

Innowacyjne kompozyty mineralno-asfaltowe zbrojone włóknami

prof. dr hab. inż. Marek Iwański
dr inż. Krzysztof Maciejewski

prof. dr hab. inż. Piotr Radziszewski
dr inż. Adam Liphardt



Politechnika Świętokrzyska
Kielce University of Technology

**Politechnika
Warszawska**

Sekcja Inżynierii Komunikacyjnej
Komitetu Inżynierii Lądowej i Wodnej PAN
29 czerwca 2023

**TECHMAT
STRATEG**

NCBR

Narodowe Centrum Badań i Rozwoju

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



Politechnika Świętokrzyska
Kielce University of Technology

**Politechnika
Warszawska**



Kierownik projektu: prof. dr hab. inż. Marek Iwański

Cel i założenia projektu

Cel:

- opracowanie technologii wytwarzania i wbudowywania innowacyjnych wysokowytrzymałych kompozytów mineralno-asfaltowych o zwiększonej trwałości eksploatacyjnej z przeznaczeniem do budowy nowych dróg oraz modernizacji istniejącej sieci drogowej

Założenia:

- Zastosowanie zbrojenia rozproszonego w postaci włókien w celu zwiększenia trwałości zmęczeniowej kompozytu
- Zastosowanie w procesie wytwarzania kompozytu technologii spieniania lepiszcza asfaltowego w celu obniżenia temperatur technologicznych
- Zastosowanie w procesie wytwarzania kompozytu modyfikacji lepiszcza asfaltowego dodatkiem bio-fluxu w celu obniżenia temperatur technologicznych i poprawy homogeniczności
- Wybudowane odcinka doświadczalnego
- Temat badawczy ma **aspekt techniczny, ekonomiczny oraz ekologiczny**
- Okres realizacji: **wrzesień 2019 – luty 2023**

Część I

***Właściwości zmęczeniowe lepiszczy asfaltowych
i mieszanek mineralno-asfaltowych z dodatkiem
włókien***

dr inż. Adam Liphardt

Część II

***Sztywność kompozytów mineralno-asfaltowych
wytwarzanych w obniżonych temperaturach
z dodatkiem włókien***

dr inż. Krzysztof Maciejewski



**Wydział
Inżynierii Lądowej**

POLITECHNIKA WARSZAWSKA

Część I

Właściwości zmęczeniowe lepiszczy asfaltowych i mieszanek mineralno- asfaltowych z dodatkiem włókien

prof. dr hab. inż. Piotr Radziszewski
dr inż. Adam Liphardt

**Politechnika
Warszawska**



Plan prezentacji

- **Trwałość zmęczeniowa lepiszczy asfaltowych**
- **Trwałość zmęczeniowa mieszanek mineralno-asfaltowych zbrojonych włóknami**
- **Trwałość zmęczeniowa mieszanek mineralno-asfaltowych zbrojonych włóknami – wytwarzanych i wbudowywanych w obniżonych temperaturach**
- **Efekty zastosowania zbrojenia rozproszonego w doborze warstw konstrukcyjnych nawierzchni**



Badania lepiszczy asfaltowych

- Badaniom poddano:
 - lepiszcza referencyjne 20/30, 50/70, 25/55-60, 45/80-55, 45/80-80
 - lepiszcza modyfikowane Bio-fluxem
 - lepiszcza modyfikowane Bio-fluxem poddane spienianiu

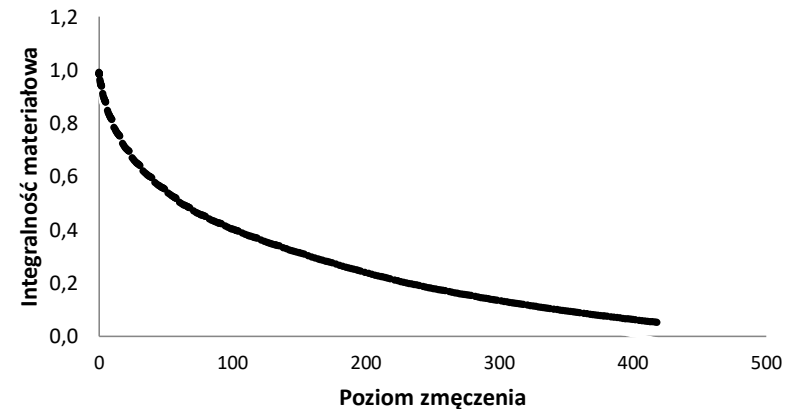
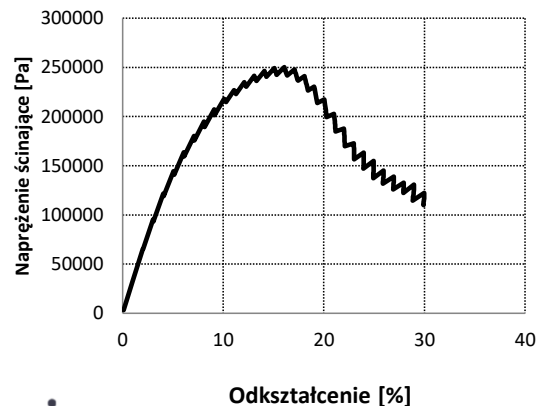
- Bio-flux – dodatek upłynniający w postaci estrów metylenowych kwasów tłuszczowych – patent PW

- Wybór lepiszcza do zastosowania w warstwie ścieralnej z mieszanki AC 11 S oraz warstwie podbudowy AC WMS 22



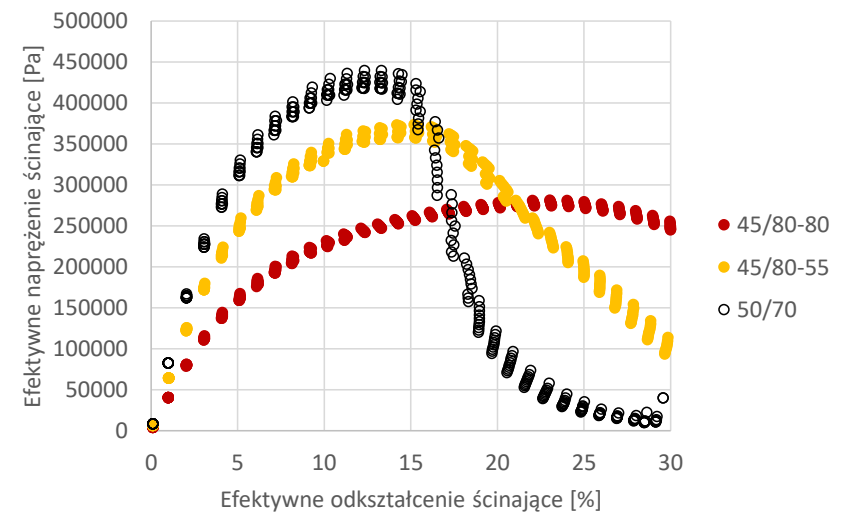
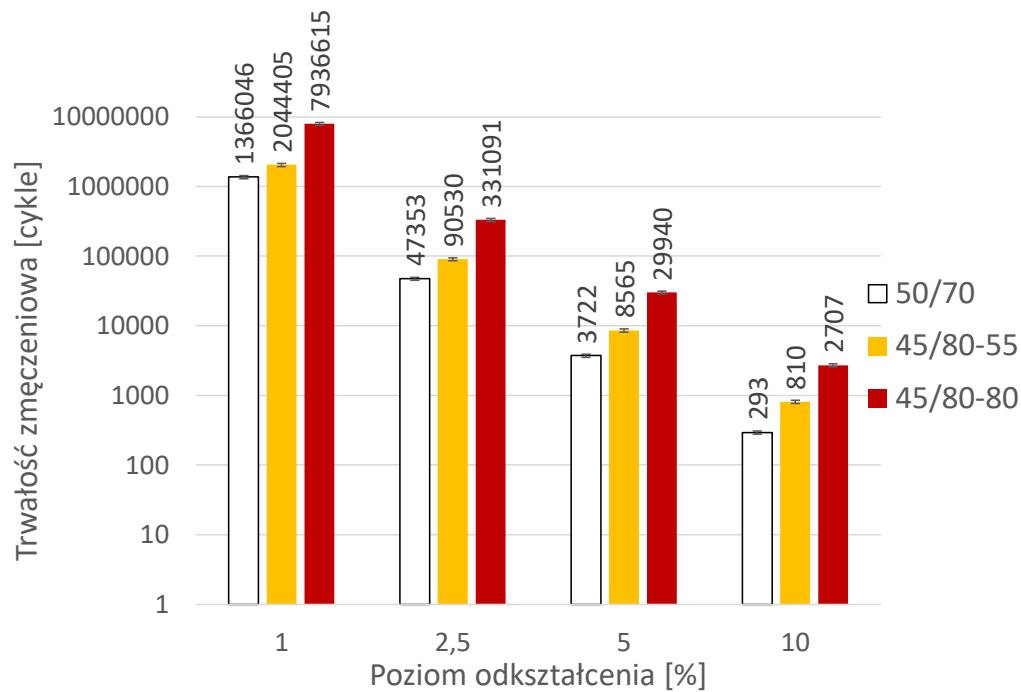
Trwałość zmęczeniowa lepiszczy asfaltowych

- Cel – wybór lepiszczy do zastosowania w kompozytach o zwiększonej trwałości zmęczeniowej
- Ocena trwałości zmęczeniowej lepiszczy wg metody LAS (Linear Amplitude Sweep)
 - Temperatura badania 15°C, **20°C**, 25°C
 - Lepiszczka po starzeniu technologicznym RTFOT i eksploatacyjnym PAV
 - Próbkę badaną „do zniszczenia” – utraty integralności materiałowej przy wzroście amplitudy odkształcenia od 0,1 do 30% i stałej częstotliwości 10Hz



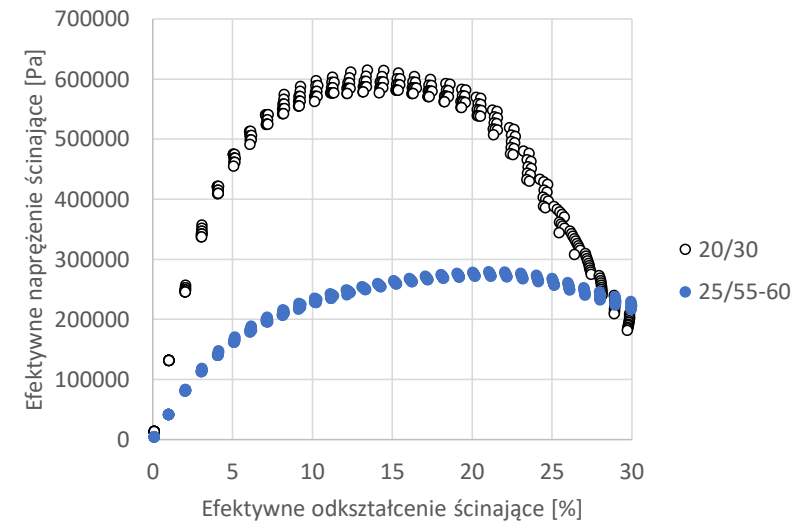
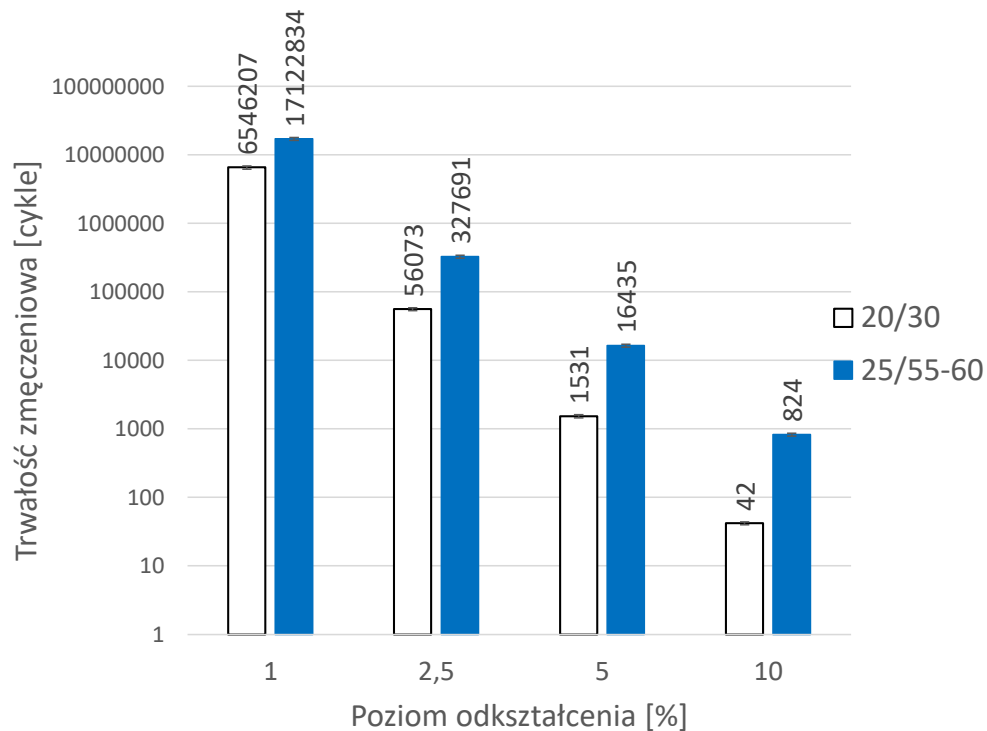
Trwałość zmęczeniowa lepiszczy asfaltowych

- Ocena trwałości zmęczeniowej lepiszczy wybranych do badań – porównanie właściwości lepiszczy referencyjnych do warstwy ścieralnej



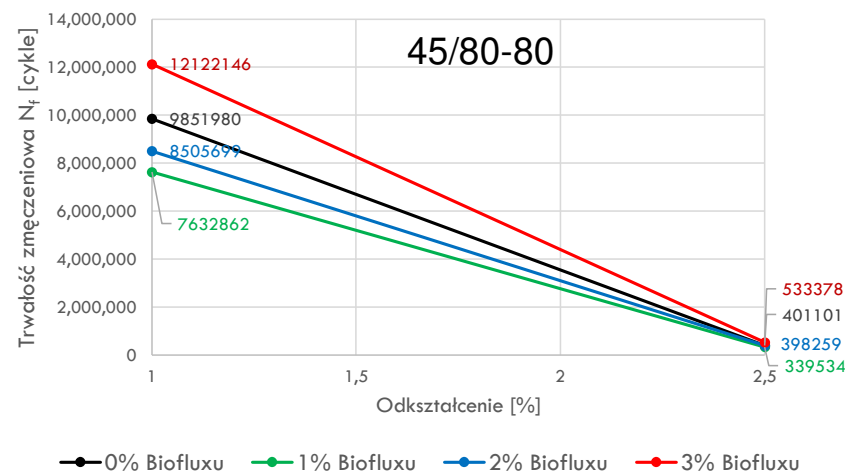
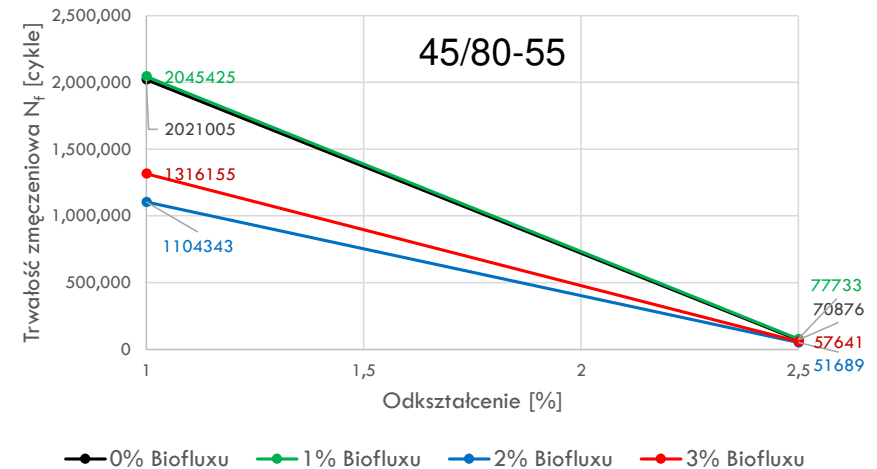
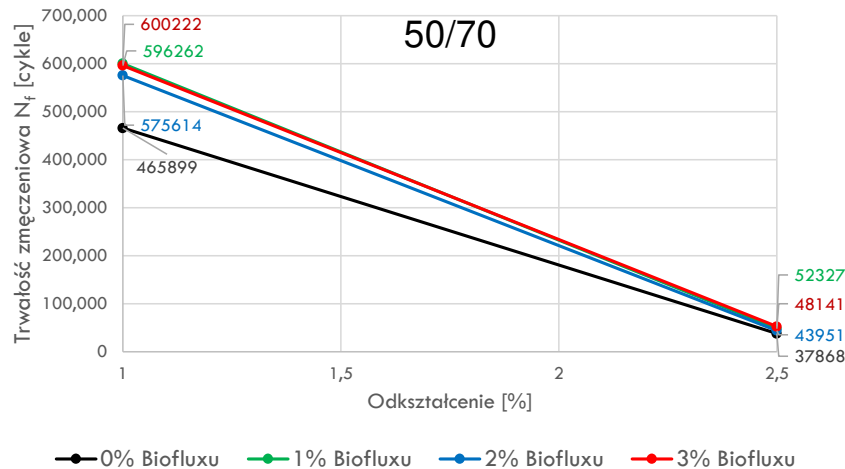
Trwałość zmęczeniowa lepiszczy asfaltowych

- Ocena trwałości zmęczeniowej lepiszczy wybranych do badań – porównanie właściwości lepiszczy referencyjnych do warstwy podbudowy



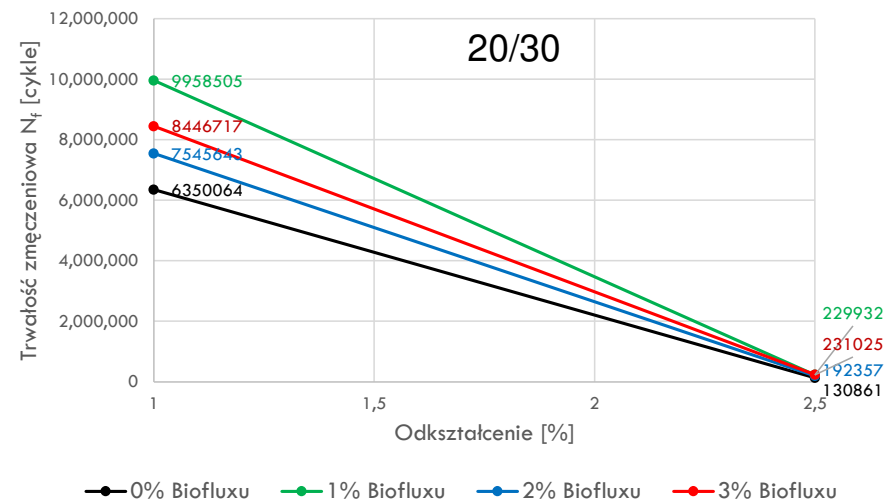
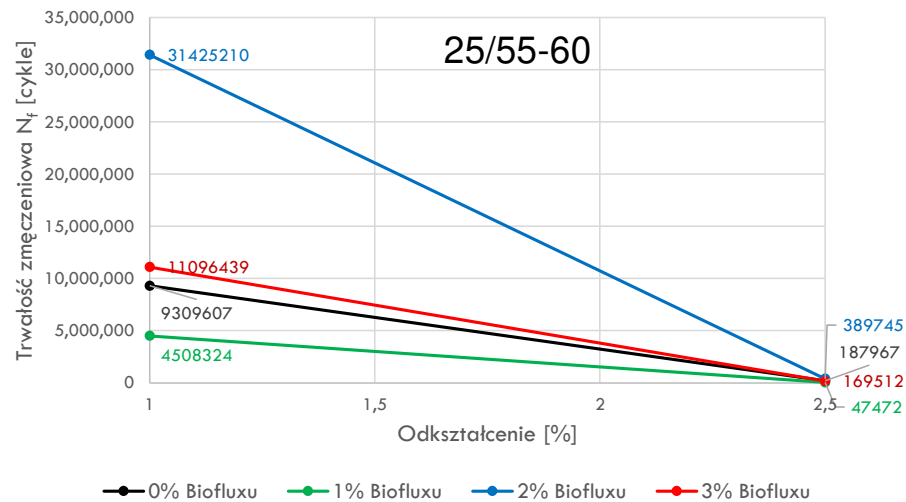
Trwałość zmęczeniowa lepiszczy asfaltowych

- Ocena trwałości zmęczeniowej lepiszczy z dodatkiem Bio-fluxu, 14 dni po procesie modyfikacji i spieniania



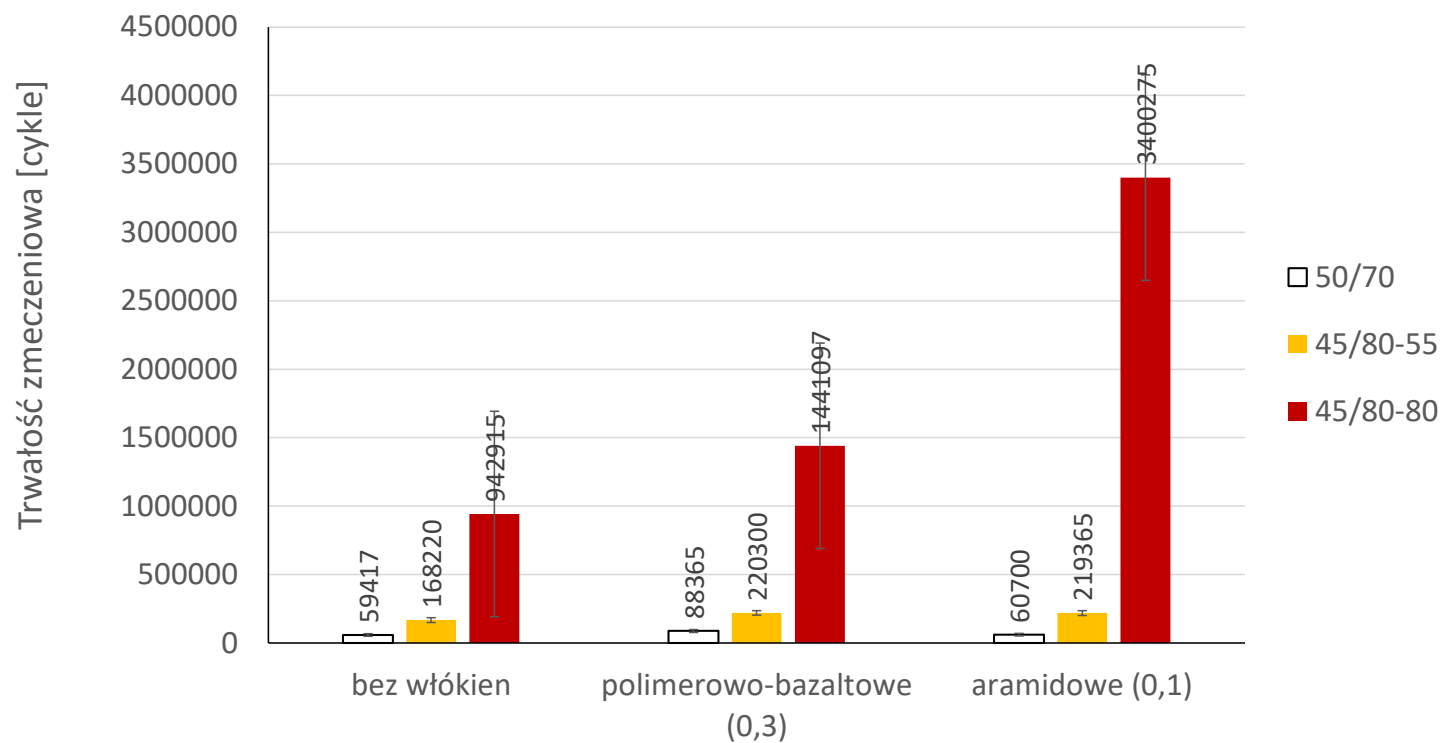
Trwałość zmęczeniowa lepiszczy asfaltowych

- Ocena trwałości zmęczeniowej lepiszczy z dodatkiem Bio-fluxu, 14 dni po procesie modyfikacji i spieniania

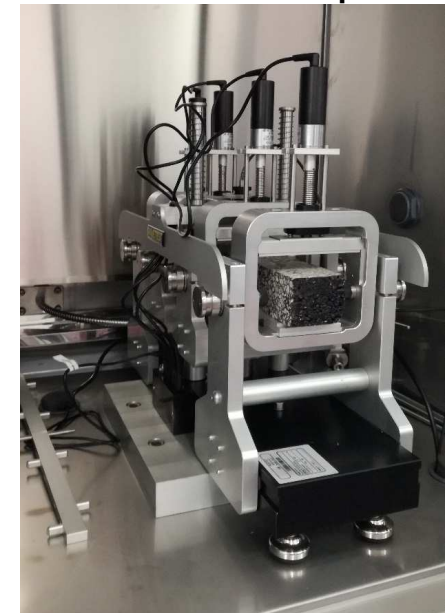


Trwałość zmęczeniowa mieszanek mineralno-asfaltowych zbrojonych włóknami

AC11S KR 5-6

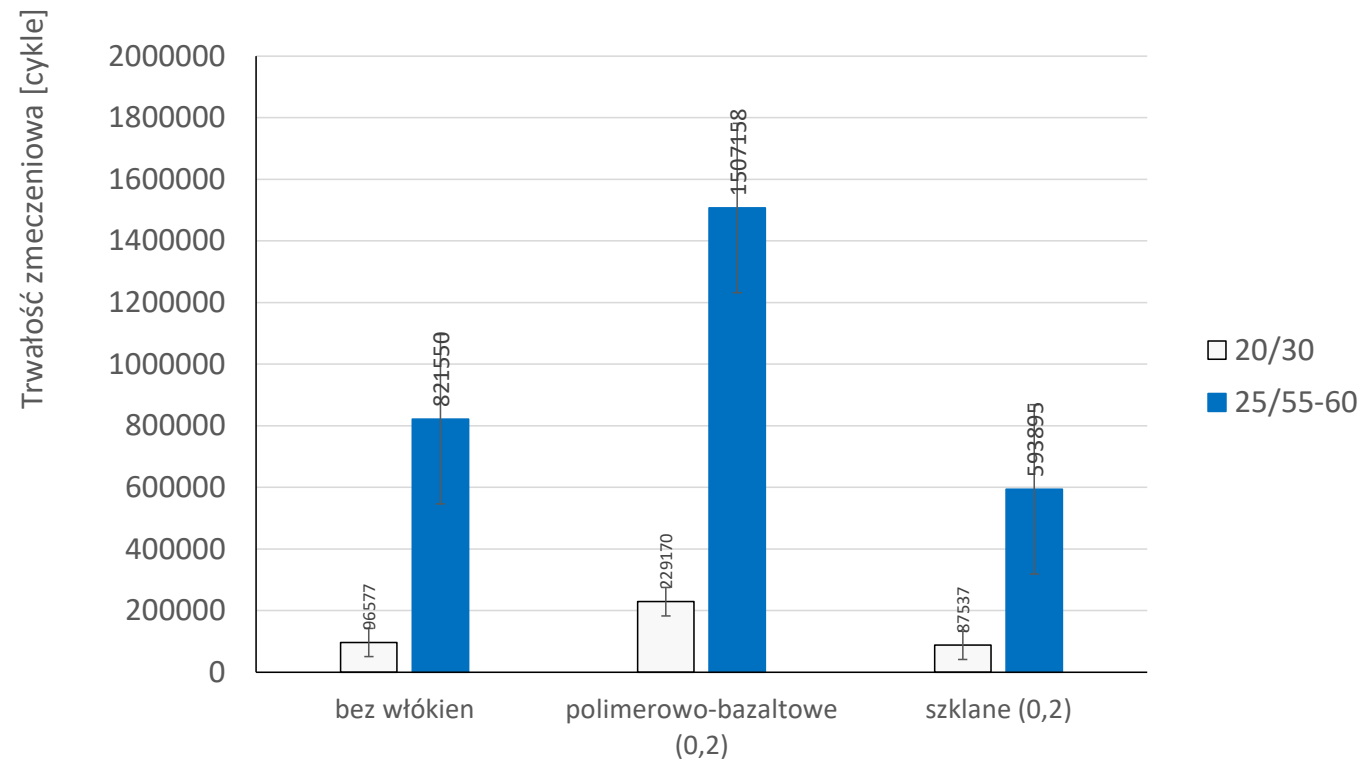


Badanie trwałości zmęczeniowej metodą 4PB-PR
Temperatura: 10°C
Odształcenie: 250µm/m



Trwałość zmęczeniowa mieszanek mineralno-asfaltowych zbrojonych włóknami

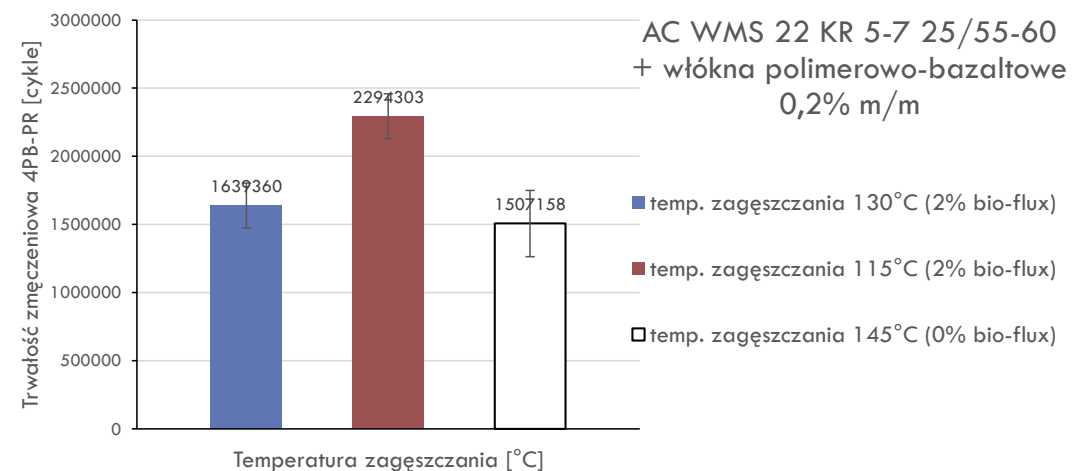
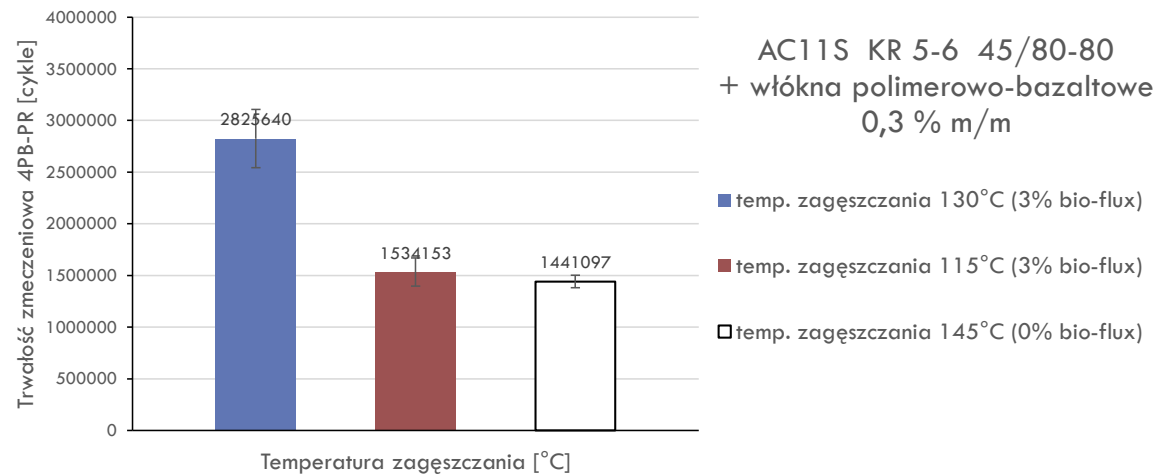
AC WMS 22 KR 5-7



Badanie trwałości
zmęczeniowej metodą
4PB-PR
Temperatura: 10°C
Odształcenie: 180µm/m



Trwałość zmęczeniowa mieszanek mineralno-asfaltowych zbrojonych włóknami – wytwarzanych i wbudowywanych w obniżonych temperaturach



Efekty zastosowania zbrojenia rozproszonego w doborze warstw konstrukcyjnych nawierzchni

Wybrane analizowane warianty konstrukcji nawierzchni:

- W0** - warstwa podbudowy z mieszanki AC WMS 22 bez zbrojenia, wykonanej w technologii na gorąco
- W1** – warstwa podbudowy z mieszanki AC WMS 22 ze zbrojeniem, wykonanej w technologii na gorąco (włókna polimerowo-bazaltowe w ilości 0,2%)
- W2** – warstwa podbudowy z mieszanki z AC WMS 22 ze zbrojeniem rozproszonym, z dodatkiem biofluxu wytwarzanej w technologii asfaltu spienionego w temperaturze 130°C
- W3** - warstwa podbudowy z AC WMS 22 ze zbrojeniem rozproszonym, z dodatkiem biofluxu wytwarzanej w technologii asfaltu spienionego w temperaturze 115°C

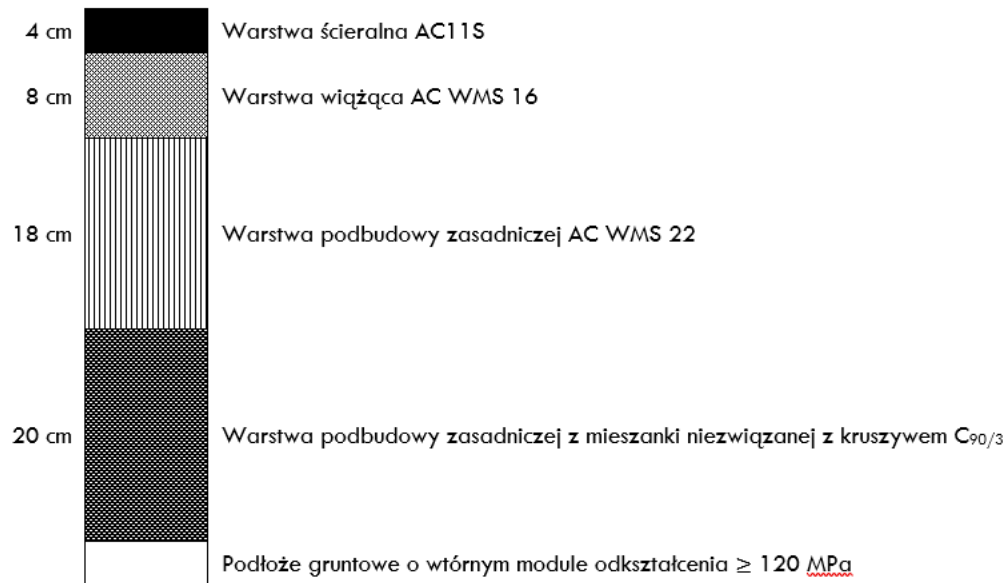


Efekty zastosowania zbrojenia rozproszonego w doborze warstw konstrukcyjnych nawierzchni

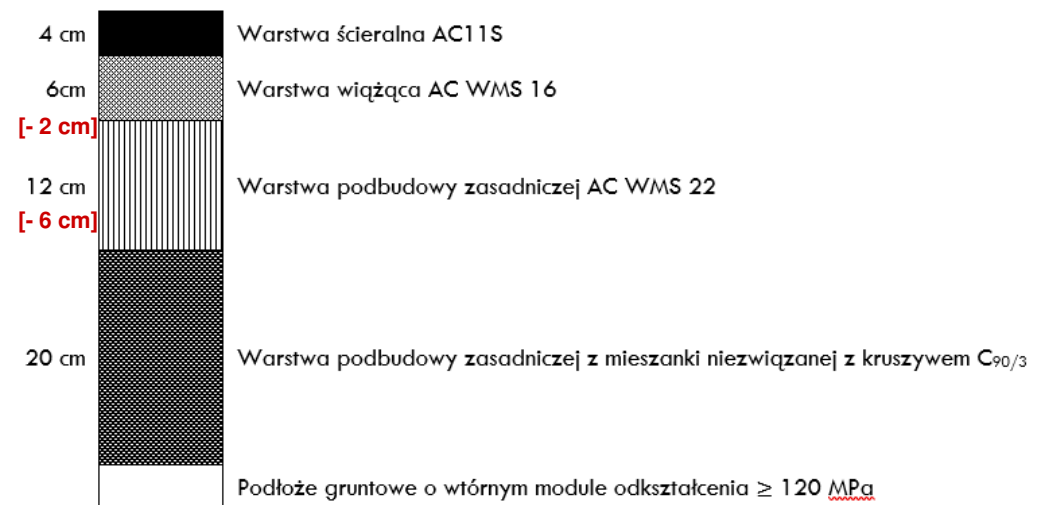


- Do obliczeń trwałości zmęczeniowej przyjęto typowe rozwiązanie katalogowe (zgodnie z KTKPiP) odpowiadające kategorii ruchu **KR-7 typu A-1**

**Konstrukcja typowa,
typ A-1, KR-7**



**Konstrukcja o zmniejszonych grubościach warstw,
wg. typ A-1, KR-7**



Wariant konstrukcji	Trwałość zmęczeniowa warstw asfaltowych, [liczba osi obl. 100 kN]	Wzrost trwałości zmęczeniowej w stosunku do wariantu katalogowego W-0 dla kategorii ruchu KR-7
W-0	81 845 191	1,0 N_{FC}^{W-0}
W-1	478 803 136	5,9 N_{FC}^{W-0}
W-2	618 645 016	7,6 N_{FC}^{W-0}
W-3	572 615 299	7,0 N_{FC}^{W-0}

Wariant konstrukcji	Trwałość ze względu na zmęczenie warstw asfaltowych, [liczba osi obl. 100 kN]	Wyznaczona kategoria ruchu
W-0	15 849 956	KR-5
W-1	65 141 938	KR-7
W-2	158 201 850	KR-7
W-3	232 649 780	KR-7

Wnioski

- Polimeroasfalty charakteryzują się 2-3 krotnie wyższą trwałością zmęczeniową w stosunku do asfaltów drogowych natomiast asfalty wysokomodyfikowane 6-10 krotnie zależnie od poziomu odkształceń
- Zastosowanie odpowiednio dobranej ilości dodatku Bio-fluxu w procesie spieniania asfaltu nie powoduje pogorszenia trwałości zmęczeniowej lepiszczy asfaltowych
- Zastosowanie zbrojenia rozproszonego w postaci włókien oraz lepiszczy asfaltowych o zwiększonej trwałości zmęczeniowej pozwala na uzyskanie znacząco wyższych trwałości zmęczeniowych (od 15 do 50 krotnie) mieszanek mineralno-asfaltowych
- Zastosowanie technologii spieniania asfaltu z dodatkiem Bio-fluxu w celu obniżenia temperatury wytwarzania i wbudowania (o 30°C) spowodowało jednocześnie wzrost trwałości zmęczeniowej kompozytów
- Dzięki zwiększonej trwałości zmęczeniowej innowacyjnych kompozytów zbrojonych włóknami możliwe jest znaczące zwiększenie trwałości zmęczeniowej konstrukcji nawierzchni KR-7 (nawet do 7 razy) lub alternatywnie zmniejszenie grubości warstw konstrukcyjnych (co najmniej 8 cm)





Dziękuję za uwagę



**Wydział
Inżynierii Lądowej**

POLITECHNIKA WARSZAWSKA