMENTOWYCH PRODUKTÓW PYLASTYCH I KRUSZYWA Z RECYKLINGU

Łukasz Skotnicki, Jarosław Kuźniewski
Politechnika Wrocławska, Wrocław
e-mail: lukasz.skotnicki@pwr.edu.pl

Streszczenie

W artykule przedstawiono możliwości powtórnego zastosowania materiałów pochodzących z recyklingu w konstrukcjach nawierzchni drogowych. W pracy analizowano wpływ destruktu asfaltowego i ubocznych cementowych produktów pylastych (UCPP) na sztywność mieszanek mineralno-cementowo-emulsyjnych (MCE). Destrukt asfaltowy może być wykorzystany jako surowiec wtórny do przygotowania mieszanek stabilizowanych cementem w technologii recyklingu na zimno. Zastosowanie w nawierzchniach drogowych mieszanek MCE jest jednym ze sposobów utylizacji odpadów budowlanych. Badania mieszanek MCE z UCPP miały na celu potwierdzenie możliwości zastosowania tych materiałów do warstw konstrukcji nawierzchni, poddanych recyklingowi na zimno. Istotą była ocena wpływu innowacyjnego środka wiążącego UCPP na właściwości mechaniczne mieszanek MCE. Analizowano sztywność przedmiotowych mieszanek. Badania wykonano dla mieszanek: drobnoziarnistej i gruboziarnistej. Badania sztywności w pośrednim rozciąganiu (IT-CY) wykonano wg normy PN-EN 12697-26. Badanie wytrzymałości na rozciąganie pośrednie (ITS) wykonano wg PN-EN 12697-23. Zastosowanie innowacyjnych spoiw pozwoliło na redukcję sztywności poszczególnych mieszanek MCE w porównaniu do mieszanek referencyjnych, zawierających klasyczny cement, przy zachowaniu ich odpowiedniej trwałości. Opracowane zależności pomiędzy sztywnością IT-CY a wytrzymałością ITS pozwolą na optymalizację procesu projektowania i wykonywania mieszanek MCE w nawierzchniach drogowych. Stosowanie UCPP zmieniło właściwości mechaniczne mieszanek MCE, ograniczając ich sztywność. Przyczyni się to do zwiększenia odporności na pękanie podbudowy i zwiększenie jej trwałości zmęczeniowej. Innowacyjny materiał został wykorzystany na odcinku doświadczalnym i jest monitorowany.

Słowa kluczowe: mieszanka MCE, destrukt asfaltowy, recykling.

STIFFNESS OF MCE MIXTURES BASED ON CEMENT BY-PRODUCTS AND RECYCLED AGGREGATE

Łukasz Skotnicki, Jarosław Kuźniewski

Wrocław University of Science and Technology, Wrocław

e-mail: lukasz.skotnicki@pwr.edu.pl

Abstract

This paper presents the possibilities of reusing recycled materials in road pavement structures. This study analysed the effects of reclaimed asphalt pavement (RAP) and cement dusty by-products (UCPP) on the stiffness of mineral-cement-emulsion (MCE) mixtures. Asphalt waste can be used as a secondary raw material for the preparation of cement-stabilised mixtures in cold recycling technology. The use of MCE mixtures in road pavement construction is one way of disposing of construction waste. Testing of MCE mixtures with UCPP was aimed at confirming the applicability of these materials for cold recycled pavement structure layers. The essence was to evaluate the effect of the innovative UCPP binding agent on the mechanical properties of MCE mixtures. The stiffness of the mixtures in question was analysed. Tests were carried out for fine- and coarse-grained mixtures. Indirect tensile stiffness testing (IT-CY) was carried out according to EN 12697-26. Indirect tensile strength (ITS) testing was carried out according to EN 12697-23. The use of innovative binders has made it possible to reduce the stiffness of individual MCE mixtures compared to reference mixtures containing conventional cement, while still maintaining adequate durability. The relationships developed between IT-CY stiffness and ITS strength will allow the design and execution of MCE mixtures in road pavements to be optimised. The use of UCPP has altered the mechanical properties of MCE mixtures, reducing their stiffness. This will contribute to the fracture resistance of the substructure and increase its fatigue life. The innovative material has been used in the experimental section and is being monitored.

Keywords: MCE mixture, Reclaimed Asphalt Pavement (RAP), recycling.

OCENA ODPORNOŚCI NA PROPAGACJĘ SPĘKAŃ MIESZANEK SMA Z GRANULATEM ASFALTOWYM

Anita Stokfisz, Adam Liphardt
Politechnika Warszawska, Warszawa
e-mail: adam.liphardt@pw.edu.pl

Streszczenie

Konieczność okresowej wymiany warstw ścieralnych w tym z mieszanek typu SMA wiąże się z możliwością pozyskania i ponownego wykorzystania wysokiej jakości destruktu asfaltowego. Dotychczas problem stosowania destruktu oraz granulatu asfaltowego do mieszanek typu SMA nie był przedmiotem szerokich analiz i badań. Wdrażanie zasad gospodarki o obiegu zamkniętym wymusi w najbliższym czasie upowszechnienie stosowania granulatu asfaltowego również do mieszanek typu SMA.

W procesie wymiany warstwy ścieralnej nowa mieszanka mineralno-asfaltowa układana jest na istniejącej warstwie wiążącej, w której na skutek wcześniejszej eksploatacji mogą występować m.in. mikrospeknięcia, które w okresie dalszego użytkowania nawierzchni będą propagować również do nowo wykonanej warstwy ścieralnej. Mieszanka SMA powinna zatem charakteryzować się odpornością na propagację spękań z niższych warstw asfaltowych. Zastosowanie w mieszance SMA materiału z recyklingu, zawierającego postarzone lepiszcze asfaltowe może przyczyniać się do zmniejszenia odporności na pękanie. Założono, że właściwości mieszanki mineralno-asfaltowej mogą być kształtowane m.in. poprzez modyfikację parametrów procesu produkcyjnego mieszanki. Analizie poddano wpływ wybranych warunków technologicznych wytwarzania mieszanek SMA z granulem asfaltowym na ich odporność na propagację spękań ocenianą metodą SCB. Badaniom poddano dwie mieszanki mineralno-asfaltowe typu SMA 11 o zawartości granulatu asfaltowego 20% oraz 40% m/m wytwarzane w technologii dozowania granulatu asfaltowego na gorąco.

Na podstawie analizy uzyskanych wyników wykazano, że zarówno przyjęty schemat dozowania składników mieszanki, jak i zawartość granulatu asfaltowego mają istotny wpływ na uzyskiwane wartości parametrów charakteryzujących odporność na pękanie mieszanki mineralno-asfaltowej.

Słowa kluczowe: mieszanka SMA, granulatu asfaltowy, SCB, recykling, spękania.

EVALUATION OF RESISTANCE TO CRACK PROPAGATION OF SMA MIXTURES WITH ASPHALT GRANULATE

Anita Stokfisz, Adam Liphardt

Warsaw University of Technology, Warsaw

e-mail: adam.liphardt@pw.edu.pl

Abstract

The need for periodic replacement of wearing courses, including those made from SMA mixtures, involves the possibility of acquiring and reusing high-quality reclaimed asphalt pavement (RAP). To date, the issue of the use of RAP and asphalt granulate for SMA mixtures has not been extensively analysed and studied. The implementation of the principles of a circular economy will soon force the widespread use of asphalt granulate also for SMA mixtures.

In the process of replacing the wearing course, the new asphalt mixture is laid on top of the existing binder course, in which, as a result of previous use, micro-cracks can occur, among others, which will also propagate into the newly built wearing course during the further use of the pavement. The SMA mixture should therefore be characterised by resistance to crack propagation from lower asphalt layers. The use of recycled material containing aged asphalt binder in the SMA mixture may contribute to a reduction in crack resistance. It was assumed that the properties of a mineral-asphalt mixture could be shaped, among others, by modifying the parameters of the mixture production process. The effect of selected technological conditions for the production of SMA mixtures with asphalt granulate on their resistance to crack propagation assessed by the SCB method was analysed. Two SMA 11 asphalt mixtures with a mineral-asphalt granulate content of 20% and 40% m/m produced using hot-mix asphalt granulate batching technology were tested.

On the basis of the analysis of the results obtained, it was shown that both the batching scheme adopted for the mixture components and the content of asphalt granulate have a significant influence on the values obtained for the parameters characterising the resistance to cracking of the mineral-asphalt mixture.

Keywords: SMA mixture, asphalt granulate, SCB, recycling, cracking.

THE ROLE OF BIO-BASED ADDITIVES IN ACHIEVING SUSTAINABILITY IN ASPHALT PAVEMENTS

Hassan Tabatabaee¹, Susan Listberger¹, Justin Black¹,
Magdalena Machura²

¹ Cargill BioIndustrial, Minneapolis, USA

² Cargill BioIndustrial, Dusseldorf, Germany

e-mail: hassan_tabatabaee@cargill.com

Abstract

Increased service demands from asphalt pavements due to ever-increasing volumes, coupled with the aging of highway networks, and calls for improved sustainability across the industry, have rendered the need for smart and sustainable pavement material and design more important than ever. While chemical warm mix additives and rejuvenating technologies have been utilized in pavement materials at various scales of research and practice in the past, in recent years bio-based additives have emerged as increasingly practical solutions for potentially achieving more sustainable pavements, offering the prospect for high performance combined with environmental and economic sustainability.

Adaptation of chemical warm mix additives and rejuvenators in practice requires a working knowledge on the definitions, relevant evaluation criteria available to the practitioner, and perhaps most important demonstrated experience of successful application in practice.

The present study will review current efforts underway in the industry to incorporate bio-based chemical warm mix additives and rejuvenators in performance-based design methods for HMA and WMA, using real world Balanced Mix design (BMD). Examples including comprehensive research being carried out in conjunction with NCAT and MnROAD research and test facilities will be reviewed to illustrate the utilization of such concepts in practice today.

ROLA DODATKÓW NA BAZIE BIOLOGICZNEJ W OSIĄGANIU ZRÓWNOWAŻONEGO ROZWOJU NAWIERZCHNI ASFALTOWYCH

Hassan Tabatabaee¹, Susan Listberger¹, Justin Black¹,
Magdalena Machura²

¹ Cargill BioIndustrial, Minneapolis, USA

² Cargill BioIndustrial, Dusseldorf, Germany

e-mail: hassan_tabatabaee@cargill.com

Streszczenie

Zwiększone zapotrzebowanie na usługi związane z nawierzchniami asfaltowymi ze względu na stale rosnące natężenie ruchu, w połączeniu ze starzeniem się sieci autostrad i wezwaniami do poprawy zrównoważonego rozwoju w całej branży, sprawiły, że potrzeba inteligentnych i zrównoważonych materiałów i konstrukcji nawierzchni stała się ważniejsza niż kiedykolwiek wcześniej. Podczas gdy chemiczne dodatki do mieszanek wykonanych w technologii na ciepło i technologie odświeżające były wykorzystywane w materiałach nawierzchniowych na różną skalę w badaniach i praktyce w przeszłości, w ostatnich latach dodatki na bazie biologicznej pojawiają się jako coraz bardziej praktyczne rozwiązania dla potencjalnie bardziej zrównoważonych nawierzchni, oferując perspektywę wysokiej wydajności w połączeniu z równowagą środowiskową i ekonomiczną.

Dostosowanie chemicznych dodatków do mieszanek wykonanych w technologii na ciepło i środków odświeżających w praktyce wymaga praktycznej wiedzy na temat definicji, odpowiednich kryteriów oceny dostępnych dla praktyki i, co być może najważniejsze, udokumentowanego doświadczenia w zakresie skutecznego stosowania w praktyce.

W niniejszym opracowaniu dokonano przeglądu bieżących wysiłków podejmowanych w branży w celu włączenia bio-chemicznych dodatków do mieszanek wykonywanych w technologii na ciepło i środków odświeżających do metod projektowania opartych na wydajności dla HMA i WMA, przy użyciu rzeczywistego projektu zrównoważonej mieszanki (BMD). Przykłady, w tym kompleksowe badania prowadzone w połączeniu z NCAT i MnROAD, przeanalizowano w celu zilustrowania wykorzystania takich koncepcji w praktyce.

EKOLOGICZNY SPOSÓB RECYKLINGU TEKSTYLIÓW POCHODZĄCYCH Z OPON WYCOFANYCH Z EKSPLOATACJI

Przemysław Zaprzalski, Witalij Zankowicz

Recykl O.O. S.A., Śrem

e-mail: p.zaprzalski@recykl.pl, w.zankowicz@wp.pl

Streszczenie

Produkty z recyklingu ELT (end-of-life tyres), takie jak stal i granulaty gumowe, są szeroko stosowane w różnych dziedzinach. Jednak sytuacja jest zupełnie inna w przypadku włókien syntetycznych (tekstyliów kordowych) – nadal są bardzo często stosowane jako paliwo alternatywne. Firma Recykl O.O. S.A. (Polska) opracowała i wdrożyła technologię polegającą na przygotowaniu, aktywacji i modyfikacji włókien syntetycznych z recyklingu ELT oraz produkcji dodatku stabilizującego i wzmacniającego SMAPOL® do mieszanek mineralno-asfaltowych. Biorąc pod uwagę zrozumiały efekt środowiskowy i oszczędzający zasoby, przedstawiono wyniki oceny efektywności technicznej i ekonomicznej z zastosowania włóknistego dodatku, który zapewnia osiągnięcie wyższej niezawodności drogowych nawierzchni asfaltowych.

Słowa kluczowe: włókna syntetyczne, recykling opon, dodatek stabilizujący, mieszanka mastyksowo-grysowa SMA, niezawodność nawierzchni drogowych.

ENVIRONMENTALLY-FRIENDLY RECYCLING OF TEXTILES FROM END-OF-LIFE TYRES

Przemysław Zaprzalski, Witalij Zankowicz
Recykl O.O. S.A., Śrem
e-mail: p.zaprzalski@recykl.pl, w.zankowicz@wp.pl

Abstract

ELT (end-of-life tyres) recycled products, such as steel and rubber granulates, are widely used in various fields. However, the situation is very different for synthetic fibres (cordage textiles) – they are still very often used as an alternative fuel. The Recykl O.O. S.A. company (Poland) has developed and implemented technology involving the preparation, activation and modification of ELT recycled synthetic fibres and the production of the stabilising and reinforcing additive SMAPOL[®] for mineral-asphalt mixtures. Taking into account the understandable environmental and resource-saving effect, the results of a technical and economic efficiency assessment from the use of a fibrous additive to achieve higher reliability of road asphalt pavements are presented.

Keywords: synthetic fibres, tyre recycling, stabilising additive, SMA mastic asphalt mixture, road pavement reliability.

ZASTOSOWANIE KRZYWYCH WIODĄCYCH MODUŁU SZTYWNOŚCI MMA Z MATERIAŁAMI Z RECYKLINGU PRZY MECHANISTYCZNO-EMPIRYCZNYM PROJEKTOWANIU KONSTRUKCJI NAWIERZCHNI DROGOWYCH

Aleksander Zborowski, Kamil Otkafło

TPA Sp. z o.o., Dział Badań i Rozwoju, Pruszków

e-mail: aleksander.zborowski@tpaqi.com

Streszczenie

Głównym celem artykułu jest przedstawienie możliwości i zalet zaawansowanych metod określania właściwości lepkosprężystych mieszanek mineralno-asfaltowych wyprodukowanych z użyciem materiałów z recyklingu w indywidualnym mechanistyczno-empirycznym projektowaniu konstrukcji nawierzchni. Stosowanie do produkcji MMA różnego typu materiałów może znacząco zmienić ich parametry funkcjonalne, jak np. moduł sztywności dynamicznej. Dodatkowo parametr ten zmienia się wraz ze zmianą temperatury nawierzchni oraz prędkości pojazdów. Aby w sposób świadomy i minimalizujący ryzyko błędu określić trwałość konstrukcji nawierzchni, należy jak najdokładniej zbadać i opisać tę zmienność zachowania się warstw asfaltowych na skutek zmiany właściwości materiałów wsadowych, np. przez udział materiałów pochodzących z recyklingu oraz pod wpływem zmian temperatury i prędkości obciążenia nawierzchni. Najlepszym do tego sposobem jest zastosowanie krzywych wiodących zespolonego modułu sztywności dynamicznej MMA zbudowanych na podstawie wyników badań wykonanych w różnych temperaturach i częstotliwościach obciążenia. Dzięki temu podczas projektowania konstrukcji możemy określić stan naprężeń i odkształceń nawierzchni w różnych warunkach klimatycznych, wykorzystując temperatury sezonowe lub średniomiesięczne oraz uwzględniając specyfikę pracy nawierzchni - inną prędkość pojazdów dla tras głównych, a inną dla łącznic czy skrzyżowań ulic. W artykule porównane zostały wyniki krzywych wiodących dla różnych typów MMA z i bez dodatku materiałów odpadowych lub z recyklingu, takich jak granulaty asfaltowy, guma ze zużytych opon czy włókna syntetyczne oraz ich wpływ na szacowaną trwałość konstrukcji nawierzchni ze względu na różne podejście do określania warunków klimatycznych oraz prędkości ruchu.

Słowa kluczowe: moduł sztywności MMA, krzywe wiodące, recykling, mechanistyczno-empiryczne projektowanie konstrukcji nawierzchni, trwałość nawierzchni.

APPLICATION OF LEADING CURVES OF STIFFNESS MODULUS OF MINERAL-ASPHALT MIXTURE WITH RECYCLED MATERIALS IN MECHANISTIC-EMPIRICAL DESIGN OF ROAD PAVEMENT STRUCTURES

Aleksander Zborowski, Kamil Otkafło

TPA Sp. z o.o., Dział Badań i Rozwoju, Pruszków

e-mail: aleksander.zborowski@tpaqi.com

Abstract

The main objective of this paper is to present the possibilities and advantages of advanced methods for determining the visco-elastic properties of mineral-asphalt mixtures produced with recycled materials in the individual mechanistic-empirical design of pavement structures. The use of different types of materials in the manufacture of the mineral-asphalt mixture can significantly alter its functional parameters, such as its dynamic stiffness modulus. In addition, this parameter changes with changes in pavement temperature and vehicle speed. In order to determine the durability of the pavement structure in an informed manner that minimises the risk of error, this variation in the behaviour of the asphalt layers as a result of changes in the properties of the input materials, e.g. through the proportion of recycled materials, and under the influence of changes in temperature and pavement loading speed, must be investigated and described as accurately as possible. The best way to do this is to use the leading curves of the composite dynamic stiffness modulus of the mineral-asphalt mixture built on the basis of tests carried out at different temperatures and loading frequencies. In this way, when designing the structure, we can determine the state of stress and deformation of the pavement under different climate conditions, using seasonal or average monthly temperatures and taking into account the specifics of pavement operation – a different vehicle speed for main routes and a different one for connecting roads or street intersections. The paper compares the results of the leading curves for different types of the mineral-asphalt mixture with and without the addition of waste or recycled materials such as asphalt granulate, waste tyre rubber or synthetic fibres, and their effect on the estimated durability of the pavement structure due to the different approaches to determining climate conditions and traffic speeds.

Keywords: mineral-asphalt mixture stiffness modulus, leading curves, recycling, mechanistic-empirical pavement design, pavement durability.



INSTYTUT BADAWCZY DRÓG I MOSTÓW



Instytut Badawczy Dróg i Mostów (IBDiM) zajmuje się problematyką infrastruktury komunikacyjnej od ponad 60 lat. Prowadzone badania naukowe i prace rozwojowe dotyczą budowy i utrzymania obiektów komunikacyjnych, a zwłaszcza dróg i drogowych obiektów mostowych, kolejowych obiektów inżynierskich oraz budowli podziemnych. Działalność badawcza Instytutu obejmuje zagadnienia materiałowe, technologiczne, ekonomiczne i ekologiczne.

Główne kierunki działalności:

- projektowanie, wykonywanie i utrzymanie infrastruktury drogowej,
- badania materiałów i wyrobów stosowanych w budownictwie komunikacyjnym,
- ocena stanu technicznego dróg oraz obiektów inżynierskich,
- geotechnika,
- inżynieria i bezpieczeństwo ruchu,
- systemy zarządzania drogami,
- telematka komunikacyjna, bazy danych o drogach i obiektach inżynierskich.

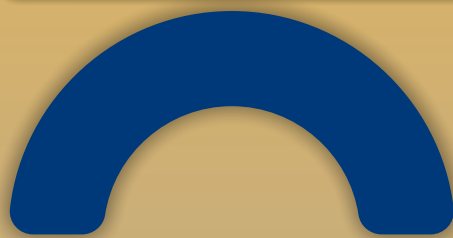
IBDiM opracowuje nowatorskie rozwiązania do budowy, remontu i utrzymania dróg i obiektów inżynierskich. Tworzy, rozwija i bada trwałe, bezpieczne i nowoczesne materiały, technologie, metody i systemy. Swymi pracami naukowymi, wdrożeniowymi oraz ekspertyzami i konsultacjami, Instytut wspiera inwestycje, modernizacje oraz remonty dróg i mostów oraz pomaga wprowadzać racjonalne systemy zarządzania siecią drogową. Wysokie kwalifikacje i doświadczenie kadry naukowej i inżyniersko-technicznej oraz nowoczesna, często unikalna baza laboratoryjna stanowią atut Instytutu.

Zapraszamy do współpracy!

www.ibdim.edu.pl



image: Freepik.com



mrp23.ibdim.edu.pl

Konferencja współfinansowana ze środków
Ministerstwa Edukacji i Nauki
w ramach programu



**Doskonała
Nauka**

**INSTYTUT BADAWCZY
DRÓG I MOSTÓW
ROAD AND BRIDGE
RESEARCH INSTITUTE**



SEKRETARIAT KONFERENCJI

Dział Promocji, Wydawnictw i Informacji
Instytut Badawczy Dróg i Mostów
ul. Instytutowa 1, 03-302 Warszawa
tel. (22) 39 00 114, tel kom. 604 171 529,
e-mail: mrp23@ibdim.edu.pl