

Działalność dydaktyczna, naukowa i organizacyjna Zakładu Technologii Budowy Dróg

IDiM, WIL
Politechnika Warszawska

Prof. dr hab. inż. Piotr Radziszewski



Pracownicy Zakładu Technologii Budowy Dróg



KIEROWNIK ZAKŁADU
prof. dr hab. inż.
Piotr Radziszewski



dr hab. inż.
Jan Król,
prof. uczelni



dr hab. inż.
Michał Sarnowski,
prof. uczelni



dr inż.
Adam Liphardt



mgr inż.
Piotr Pokorski



mgr inż.
Katarzyna Konieczna



mgr inż.
Miftah Farid



Laboratorium
Łukasz Bylinka



Trochę historii

Laboratorium drogowe wyposażone w 1924r.
przez Magistrat m. Warszawy



**Prof. Melchior
Nestorowicz**

**Kierownik Katedry
Budowy Dróg i Robót
Ziemnych**

**Dyrektor Drogowego
Instytutu Badawczego**



Prof. Włodzimierz Skalmowski

**Kierownik Katedry Chemii
i Technologii Materiałów
Budowlanych**



Doc. Helena Łopieńska

**Kierownik Zespołu
Asfaltowego**



Prof. Maria Kalabińska

**Kierownik Zakładu
Technologii i Organizacji
Produkcji Materiałów
Budowlanych**



Prof. Jerzy Piłat

**Kierownik Zespołu
Asfaltowego Katedry
Inżynierii Materiałów
Budowlanych**



**Wydział
Inżynierii Lądowej**

POLITECHNIKA WARSZAWSKA

- **Trochę historii – Instytut Dróg i Mostów**
- **2011r.** - Zespół Technologii Materiałów i Nawierzchni Drogowych w **Instytucie Dróg i Mostów** - Kierownik Zespołu prof. Piotr Radziszewski
- **2017r.** – Zakład Technologii Materiałów i Nawierzchni Drogowych
- **od 2019r.** - Zakład Technologii Budowy Dróg



Tytuł: Zagadnienia materiałowo-technologiczne w zrównoważonym budownictwie drogowym – cykl publikacji powiązanych tematycznie

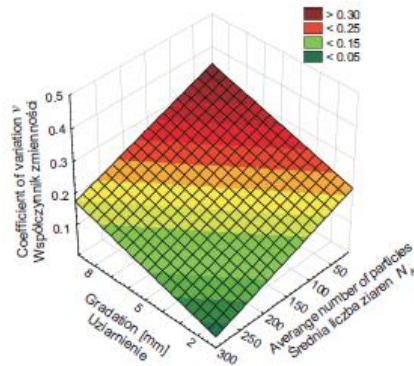
opracowanie narzędzi badawczych i procedur pomiarowych oraz analizy wyników, m.in.:

- model polerowania mieszanki mineralno-asfaltowej kwantyfikujący i uogólniający badanie kruszyw,
- metoda analizy komputerowej do oceny właściwości powierzchniowych nawierzchni asfaltowej,
- metoda wyboru dodatku modyfikującego asfalt w celu obniżenia temperatury technologicznej,
- uogólniona metoda interpretacji wyników oraz procedura przyspieszonej akceptacji składu flowable fill



Tytuł: Analiza właściwości funkcjonalnych asfaltów i mieszanek mineralno-asfaltowych w aspekcie oceny struktury

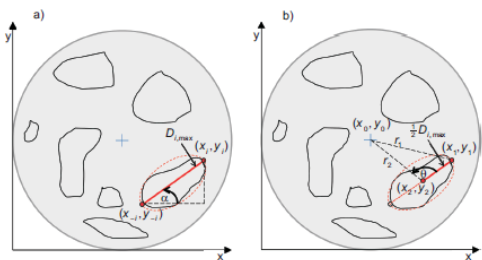
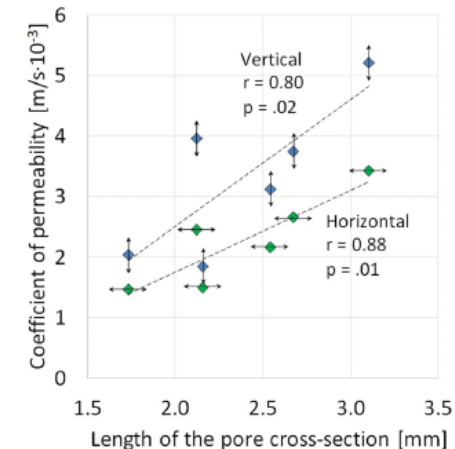
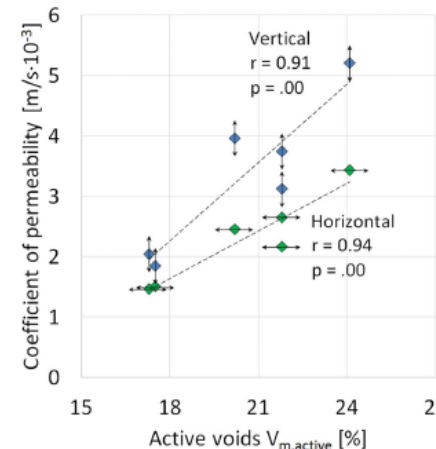
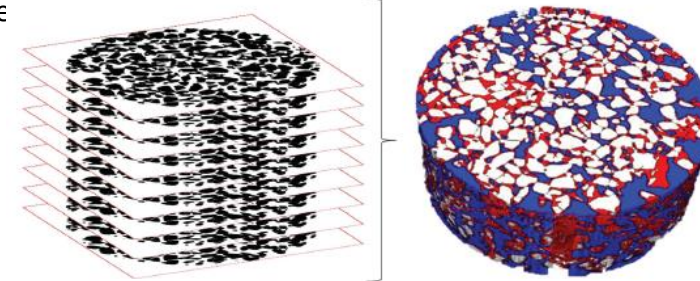
Cykl publikacji powiązanych tematycznie - 9 publikacji (1 x Road Materials and Pavement Design, 2 x Construction and Building Materials, 2 x Roads and Bridges, 1 x Appl. Sciences, 1 x Procedia Eng. Elsevier, 1 x Journal of Civil Engineering.)



$$D_{i,max} = \max \sqrt{(x_i - x_{-i})^2 + (y_i - y_{-i})^2},$$

$$\alpha_i = \arccos \left(\frac{x_i - x_{-i}}{D_{i,max}} \right),$$

$$\theta_i = \arccos \left(\frac{D_{i,max}}{4r_2} + \frac{r_2}{D_{i,max}} - \frac{r_1^2}{D_{i,max} - r_2} \right),$$



Tytuł: Kształtowanie właściwości lepiszczy i mieszanek mineralno-asfaltowych w aspekcie poprawy trwałości nawierzchni mostowych”

- Osiągnięcie stanowi cykl 8 powiązanych tematycznie.
- Cel naukowy:

Badania zagadnienia trwałości kompozytów asfaltowych do zastosowań mostowych ocenianych, między innymi, w kontekście odporności na przegrzanie.

- Osiągnięcie celu:
 - Opracowanie metody oceny odporności na przegrzanie lepiszczy i mieszanek mineralno-asfaltowych, która umożliwia określenie temperatury granicznej przegrzania tych materiałów;
 - Opracowanie kryteriów oceny i zasad kształtowania właściwości mieszanek mineralno-asfaltowych jako narzędzi poprawy trwałości nawierzchni mostowych z wykorzystaniem specjalnej mieszanki mineralno-asfaltowej do nawierzchni mostowych (SMA-MA).



Rozprawa doktorska dr inż. Adama Liphardta

„Ocena mieszalności lepiszczy w aspekcie stosowania destruktu asfaltowego do mieszanek mineralno-asfaltowych”

Promotor: prof. dr hab. inż. Piotr Radziszewski

Promotor pomocniczy: dr hab. inż. Jan Król prof. uczelni

Tezy:

- Nie zachodzi całkowite mieszanie świeżego lepiszcza asfaltowego dodawanego do mieszanki mineralno-asfaltowej z lepiszczem z granulatu asfaltowego a otoczka asfaltowa na ziarnach materiału mineralnego nie jest jednorodna.
- Stopień wymieszania lepiszczy tworzących otoczkę asfaltową na ziarnach kruszywa wpływa na właściwości mieszanki mineralno-asfaltowej.

Osiągnięcie celu:

- Wykazano niejednorodność otoczki asfaltowej świadczącą o niepełnym wymieszaniu lepiszczy biorących udział w jej tworzeniu
- Stwierdzono istotny wpływ stopnia wymieszania lepiszczy na zmiany właściwości mieszanki mineralno-asfaltowej
- Zaproponowano metodę oceny redystrybucji lepiszcza z granulatu asfaltowego pozwalającą określić stopień aktywacji lepiszcza zawartego w z granulacie asfaltowym.

Nadanie tytułu doktora nauk technicznych – październik 2018



Prowadzone zajęcia dydaktyczne

Przedmioty prowadzone na specjalnościach IK, IPB oraz BE:

- Technologia materiałów i nawierzchni drogowych – studia I i II stopnia IK
- Technologia kompozytów asfaltowych – studia I stopnia IPB
- Technologia nawierzchni – studia II stopnia IPB
- Materiały w budownictwie komunikacyjnym, studia II stopnia IK
- Zrównoważone materiały budowlane - studia I stopnia BE
- Asphalt composites technology - studia I stopnia anglojęzyczne

Przedmioty prowadzone na specjalizacji Technologia Budowy Dróg (opracowany program i prowadzenie przez ZTBD):

- Technologia nawierzchni drogowych - studia II stopnia IK
- Technologia budowy dróg - studia II stopnia IK
- Eksploatacja nawierzchni drogowych - studia II stopnia IK
- 6 przedmiotów wybieralnych – studia I i II stopnia IK

Przedmioty prowadzone na studiach inżynierskich anglojęzycznych:

- Building materials - studia I stopnia anglojęzyczne

Przedmioty prowadzone na innych wydziałach:

- Podstawy budownictwa – studia I stopnia, Wydział Administracji i Nauk Społecznych,
- Encyklopedia materiałów – studia I stopnia, Wydział Zarządzania
- Encyklopedia technologii z uwzględnieniem aspektów środowiskowych – studia I stopnia, Wydział Zarządzania



Zajęcia dydaktyczne

- Studia I i II stopnia, dzienne i zaoczne
- Przedmioty podstawowe (11)
- Przedmioty do wyboru (6)

Ciekawe i atrakcyjne prace dyplomowe realizowane we współpracy z:

GDDKiA

Mostostal Warszawa

Strabag, TPA

Budimex i inni.



W
P

Działalność dydaktyczna na rzecz środowiska drogowego

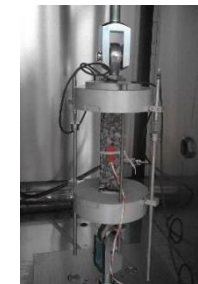
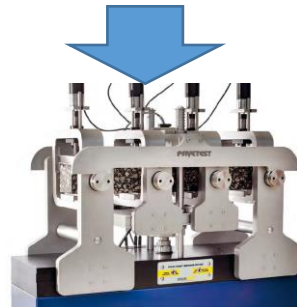
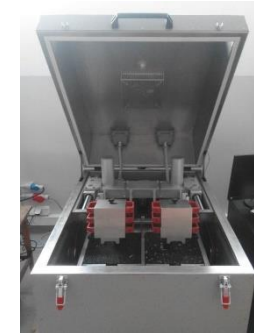
Studia Podyplomowe:

- ❑ Technologia Budowy Dróg – 5 edycji w latach 2011 – 2016
- ❑ Eksploatacja i Utrzymanie Dróg – siódma edycja 2021 - 2022



Uruchomienie nowoczesnego laboratorium badań właściwości funkcjonalnych nawierzchni drogowych w Zakładzie Technologii Budowy Dróg WIL

Grant Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego – strategiczna inwestycja 2018 r.



WIL



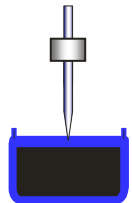
Wydział
Inżynierii Lądowej
POLITECHNIKA WARSZAWSKA

Aparatura do badań właściwości standardowych i reologicznych lepiszczy wg PN-EN oraz wymagań USA (SHRP, AASHTO i ASTM)

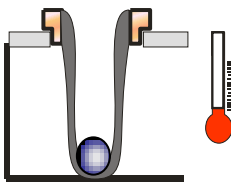
przed i po starzeniu technologicznym i eksploatacyjnym



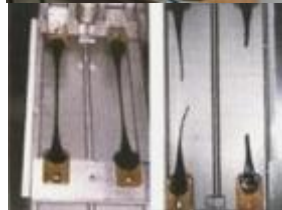
Penetracja
5, 15, 25°C



Temperatura
mięknienia
(*PiK*)



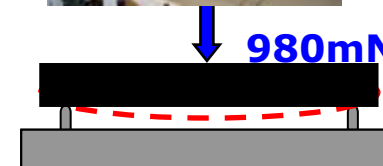
Nawrót
sprężysty
25°C



Lepkość
dynamiczna
60 do 150°C
(*Brookfield*)



Sztywność
pełzania *S*
Moduł *m*
0 do -36°C
(*BBR*)

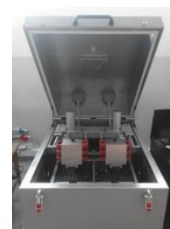


Moduł zespolony G^*
Kąt przesunięcia
fazowego $tg\delta$
46 do 82°C
(*DSR*)



Aparatura do badań właściwości standardowych i funkcjonalnych mieszanek mineralno-asfaltowych wg PN-EN oraz wymagań USA (SHRP, AASHTO i ASTM)

Odporność
na deformacje trwałe (koleiny)



Trwałość zmęczeniowa
Moduł sztywności



Spękania niskotemperaturowe
(TSRST)



Odporność na działanie wody
(ITSR)



Aktualne problemy badawcze

Projekty, granty – NCBiR, GDDKiA, 7 Program Ramowy Unii Europejskiej

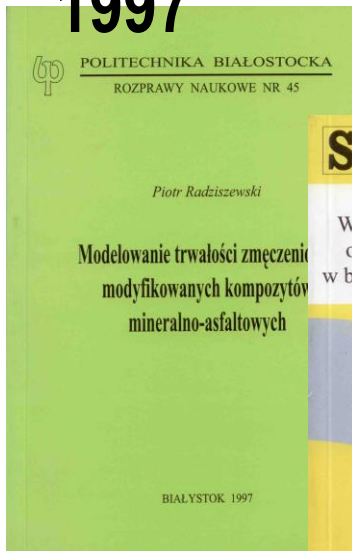
- Stosowanie kruszyw polodowcowych do warstw konstrukcyjnych nawierzchni
- Nowe lepiszcza modyfikowane - asfalt fluksowany, lepiszcze gumowo-asfaltowe
- Innowacyjna technologia mieszanek mineralno-asfaltowych z zastosowaniem materiału z recyklingu
- Mieszanki mineralno-asfaltowe na ciepło
- Innowacyjne wysokowytrzymałe kompozyty asfaltowe zbrojone włóknami
- Asfaltowe nawierzchnie mostowe
- Nawierzchnie samonaprawialne
- Ciche nawierzchnie asfaltowe
- Innowacyjne nawierzchnie z hybrydowym zbrojeniem kompozytowym



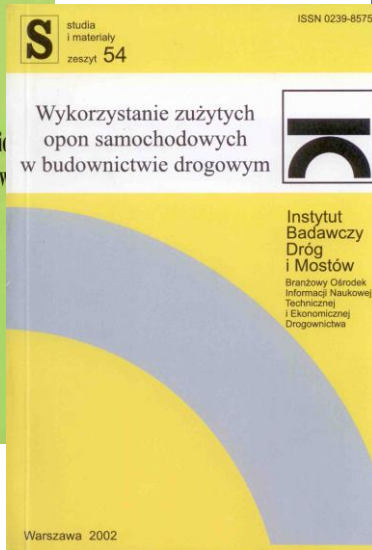
Nowe lepiszcza - lepiszcze gumowo-asfaltowe

- Grant „Opracowanie i wdrożenie innowacyjnej, przyjaznej środowisku technologii modyfikacji asfaltów drogowych gumą” - finansowany z Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka, okres realizacji: 2010-2013
- liczne publikacje artykułowe indeksowane w bazie Web of Science, publikacje z listy filadelfijskiej

1997



2002



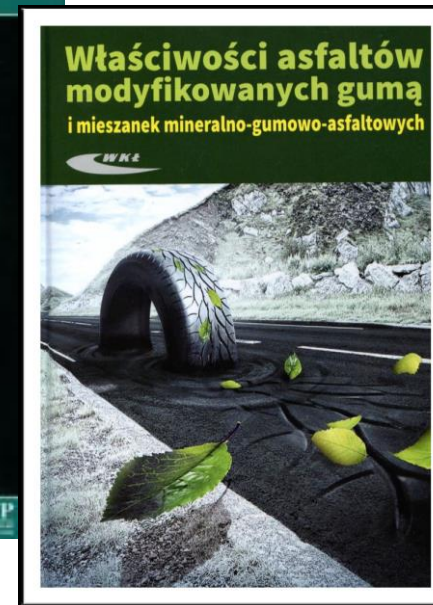
2007



2011



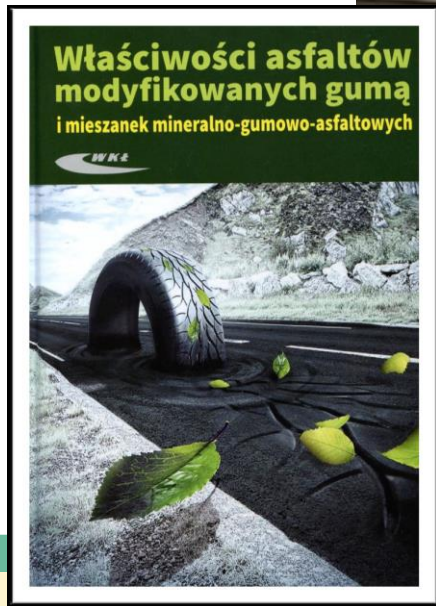
2017



Nagroda Naukowa Politechniki Warszawskiej

Nagroda Naukowa Politechniki Warszawskiej

za szczególne osiągnięcia uwieńczone transferem prac naukowych i technicznych na potrzeby gospodarki.



Projekty naukowo-badawcze

Use of eco-friendly materials for a new concept of Asphalt Pavements for a Sustainable Environment, 7
Program Ramowy Unii Europejskiej: Eco-innovative demonstration projects, konsorcjum europejskie (Acciona, i inni),
(2013 – 2016),



Innowacyjna technologia nawierzchni drogowych o obniżonej emisji hałasu”, NCBiR Inicjatywa Technologiczna
IniTech, 2010 – 2015



Destrukt – Innowacyjna technologia mieszanek mineralno-asfaltowych z zastosowaniem materiału z
recyklingu nawierzchni asfaltowej”, NCBiR – 2015 – 2017

budimex



RID OT1-6 – Wykorzystanie materiałów pochodzących z recyklingu, projekt finansowany przez GDDKiA i NCBiR



POLITECHNIKA
ŚWIĘTOKRZYSKA
W KIELCACH



IOŚ-PIB

INSTYTUT OCHRONY ŚRODOWISKA – PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY
INSTITUTE OF ENVIRONMENTAL PROTECTION – NATIONAL RESEARCH INSTITUTE



INSTYTUT
NOWYCH SYNTEZ
CHEMICZNYCH



**Wydział
Inżynierii Lądowej**

POLITECHNIKA WARSZAWSKA

Problemy jakości lepiszczy asfaltowych

Weryfikacja wymagań i metod oceny właściwości lepkosprężystych krajowych asfaltów i asfaltów modyfikowanych

Praca badawcza GDDKiA, realizacja 2009 - 2011



RID OT1-25 – Asfalty drogowe i modyfikowane w polskich warunkach klimatycznych

Projekt finansowany przez GDDKiA i NCBiR



Obecnie realizowane duże projekty badawcze

- **TechMatStrateg - Kompasfalt**

Technologia wytwarzania innowacyjnych wysokowytrzymałych kompozytów asfaltowych zbrojonych włóknami, z przeznaczeniem do budowy nowych i modernizacji istniejących dróg o zwiększonej trwałości eksploatacyjnej

**Politechnika
Warszawska**



Politechnika Świętokrzyska
Kielce University of Technology



**Wydział
Inżynierii Lądowej**
POLITECHNIKA WARSZAWSKA

Obecnie realizowane duże projekty badawcze

- Nawierzchnie samonaprawialne – mikroapsułki

Opracowanie i wdrożenie innowacyjnej technologii asfaltowych nawierzchni samonaprawialnych o wysokiej trwałości

budimex

**Politechnika
Warszawska**



**Wydział
Inżynierii Lądowej**



**Wydział
Chemiczny**



**Wydział Inżynierii
Chemicznej i Procesowej**

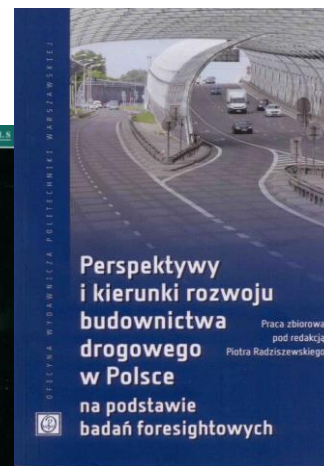
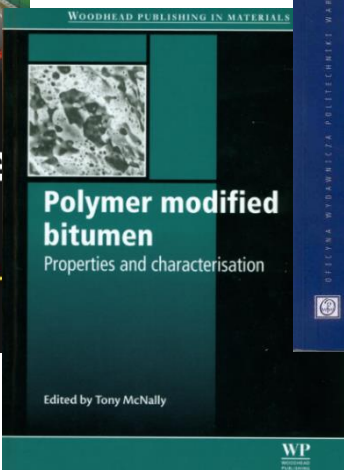
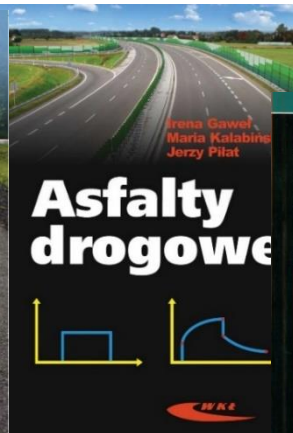
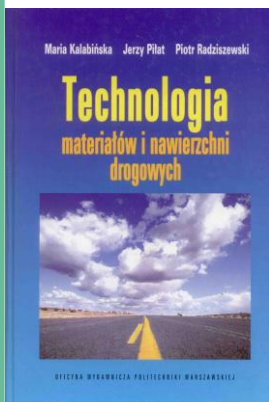


**Wydział
Inżynierii Lądowej**

POLITECHNIKA WARSZAWSKA

Publikacje

- Liczne publikacje z listy filadelfijskiej, publikacje indeksowanych w bazie Web of Science
- publikacje książkowe, monografie naukowe
- podręczniki akademickie, nowe i uaktualniane dla środowiska akademickiego w Polsce
- liczne publikacje popularyzujące innowacyjne rozwiązania materiałowo-technologiczne w zakresie budownictwa drogowego



Ewaluacja jednostek naukowych (2022r.)
Dyscyplina Inżynieria Lądowa i Transport Politechniki Warszawskiej

Wpływ nr 1: „Zastosowanie odpadów gumowych i biokomponentów
do budowy nawierzchni drogowych o wydłużonej trwałości”





Działalność naukowa i badawczo-rozwojowa ZTBD na rzecz rozwoju recyklingu nawierzchni asfaltowych

dr hab. inż. Jan Król, prof. uczelni

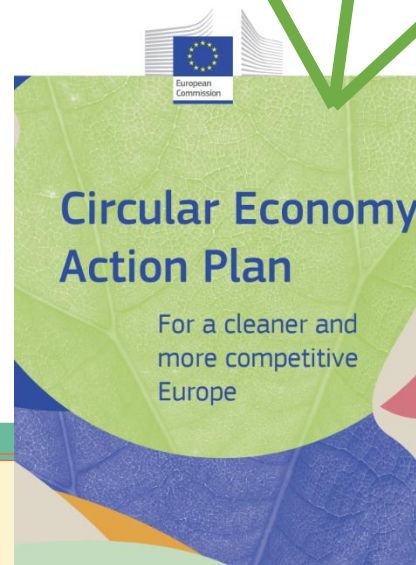


Gospodarka o obiegu zamkniętym

- Sektor budowlany wytwarza **35%** odpadów w UE.



- Emisja gazów cieplarnianych to **od 5 do 12%** całkowitej emisji pochodząca z:
 - wydobywania materiałów,
 - produkcji wyrobów budowlanych,
 - budowy i remontów.
- Nowa generacja materiałów i recykling może przynieść do **80% oszczędności** w emisji.



Gospodarka o obiegu zamkniętym

Według EAPA, ilość dostępnego materiału asfaltowego z recyklingu dróg w Europie to **49,5 mln ton**.

Europa

- branża drogowa wykorzystuje 76% materiału z recyklingu do produkcji nowych mieszanek asfaltowych,
- dodatkowo 20% jako materiał do innych zastosowań w inżynierii lądowej,
- tylko 4% jest składowane.



Destrukt powstaje w wyniku **frezowania** warstw **nawierzchni istniejących dróg**



Jest to cenny materiał zawierający **ok. 95% dobrej jakości kruszywa**

Może być stosowany m.in.:



w mieszkankach mineralno-asfaltowych jako częściowy **substytut kruszywa**



do utwardzania poboczy i podbudów drogowych

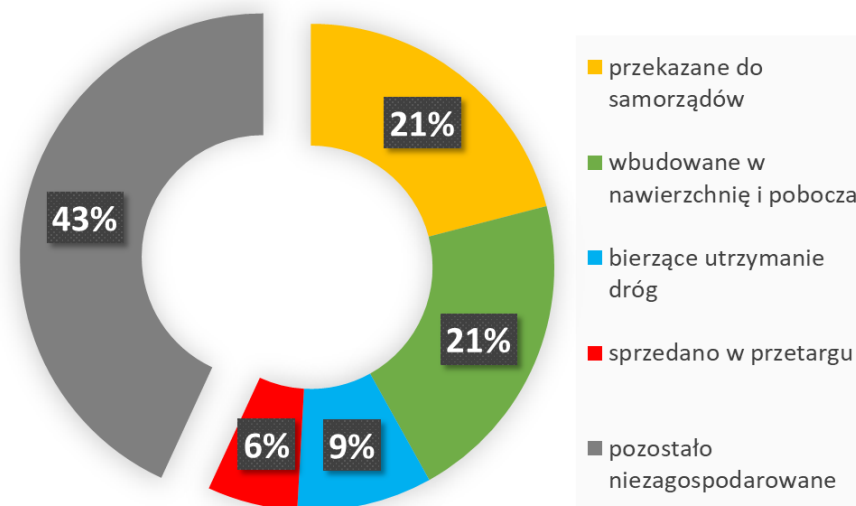


do budowy dróg serwisowych i dojazdowych, zjazdów itp

<https://www.archiwum.gddkia.gov.pl/pl/a/39580/Kolejny-krok-do-latwiejszego-ponownego-wykorzystania-destruktu>

Polska

Gospodarka materiałem z recyklingu nawierzchni asfaltowych w GDDKiA (2018-2019)



Jeszcze 10 lat temu w Polsce wykorzystywano jedynie 10% materiału z recyklingu nawierzchni asfaltowych



**Wydział
Inżynierii Lądowej**
POLITECHNIKA WARSZAWSKA



Use of eco-friendly materials for a new concept of Asphalt Pavements for a Sustainable Environment

2013 – 2016



RID-6 – Wykorzystanie materiałów pochodzących z recyklingu

2016 – 2018



Blending and rejuvenation effect in asphalt mixtures containing reclaimed asphalt

2019



ASFALTY DO RECYKLINGU
Nowoczesne technologie rafineryjne i produkty ropopochodne. Eko produkty ropopochodne

2020 – 2023

2013 2014 2015 2016 2017 2018 2019 2020 2021 2022 2023

Rozprawa doktorska dr inż. Adam Liphardt

Rozprawa doktorska mgr inż. Katarzyna Konieczna

2015 – 2018

2018 – 2020



Destrukt: Innowacyjna technologia mieszanek mineralno-asfaltowych z zastosowaniem materiału z recyklingu nawierzchni asfaltowej



Opracowanie innowacyjnej technologii mieszanek mineralno-cementowo-emulsyjnych (MCE+) o zwiększonym module sztywności z wykorzystaniem materiałów z recyklingu do warstwy podbudowy o podatnym charakterze pracy w konstrukcji drogowej



Wydział
Inżynierii Lądowej
POLITECHNIKA WARSZAWSKA

Use of eco-friendly materials for a new concept of Asphalt Pavements for a Sustainable Environment

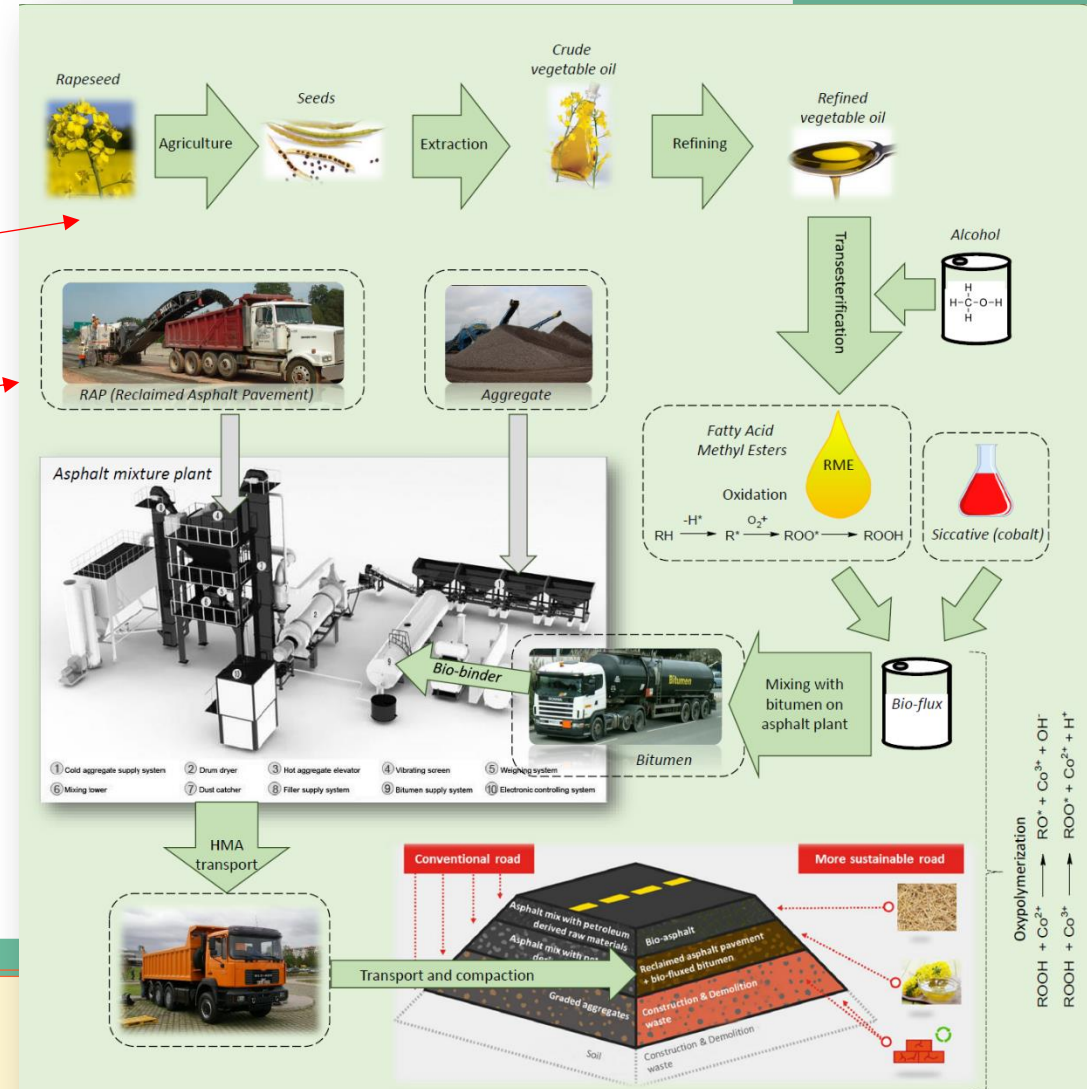
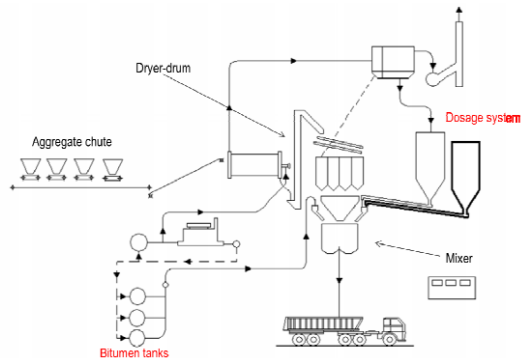


- Okres realizacji: 2013 – 2016
7 FP UE: Eco-innovative demonstration projects, konsorcjum 7 krajów UE (Acciona i inni)



- Cel projektu: Walidacja technologii pozwalającej na projektowanie i wykonywanie innowacyjnych, przyjaznych środowisku nawierzchni drogowych z wykorzystaniem:

- bio-materiałów,
- materiałów z ubocznej produkcji przemysłowej,
- materiałów z recyklingu.

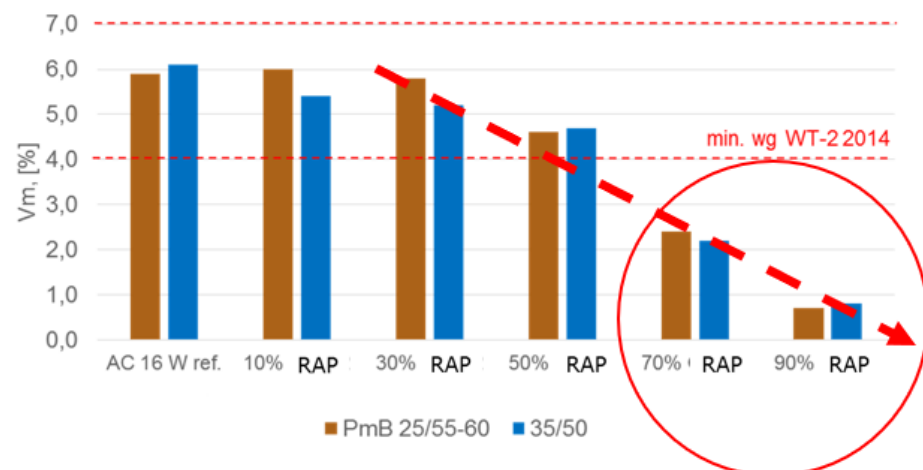


Destrukt: Innowacyjna technologia mieszanek mineralno-asfaltowych z zastosowaniem materiału z recyklingu nawierzchni asfaltowej

Okres realizacji: 2015 – 2018



Cel projektu: Celem projektu jest opracowanie metod projektowania, badania i stosowania mieszanek mineralno-asfaltowych, które zawierają w swoim składzie możliwie największą ilość granulatu asfaltowego



Ul. Kielecka – długość odcinka 440 m, szerokość 7,0 m.

- AC 11 S PMB 45/80-55 KR 3-4 – 15% GRA.
- AC 16 W PMB 25/55-60 KR 3-4 – 50% GRA.
- AC 22 P 35/50 KR 3-7 – 50% GRA.

DK 78 – długość odcinka 1000 m, szerokość 2 x 3,5 m

- SMA 11 PMB 45/80-55 KR 3-7 – 30% GRA.
- AC WMS 16 PMB 25/55-60 KR 3-7 – 50% GRA.

ścieralnej	AC 11 S KR 3-4	+15% RAP
ścieralnej	SMA 11 KR 5-7	+30% RAP
wiązącej	AC 16 W KR 3-4	+50% RAP
wiązącej	AC WMS 16 KR 3-7	+50% RAP
podbudowy	AC 22 P KR 5-7	+50% RAP

S
W
P

$$\text{Binder Replacement, \%} = \frac{(A \times B)}{C} \times 100\%$$

	AC 16 W ref.	10% RAP	30% RAP	50% RAP	70% RAP	90% RAP
Binder replacement	0	9	27	46	64	82



RID-6 – Wykorzystanie materiałów pochodzących z recyklingu



Okres realizacji: 2016 – 2018



INSTYTUT
NOWYCH SYNTEZ
CHEMICZNYCH

IOŚ-PIB
INSTYTUT OCHRONY ŚRODOWISKA – PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY
INSTITUTE OF ENVIRONMENTAL PROTECTION – NATIONAL RESEARCH INSTITUTE

Cel projektu: określenie wymagań i warunków stosowania materiałów pochodzących z recyklingu do budowy, przebudowy i remontu dróg

Efekty: wytyczne wykorzystywania materiałów pochodzących z recyklingu w typowych rozwiązaniach konstrukcyjnych dróg

- Wytyczne pozyskania i oceny przydatności destruktu i granulatu asfaltowego do recyklingu na gorąco w otaczarkach
- Zalecenia w zakresie produkcji mieszanek mineralno-asfaltowych z granulem asfaltowym w otaczarkach o działaniu cyklicznym
- Wytyczne cząstkowe w zakresie wymagań i projektowania mieszanek mineralno-asfaltowych z granulem asfaltowym produkowanym na gorąco
- Wytyczne stosowania technologii recyklingu głębokiego na zimno z wykorzystaniem emulsji i cementu wraz z zasadami projektowania nawierzchni z wykorzystaniem warstw z mieszanki mineralno-cementowo-emulsyjnej (MCE)
- Instrukcja projektowania i wbudowania mieszanek mineralno-cementowo-emulsyjnych (MCE)
- Zalecenia bezpiecznego stosowania destruktu asfaltowego ze smołą w warstwach wykonanych w technologii mieszanek mineralno-cementowo-emulsyjnych MCE
- Wytyczne wykorzystania materiałów pochodzących z recyklingu nawierzchni betonowych



Zalecenia stosowania technologii na ciepło mieszanek mineralno-asfaltowych z dodatkami WMA oraz granulem asfaltowym produkowanych w tradycyjnej wytwórni

3 mieszanki mineralno-asfaltowe :

- AC 22 P
- AC 16 WMS
- SMA 11



GRA_SMA

2 granulaty asfaltowe:

- SMA – frezowanie selektywne (5,4% asf. $T_{PIK}=59,8^{\circ}\text{C}$)
- AC – frezowanie AC S + AC W (4,9% asf. $T_{PIK}=68,5^{\circ}\text{C}$)



GRA_ACS/ACW

2 lepiszcza asfaltowe:

- PMB 45/80-55
- PMB 25/55-60

4 rodzaje dodatków WMA:

- Parafiny F-T
- Środki zmniejszające napięcie powierzchniowe
- Zeolity
- Środki pochodzenia roślinnego (Bioflux)



Politechnika
Warszawska

Opracowanie innowacyjnej technologii mieszanek mineralno-cementowo-emulsyjnych (MCE+) o zwiększonym module sztywności z wykorzystaniem materiałów z recyklingu do warstwy podbudowy o podatnym charakterze pracy w konstrukcji drogowej

- **Okres realizacji:** 2018 – 2020
- **Cel projektu:** Opracowanie i wdrożenie technologii **wykonywania trwałych podbudów z innowacyjnych mieszanek mineralno-cementowo-emulsyjnych (MCE+)** na drogach samorządowych z przeznaczeniem do ruchu lekkiego i ciężkiego.
- **Założenia projektu:**
Ograniczenie/eliminacja występowania spękań odbitych w nawierzchni asfaltowej poprzez zastosowanie warstw podbudowy z mieszanek MCE+ o zmniejszonej zawartości cementu, charakteryzujących się większą podatnością niż tradycyjne mieszanki MCE.



**RILEM International Symposium
on Bituminous Materials**
December 14th-16th 2020 – Lyon, France



**Evaluation of aging processes
in binders stabilised
from cationic bituminous emulsion**

Sorociak W.^{1,3}, Konieczna K.², Król J. B.²,
Żymelka D., Kowalski K. J.²

¹ Silesian University of Technology, Poland

² Warsaw University of Technology, Poland

³ Eurovia Polska S.A., Poland



**Wydział
Inżynierii Lądowej**
POLITECHNIKA WARSZAWSKA

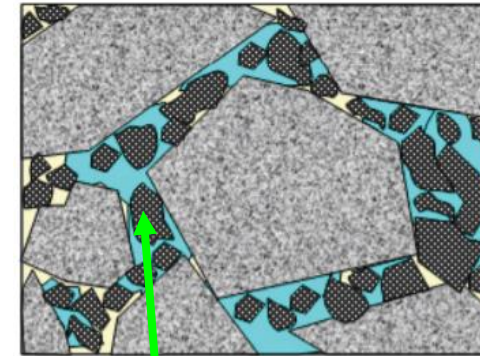
Kształtowanie właściwości lepkosprężystych oraz kohezji mieszanek stabilizowanych emulsją asfaltową w technologii recyklingu na zimno

- **Przedmiot pracy:** mieszanki stabilizowane emulsją asfaltową (*Bitumen Stabilized Materials – BSM*) w technologii recyklingu na zimno, stosowane do podbudów drogowych.



- **Teza pracy:** Istnieje taka całkowita zawartość asfaltu w mieszance (lepiszcze z RAP + lepiszcze z emulsji asfaltowej) oraz istnieją takie warunki w konstrukcji, w których mieszanki BSM wykazują właściwości lepkosprężyste

Asphalt Academy, Technical Guideline: BSM



Punktowe wiązania asfaltowe

Materiał
ziarnisty ?

Materiał
lepkosprężysty ?



Kształtowanie właściwości lepkosprężystych oraz kohezji mieszanek stabilizowanych emulsją asfaltową w technologii recyklingu na zimno

„Superkruszywo” o poprawionej kohezji
(materiał niezwiązany)

VS.

Materiał wykazujący podobieństwo właściwości
do MMA (lepkosprężystość)

+

Ewolucja właściwości mieszanek BSM
w konstrukcji w czasie

■ Cel pracy:

Ocena **rozwoju kohezji** w BSM w czasie (efektu „zespalania się” mieszanki o danym składzie, w danym czasie przy zadanych warunkach badawczych).
Analiza **właściwości lepkosprężystych** wyselekcjonowanych mieszanek BSM.

■ Termin planowanego złożenia pracy: 12.2022 r.



Ocena kohezji - mieszanka BSM poddana badaniu
odporności na deformacje trwałe Flow Number



Asfalty do recyklingu

Nowoczesne technologie rafineryjne i produkty ropopochodne. Eko produkty ropopochodne

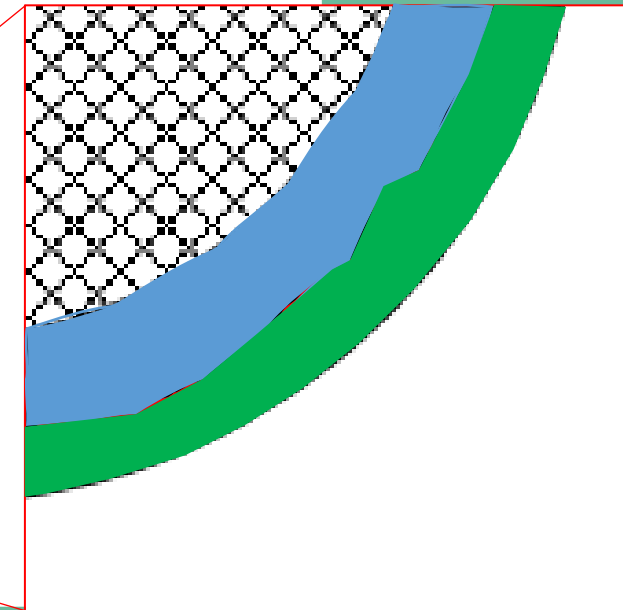
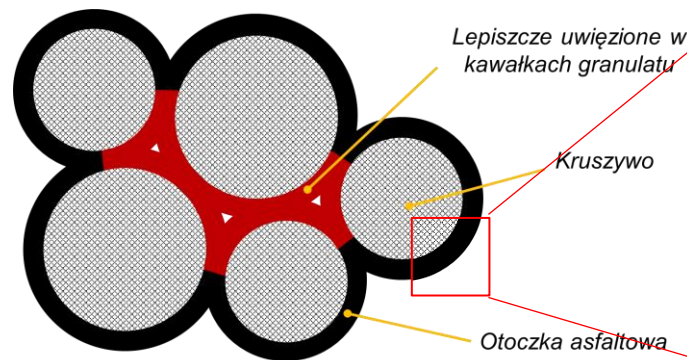
- **Okres realizacji:** 2020 – 2023
- **Cel projektu:**
 - Opracowanie nowych lepiszczy asfaltowych dedykowanych do rozwijającej się dynamicznie technologii recyklingu nawierzchni drogowych w Polsce.
 - Wspomaganie rozwoju recyklingu nawierzchni asfaltowych i gospodarki o obiegu zamkniętym.
 - Ograniczanie śladu węglowego technologii asfaltowej poprzez recykling.

Wyzwania badawcze:

- zagadnienie uwięzionego lepiszcza w granulacie asfaltowym (skupiska granulat)
- optymalizacja mieszanek pod względem maksymalnego ujednorodnienia granulat asfaltowego w nowej mieszance
- zbyt miękkie świeże lepiszcze może pogorszyć właściwości mieszanki (kompatybilność na granicy faz)



LOTOS Asfalt



**Wydział
Inżynierii Lądowej**
POLITECHNIKA WARSZAWSKA



SeHePa („Mikrokapsułki”) - Opracowanie i wdrożenie innowacyjnej technologii asfaltowych nawierzchni samonaprawialnych o wysokiej trwałości

IDiM,WIL
Politechnika Warszawska

dr hab. inż. Michał Sarnowski, prof. uczelni



SeHePa - Opracowanie i wdrożenie innowacyjnej technologii asfaltowych nawierzchni samonaprawialnych o wysokiej trwałości

- **Okres realizacji:** marzec 2020 – listopad 2022
- **Projekt** dofinansowany ze środków Narodowego Centrum Badań i Rozwoju w ramach Programu Operacyjnego Inteligentny Rozwój 2014 – 2020 oraz realizowany we współpracy z firmą Budimex S.A.



Wydział
Inżynierii Lądowej



Wydział Inżynierii
Materiałowej

budimex

Partner naukowy

Lider Projektu



Wydział
Inżynierii Lądowej
POLITECHNIKA WARSZAWSKA



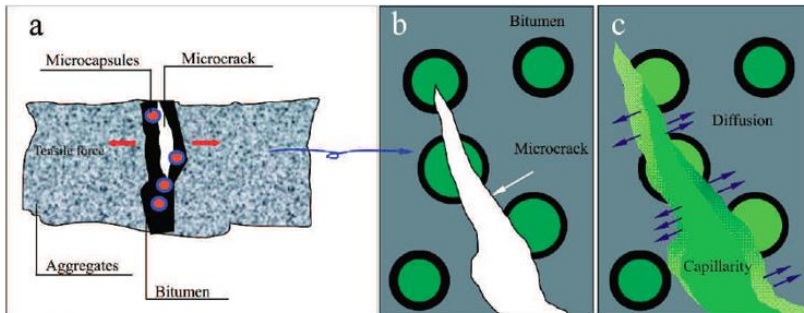
SeHePa - Opracowanie i wdrożenie innowacyjnej technologii asfaltowych nawierzchni samonaprawialnych o wysokiej trwałości

- **Cel projektu:** Opracowanie technologii wytwarzania **inteligentnego dodatku – mikroksułek z wypełnieniem naprawczym**, które w wyniku wystąpienia w asfalcie mikropęknięć uaktywnią się, powodując lokalną naprawę uszkodzeń – zasklepienie mikrorrys.

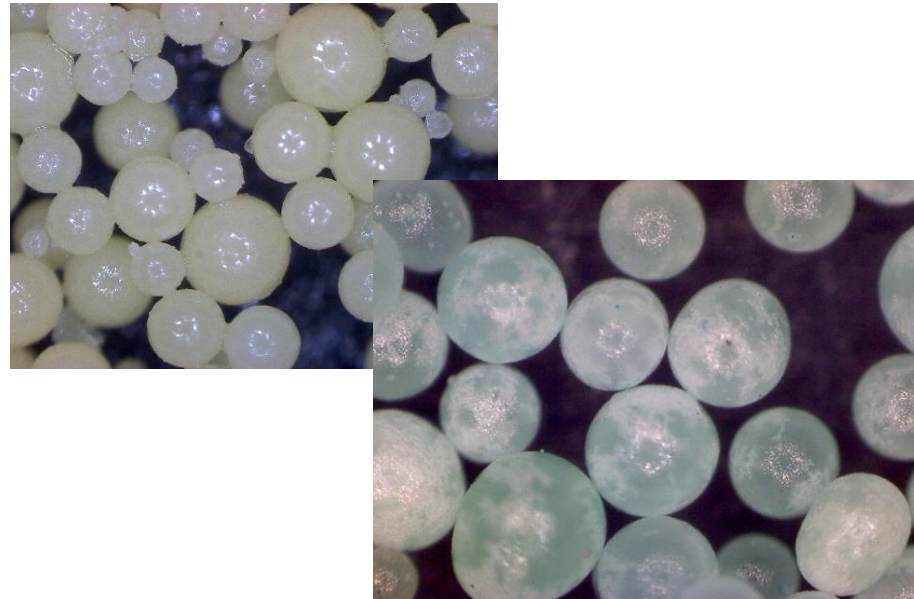
Koncepcja nawierzchni samonaprawialnej

Metoda pasywna – mikroksułki

- Rozmiar: około 30 μm
- Zawartość: 1 – 5 % m/m masy lepiszcza



Jun – Feng Su, 2016



SeHePa - Opracowanie i wdrożenie innowacyjnej technologii asfaltowych nawierzchni samonaprawialnych o wysokiej trwałości

- **Główne założenie projektu:**
Poprawa trwałości zmęczeniowej nawierzchni asfaltowych zawierających mikrokapsułki.

- **Zadania projektu:**
 - Wytworzenie mikrokapsulek ze środkiem naprawczym w skali laboratoryjnej i półtechnicznej
 - Ocena efektu samonaprawy lepiszcza i mieszanek mineralno-asfaltowych zawierających mikrokapsułki na podstawie badań laboratoryjnych (w tym mikroskopowych)
 - Produkcja mieszanek mineralno-asfaltowych z mikrokapsułkami w skali wytwórni, wykonanie odcinków testowych

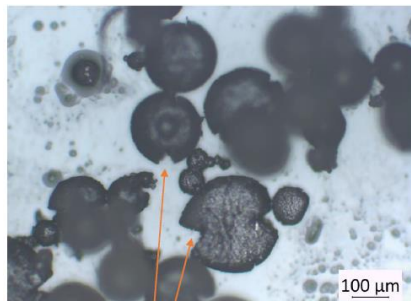
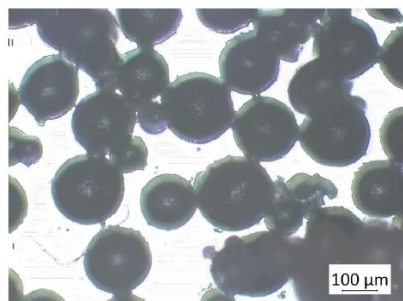


SeHePa - Opracowanie i wdrożenie innowacyjnej technologii asfaltowych nawierzchni samonaprawialnych o wysokiej trwałości

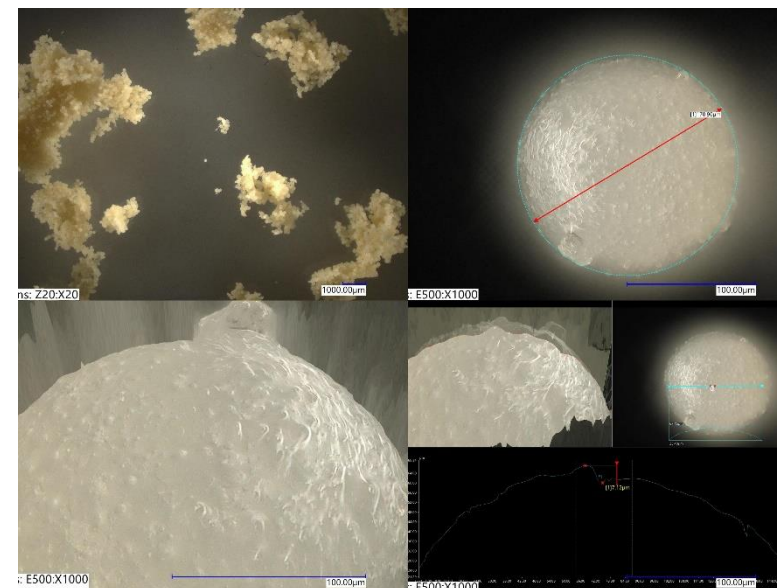
- Realizacja projektu - wytworzenie mikrokapsulek ze środkiem naprawczym



Mikrosfery zatopione
w lepiszczu asfaltowym



Analiza mikroskopowa mikrosfer

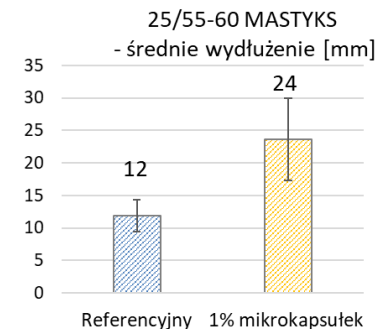
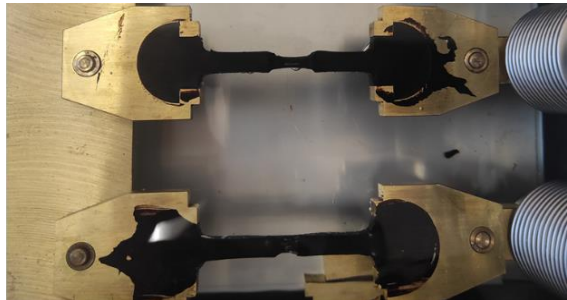
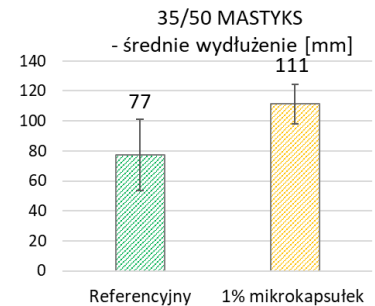
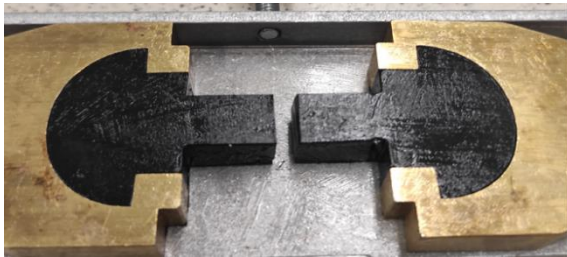


Środek naprawczy uwolniony
w kontrolowanych warunkach

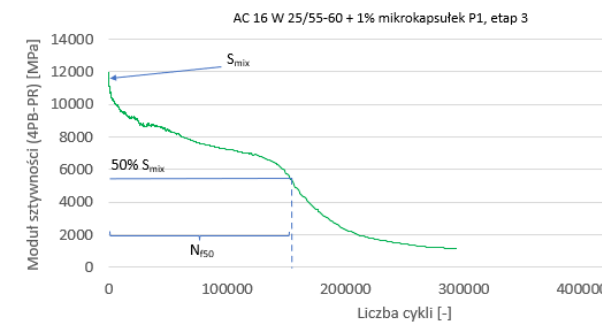
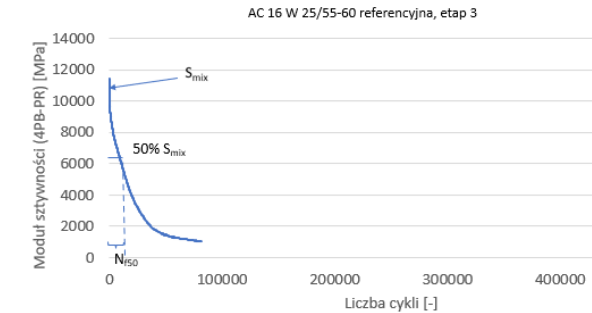
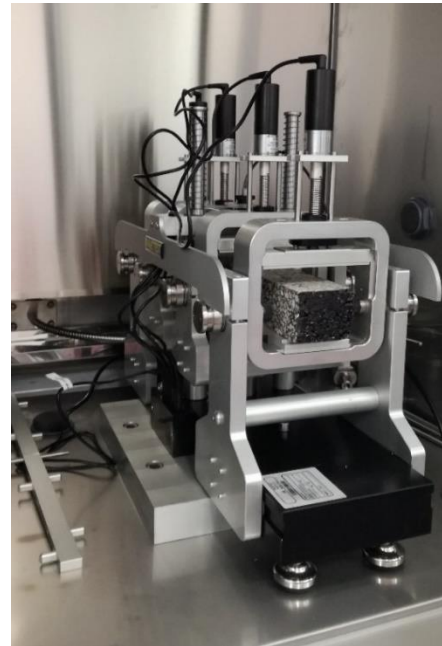


SeHePa - Opracowanie i wdrożenie innowacyjnej technologii asfaltowych nawierzchni samonaprawialnych o wysokiej trwałości

- Realizacja projektu – ocena efektu samonaprawy lepiszczy asfaltowych i mieszanek mineralno-asfaltowych zawierających mikrokapsułki



Autorska metoda oceny efektu samonaprawy lepiszcza asfaltowego w badaniu ciągliwości



Autorska metoda oceny efektu samonaprawy mieszanki mineralno-asfaltowej w badaniu trwałości zmęczeniowej mieszanek 4PB-PR



SeHePa - Opracowanie i wdrożenie innowacyjnej technologii asfaltowych nawierzchni samonaprawialnych o wysokiej trwałości

■ Promocja projektu:

Drogi, które same się naprawiają

To brzmi jak spełnienie marzeń kierowców i zarządców dróg. Nad rozwiązaniem pracują m.in. nasi naukowcy. Obecnie trwają badania.

Realizacja projektu pt. „Opracowanie i wdrożenie innowacyjnej technologii asfaltowych nawierzchni samonaprawialnych o wysokiej trwałości” to efekt umowy z 2019 roku pomiędzy Politechniką Warszawską (Wydziałem Inżynierii Lądowej i Wydziałem Inżynierii Materiałowej) a firmą Budimex S.A. (liderem).



Na Wydziale Inżynierii Lądowej opracowano mikrokapsułki żelatynowe zawierające środek naprawczy, który ma zdolność do zasklepiania mikroskradków w nawierzchniach drogowych

Kolejny etap badań nad samonaprawiającymi się drogami

Data aktualności: 29 marca 2021



Konsorcjum Budimex S.A oraz Wydział Inżynierii Lądowej Politechniki Warszawskiej realizuje projekt SeHePa, pt. „Opracowanie i wdrożenie innowacyjnej technologii asfaltowych nawierzchni samonaprawialnych o wysokiej trwałości”. Projekt znajduje się obecnie w fazie badań przemysłowych, w ramach którego trwają zaawansowane prace nad opracowaniem technologii wytwarzania mikrokapsulek z wypełnieniem naprawczym, powiązane z oceną efektu samonaprawy lepiska i mieszanki mineralno-asfaltowej w skali laboratoryjnej.

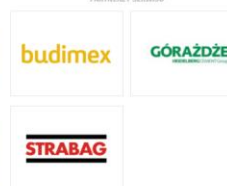
W wyniku przeprowadzonych liczących

BUDOWNICTWO NAJNOWSZE WIADOMOŚCI

Drogi budowane przez Budimex będą naprawiać się same?



PARTNERSTWO SPOŁECZNE



Wydział
Inżynierii Lądowej

POLITECHNIKA WARSZAWSKA



Innowacyjne ekologiczne nawierzchnie o podwyższonej trwałości eksploatacyjnej

IDiM,WIL
Politechnika Warszawska



TechMatStrateg - Kompasfalt

Technologia wytwarzania innowacyjnych wysokowytrzymałych kompozytów asfaltowych zbrojonych włóknami, z przeznaczeniem do budowy nowych i modernizacji istniejących dróg o zwiększonej trwałości eksploatacyjnej

Realizacja w latach 2019 – 2022 (36 miesięcy)

Konsorcjum naukowo-przemysłowe:

Lider:



Politechnika Świętokrzyska
Kielce University of Technology

Partnerzy:

**Politechnika
Warszawska**



Wydział
Inżynierii Lądowej



**Wydział
Inżynierii Lądowej**

POLITECHNIKA WARSZAWSKA

Cel projektu

- ❑ Opracowanie nowego, kompleksowego rozwiązania materiałowo-technologicznego do budowy nawierzchni obciążonych ruchem o intensywności od średniej do dużej, na drogach samorządowych (drogi wojewódzkie), krajowych (w tym drogi klas A i S) oraz nawierzchni poddawanych obciążeniom nienormatywnym i ponadnormatywnym.
- ❑ Kompozyt mineralno-asfaltowy zapewniający znacznie zwiększoną trwałość eksploatacyjną względem rozwiązań stosowanych obecnie.



Idea

- ❑ Zastosowanie zbrojenia rozproszonego w kompozycie mineralno-asfaltowym, zwiększającym m.in. trwałość konstrukcji nawierzchni,
- ❑ Zastosowanie innowacyjnych lepiszczy asfaltowych: zawierających środek upłynniający w postaci dodatku fluksu pochodzenia roślinnego (bio-fluksu) poprawiającego urabialność i zagęszczalność mieszanek w obniżonych temperaturach technologicznych,
- ❑ Zastosowanie technologii spieniania wodą lepiszcza asfaltowego dla poprawy otoczenia składników kompozytu lepiszczem oraz poprawy urabialności i zagęszczalności mieszanki w obniżonych temperaturach technologicznych.



Badania lepiszczy asfaltowych

Zadanie 1: Optymalizacja składu lepiszcza asfaltowego spienianego wodą do wytwarzania wysokowytrzymałych kompozytów asfaltowych.

Badania reologiczne i funkcjonalne weryfikujące hipotezę korzystnego wpływu bio-fluksu na właściwości asfaltów drogowych i modyfikowanych polimerami



- wytypowano kombinacje: asfalt bazowy – dodatek bio-fluksu – ilość wody spieniającej
- uzyskano lepiszcza o polepszonych parametrach lepko-sprężystych i technologicznych



Badania mieszanek mineralno-asfaltowych

Zadanie 2: Badania nad określeniem rodzaju i optymalnej zawartości zbrojenia włóknami kompozytów mineralno-asfaltowych wytwarzanych w sposób tradycyjny.

Zadanie 3: Badania właściwości technicznych kompozytów mineralno-asfaltowych, wytwarzanych w obniżonych temperaturach w technologii asfaltu spienionego.

Zadanie 4: Badania strukturalne i rozszerzone badania funkcjonalne kompozytów mineralno-asfaltowych zbrojonych włóknami wytwarzanych w obniżonych temperaturach w technologii asfaltu spienionego.

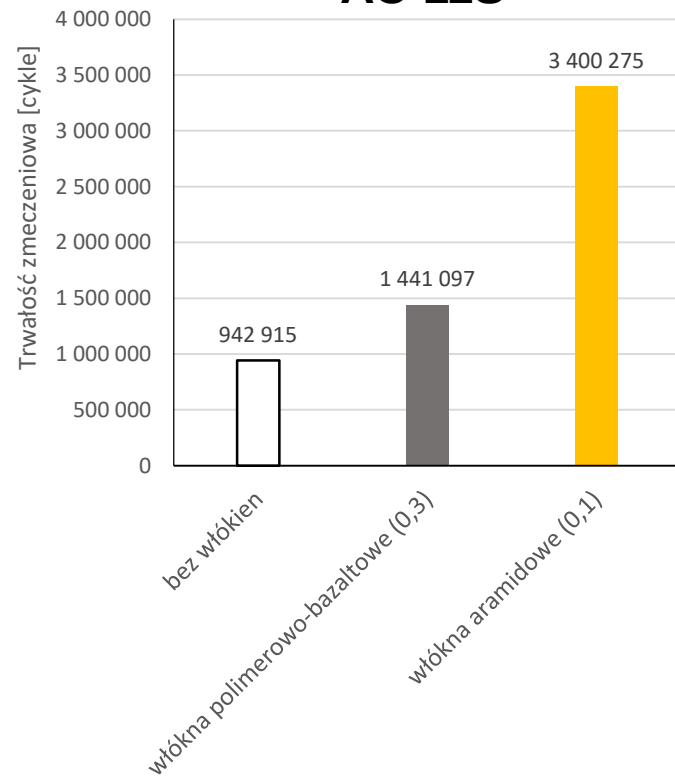


- Ustalono rodzaje i zawartości włókien dodawanych do mieszanek przeznaczonych na warstwę ścieralną i podbudowę.
- Określono możliwości obniżenia temperatur technologicznych dla zbrojonych kompozytów mineralno-asfaltowych ze spienionym lepiszczem asfaltowym
- Dokonano oceny właściwości kompozytów mineralno-asfaltowych zbrojonych włóknami pod względem ich odporności na działanie czynników klimatycznych oraz obciążenia ruchem

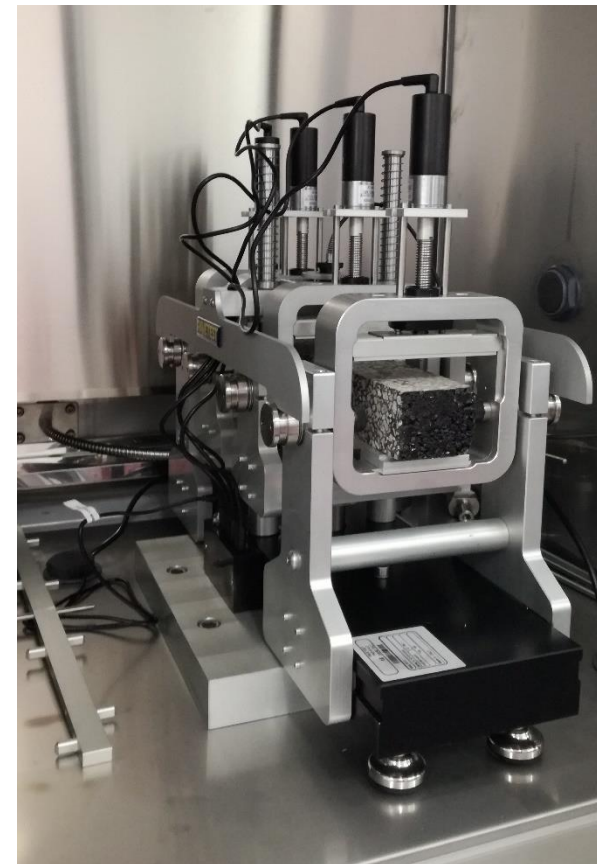
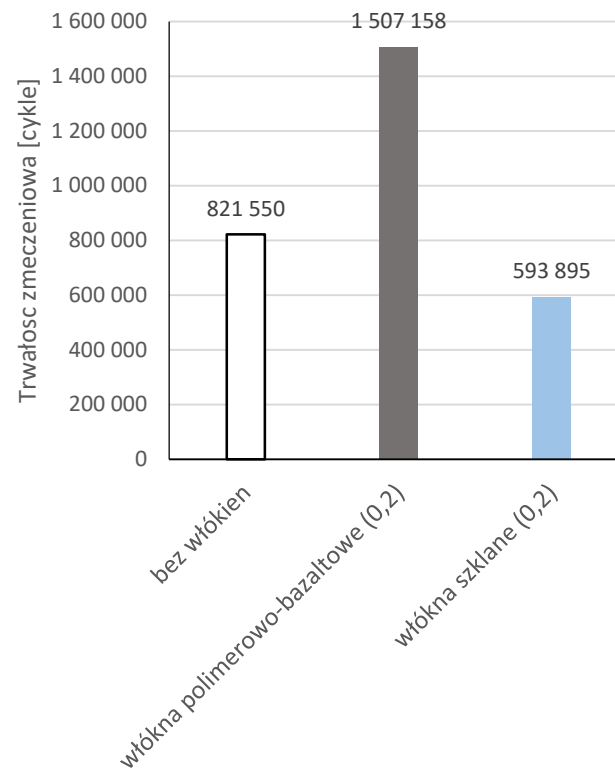


Badania mieszanek mineralno-asfaltowych

AC 11S



ACWMS 22



Realizowane i planowane zadania

Zadanie 5: Analiza rozwiązań konstrukcyjnych z zastosowaniem innowacyjnych kompozytów mineralno-asfaltowych zbrojonych włóknami, wytwarzanych i wbudowywanych w obniżonych temperaturach w technologii asfaltu spienionego.

Zadanie 6: Wykonanie i badania odcinka testowego konstrukcji nawierzchni z innowacyjnych kompozytów mineralno-asfaltowych zbrojonych włóknami, wytwarzanych i wbudowywanych w obniżonych temperaturach w technologii asfaltu spienionego.

Zadanie 7: Opracowanie wytycznych dotyczących projektowania, wytwarzania i wbudowywania wysokowytrzymałych kompozytów mineralno-asfaltowych, wytwarzanych i wbudowywanych w obniżonych temperaturach.





Nawierzchnie na obiektach mostowych

IDiM, WIL
Politechnika Warszawska

Mgr inż. Piotr Pokorski



**Wydział
Inżynierii Lądowej**
POLITECHNIKA WARSZAWSKA

Nawierzchnie na obiektach mostowych

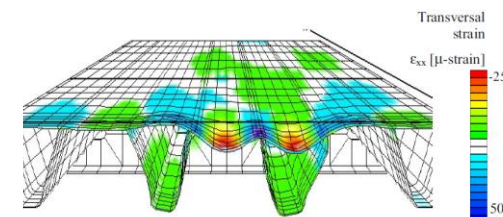
Funkcje i wymagania

- Nawierzchnia jest elementem konstrukcji mostu decydującym w dużej mierze o trwałości obiektu inżynierskiego
- Do zadań nawierzchni na obiekcie inżynierskim należy, oprócz zapewnienia dogodnych i bezpiecznych warunków ruchu pojazdów należy również ochrona pomostu przed niszczącym działaniem wody i środków odladzających
- Nawierzchnia mostowa powinna charakteryzować się szczelnością oraz odpornością na powstawanie zniszczeń



Warunki pracy

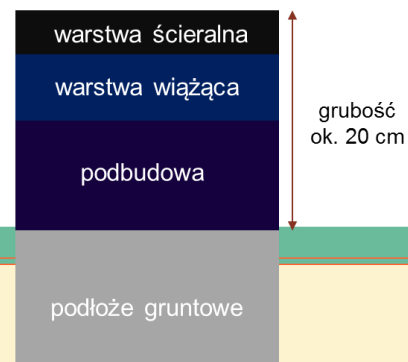
- Praca w bardzo specyficznych warunkach obciążenia
- Rozkładanie obciążenia na pomost
- Tłumienie efektów dynamicznych
- Przejmowanie odkształceń płyty pomostu
- Narażenie na czynniki klimatyczne



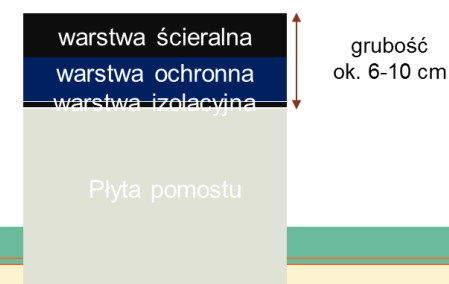
Konstrukcja nawierzchni

- Grubość konstrukcji nawierzchni
- Sztywność płyty pomostu i podłoża gruntowej

Konstrukcja nawierzchni na naziemiu



Konstrukcja nawierzchni na obiekcie mostowym



Projekty badawcze

Rozwiązania materiałowo-technologiczne izolacji i nawierzchni obiektów mostowych

Zlecniodawca:

GDDKiA

Okres realizacji:

2010-2013

Cel projektu:

Opracowanie rozwiązań materiałowo-technologicznych izolacji i nawierzchni mostowych, trwałych i odpornych na działanie ruchu samochodowego i środowiska



Nawierzchnie na obiektach mostowych

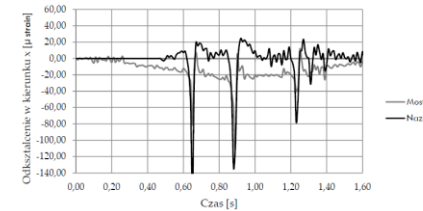
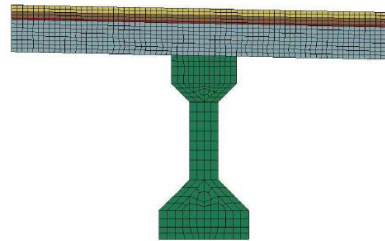


**Wydział
Inżynierii Lądowej**
POLITECHNIKA WARSZAWSKA

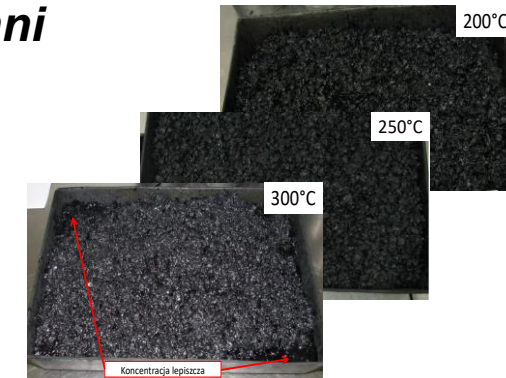
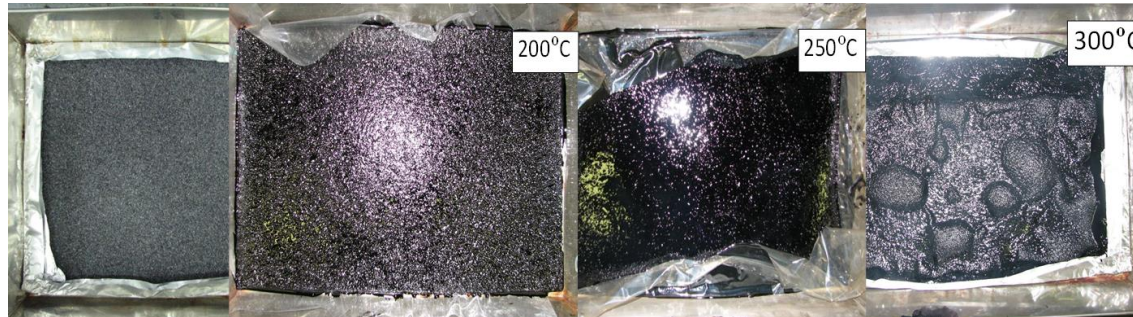
Projekty badawcze

Rozwiązania materiałowo-technologiczne izolacji i nawierzchni obiektów mostowych

- *Analiza szczególnych warunków pracy izolacji i konstrukcji nawierzchni obiektów mostowych*



- *Ocena wpływu oddziaływania temperatury technologicznej na trwałość materiałów stosowanych do warstw izolacji i warstw nawierzchni*



Nawierzchnie na obiektach mostowych



Projekty badawcze

Rozwiązania materiałowo-technologiczne izolacji i nawierzchni obiektów mostowych

- Ocena wpływu oddziaływania wody, starzenia materiałów i obciążeń ruchem pojazdów, na właściwości funkcjonalne izolacji i nawierzchni w zakresie temperatury eksploatacyjnej
- Opracowanie zaleceń dotyczących stosowania rozwiązań materiałowo-technologicznych izolacji i nawierzchni mostowych odpornych na zmęczenie, koleinowanie, działanie wody oraz temperatury

Zalecane konstrukcje nawierzchni podatnych na obiektach mostowych z *pomostem betonowym* i izolacją arkuszową

Kategoria ruchu	KR1-KR2	KR3-KR4	KR5-KR7
Ruch projektowy (mln osi 100 kN)	Do 0,50	0,50-7,30	>7,30
1	AC 11 S – 4 cm AC 8 – 3 cm Papa – 0,5 cm Asfalt upłynniony lub lepiszcz asfaltowe izolacja plyta pomostu 7 cm + 0,5 cm papa	AC 11 S – 5 cm SMA/MA 8 – 3 cm Papa – 0,5 cm Asfalt upłynniony lub lepiszcz asfaltowe izolacja plyta pomostu 8 cm + 0,5 cm papa	AC 11 S – 5 cm AC 11 – 4 cm SMA 5 – 2 cm Papa – 0,5 cm Asfalt upłynniony lub lepiszcz asfaltowe izolacja plyta pomostu 11 cm + 0,5 cm papa



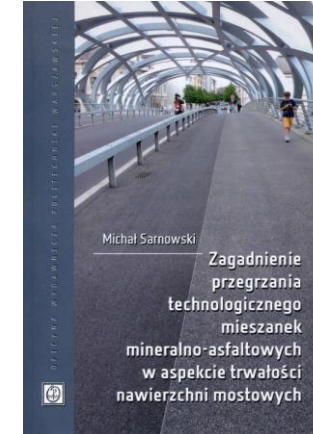
Nawierzchnie na obiektach mostowych



Publikacje książkowe

Nawierzchnie asfaltowe na obiektach mostowych, 2016

Zagadnienie przegrzewania technologicznego mieszanek mineralno-asfaltowych w aspekcie trwałości nawierzchni mostowych, 2019



Artykuły

Study of High-Temperature Properties of Asphalt Mixtures Used for Bridge Pavement with Concrete Deck, MPDI Materials 2021,

Assessment of resistance to permanent deformations of asphalt mixes of low air void content, Open Engineering / De Gruyter, 2021

Odporność na deformacje trwałe asfaltowych nawierzchni mostowych, Czasopismo Inżynierii Lądowej, Środowiska i Architektury, JCEEA, 2016

Nawierzchnie na obiektach mostowych



**Wydział
Inżynierii Lądowej**
POLITECHNIKA WARSZAWSKA

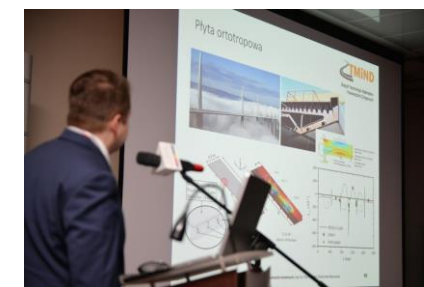
Konferencje

Konferencja Naukowa Komitetu Inżynierii Lądowej i Wodnej PAN oraz Komitetu Nauki PZITB 2020, Krynica, **Ocena odporności na powstawanie deformacji trwałych mieszanek mineralno-asfaltowych o niskiej zawartości wolnych przestrzeni**

Aktualne zagadnienia budownictwa komunikacyjnego. XII Seminarium techniczne 2020, Białowieża, poster, **Wpływ wysokiej temperatury technologicznej na właściwości mieszanek mineralno-asfaltowych do nawierzchni mostowych**

X Konferencja Naukowo-Techniczna Organizacja przedsięwzięć budownictwa drogowego 2019, Bydgoszcz, **Odporność na odkształcenia trwałe mieszanek mineralno-asfaltowych z dużą zawartością mastyksu stosowanych do budowy warstw nawierzchni mostowych**

7th Transport Research Arena 2018, Wien, **Rheological properties of materials used in bridge asphalt pavement structures**



Nawierzchnie na obiektach mostowych



Wydział
Inżynierii Lądowej
POLITECHNIKA WARSZAWSKA

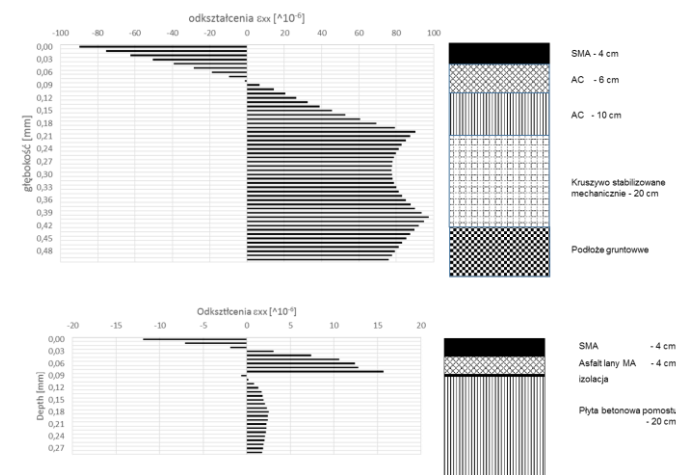
Rozprawa doktorska: Ocena trwałości nawierzchni drogowych na obiektach mostowych

Teza I:

Mieszanki mineralno-asfaltowe stosowane do nawierzchni mostowych ze względu na charakter pracy powinny podlegać innym wymaganiom technicznym niż mieszanki mineralno-asfaltowych na korpusie ziemnym

Teza II:

Istnieje możliwość zwiększenia trwałości nawierzchni na obiektach mostowych poprzez modelowanie składu mieszanki mineralno-asfaltowej w warstwie ochronnej.



Nawierzchnie na obiektach mostowych

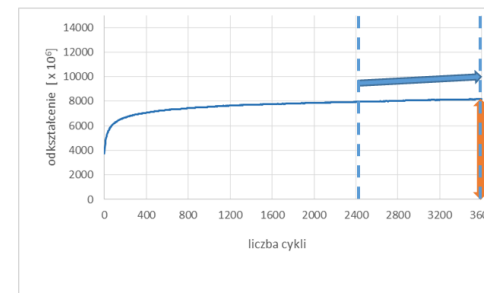
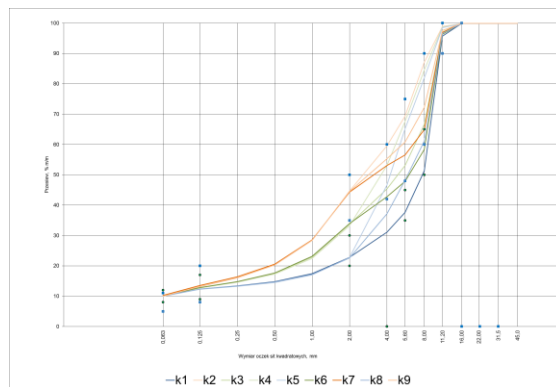


Wydział
Inżynierii Lądowej
POLITECHNIKA WARSZAWSKA

Rozprawa doktorska: Ocena trwałości nawierzchni drogowych na obiektach mostowych

Modelowanie składu mieszanki mineralno- asfaltowej w aspekcie odporności na powstawanie deformacji trwałych

- Opracowanie modelu mieszanki – 27 składów mieszanek mineralno-asfaltowych
- Metodyka badawcza - badanie cyklicznego jednoosiowego ściskania
- Wyznaczenie równań regresyjnych opisujących trwałość (deformacje trwałe)
- Walidacja modelu
- Wyznaczenie z optymalnego składu mieszanki
- Propozycja wymagań dotyczących oceny odporności na powstawanie deformacji trwałych dla mieszanek mineralno-asfaltowych stosowanych do warstwy ochronnej nawierzchni mostowych.



- Odkształcenie końcowe ↑
- Prędkość pełzania →

Nawierzchnie na obiektach mostowych



**Wydział
Inżynierii Lądowej**
POLITECHNIKA WARSZAWSKA

