



Politechnika Świętokrzyska

Kielce University of Technology

**Beton asfaltowy z destruktem asfaltowym w technologii
asfaltu spienionego o obniżonej emisji CO₂**



Mateusz Marek Iwański
Marek Iwański

KONGRES NAWIERZCHNI 2025

Kraków, 27-28 listopada

www.konferencjespecialistyczne.pl



PLAN PREZENTACJI

- WYMAGANIA W ZAKRESIE MIESZANEK MINERALNO-ASFALTOWYCH
- TECHNOLOGIA ASFALTU SPIENIANEGO WODĄ
- PROGRAM BADAWCZY
 1. STOSOWANE MATERIAŁY
 - Asfalt 50/70
 - Dodatki WMA (Wosk syntetyczny - SW, Amidopolamina oleju talowego - AOT)
 2. ODNOWA WŁŚCIWOŚCI ASFALTU ODZYSKANEGO Z DESTRUKTU
 3. WŁŚCIWOŚCI AC z DESTRUKTEM ASFALTOWYM I ASFALTEM SPIENIONYM
 4. WYKONANIE ODCINKA DOŚWIADCZALNEGO
- WNIOSKI



WYMAGANIA W ZAKRESIE MIESZANEK MINERALNO-ASFALTOWYCH

- Wdrożenie zasad gospodarki w obiegu zamkniętym

Obecnie zasada liniowości

Kruszywo → Asphalt → Mieszanka mineralno-asfaltowa → Nawierzchnia

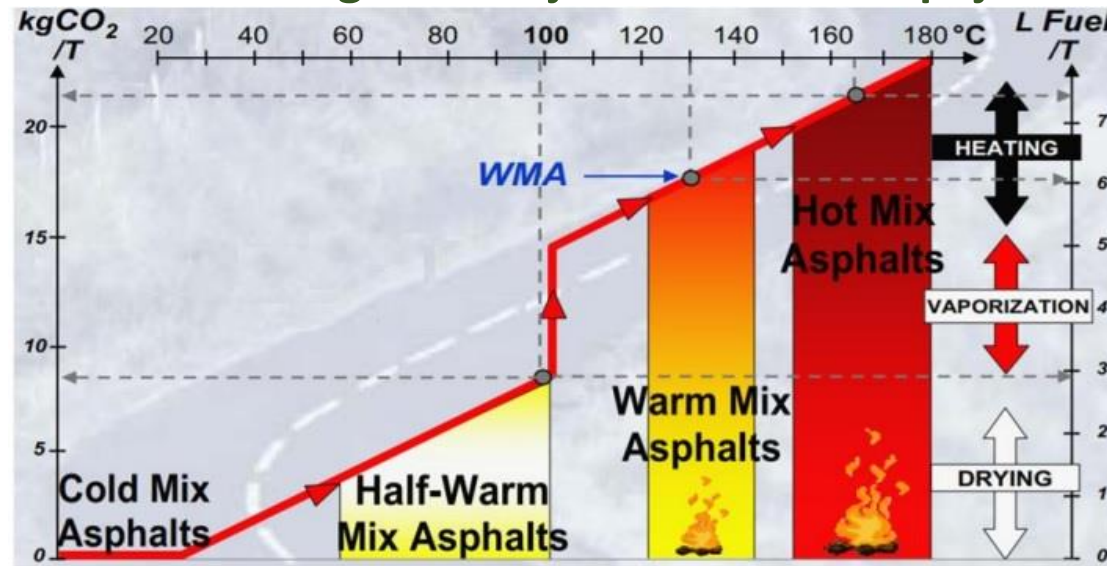
Zasada obiegu zamkniętego

Kruszywo (K) → Asphalt (A) → Mieszanka mineralno-asfaltowa (MMA) → Nawierzchnia
Destrukt asfaltowy ← Nawierzchnia ← MMA ← Asphalt ← Kruszywo ← Destrukt asfaltowy



- Wdrożenie zasad gospodarki energooszczędnej – mieszanki mineralno-asfaltowe o obniżonej emisji CO₂

Cele Zrównoważonego Rozwoju ONZ oraz Europejski Zielony Ład



Rys. 1. Zakresy temperatury wytwarzania rodzi mieszanek mineralno-asfaltowych*

*F. Olard, "Les Enrobes LEA - Low Energy Asphalt," Bitume, p. 22, 2007.



- Zapewnienie trwałości nawierzchni w długim okresie eksploatacji



Rys.2. Efekt oddziaływania wysokiej temperatury podczas wykonywania nawierzchni*

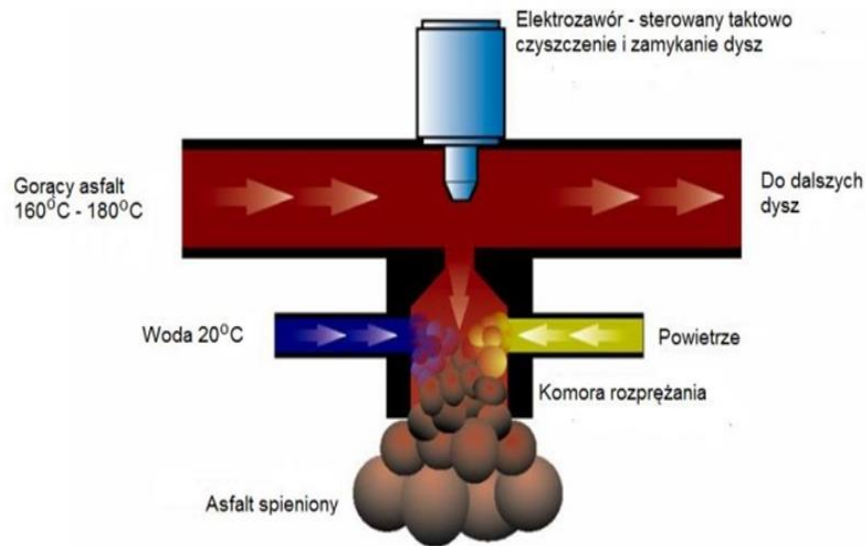


Rys. 3. Uszkodzenia nawierzchni w efekcie starzenia asfaltu

"Dothan company acquires two Florida hot-mix asphalt plants."

<https://www.al.com/business/2020/03/dothan-company-acquires-two-florida-hot-mix-asphalt-plants.html> (accessed Jan. 25, 2022).

Technologia asfaltu spienionego wodą



Rys.4. Schemat wytwarzania asfaltu spienionego*



Rys.5. Urządzenie laboratoryjne do wytwarzania asfaltu spienionego

Parametry asfaltu spienionego:
ER – maksymalna ekspansja
HL – czas połowicznego rozpadu piany asfaltowej ($t_{1/2}$)

*Wirtgen Cold Recycling Technology, 1st ed. Windhagen: Wirtgen GmbH, 2012.



Beton asfaltowy z destruktem asfaltowym w technologii asfaltu spienionego o obniżonej emisji CO₂

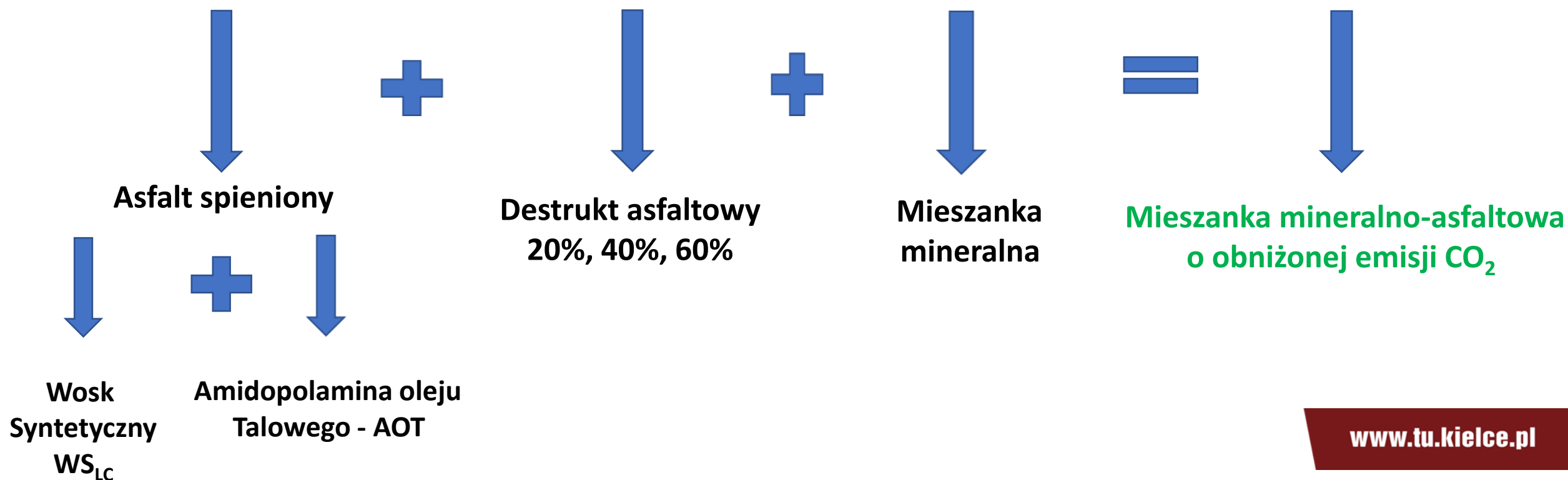
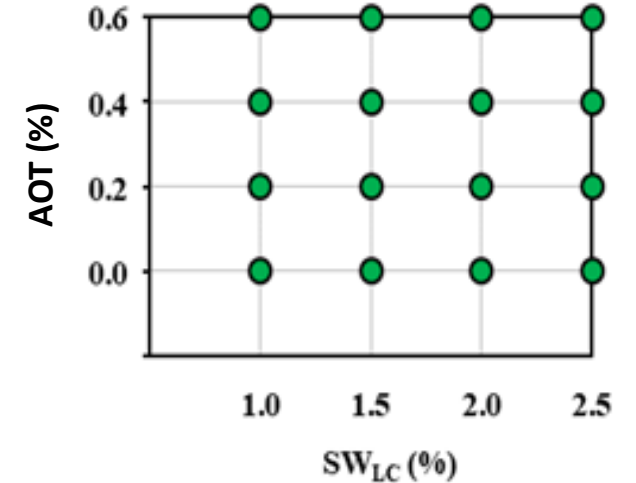




Tabela 1. Podstawowe właściwości wosku syntetycznego o obniżonym śladzie węglowym WS_{LC} *

Właściwość	Jednostka	Wartość
Kolor	-	biały, żółtawy
Temperatura zapłonu	°C	285
Temperatura krzepnięcia	°C	95
Gęstość w 25 °C	Mg/m ³	0,9
Masa cząsteczkowa	g/mol	ok. 1000



Rys. 6. Plan eksperymentu

Tabela 2. Podstawowe właściwości AOT **

Właściwość	Jednostka	Wartość
Wygląd	-	Płyn o barwie brązowej
Gęstość w 20°C	Mg/m ³	0.88-0.98
Lepkość dynamiczna w 20°C	m·Ps	3000
Temperatura krzepnięcia	°C	<0
Temperatura zapłonu	°C	>218



*Sasobit, Available online: https://sasobit.com/files/downloads/PDF_070722/Productflyer_SASOBIT_LC.pdf (accessed on 21 September 2023)

**Nouryon, AkzoNobel, Available online: <https://www.izbudujemy.pl/produkty/18048/Srodek-adhezyjny-do-asfaltow-drogowych-WETFIX-BE>, (ac. on 21 Sep. 2023).



Zakres badań asfaltu spienionego wodą z datkiem SW_{LC} i AOT:

- parametry podstawowe:
 - penetracja w 25°C, temperatura mięknięcia (°C), lepkość dynamiczna (Pa),
- parametry chemiczne (analiza FT IR):
 - indeks karbonylowy $I_{C=O}$, indeks sulfotlenkowy $I_{S=O}$, indeks aromatyczności $I_{C=C}$,
- charakterystyki niskotemperaturowe BBR (S_m , m_{value}),
- charakterystyki MSCR (J_{nr} , R) – 0.1kPa, 3.2kPa,
- starzenie RTFOT i PAV.

Optymalna zawartość SW_{LC} – 1.5 % i AOT - 0.4%

www.tu.kielce.pl

KONGRES NAWIERZCHNI 2025

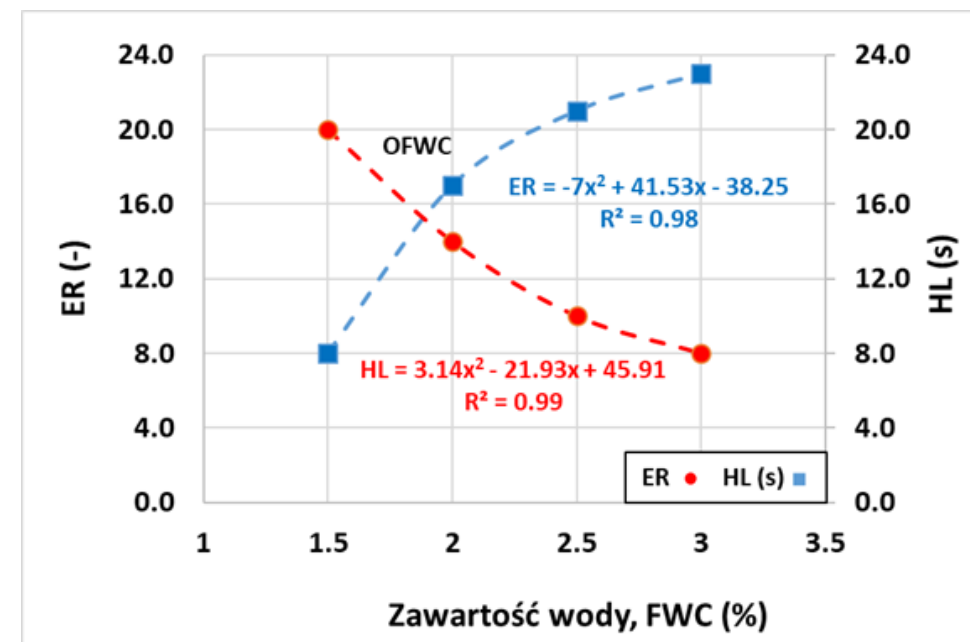
Kraków, 27-28 listopada

www.konferencjespecjalistyczne.pl

Właściwości asfaltu spienionego z optymalną ilością SW_{LC} i AOT

Tabela 3. Parametry asfaltu spienionego z optymalną ilością SW_{LC} i AOT*

Charakterystyka	Jednostka	Wartość	Wymagania
Maksymalna ekspansja ER	-	16,6	Wirtgen [39]
Czas połowicznego rozpadu HL	s	14,4	Wirtgen [39]
Penetracja w 25°C	0,1 mm	49,4	PN-EN 1426
Temperatura mięknięcia	°C	56,6	PN-EN 1427
Moduł sztywności S_m w temp.:	(MPa)		PN-EN 14771
- 10°C		105	
- 16°C		204	
- 22°C		421	
Szybkość pełzania m_{value}	(-)		
-10°C		0,327	
-16°C		0,290	
-22°C		0,276	

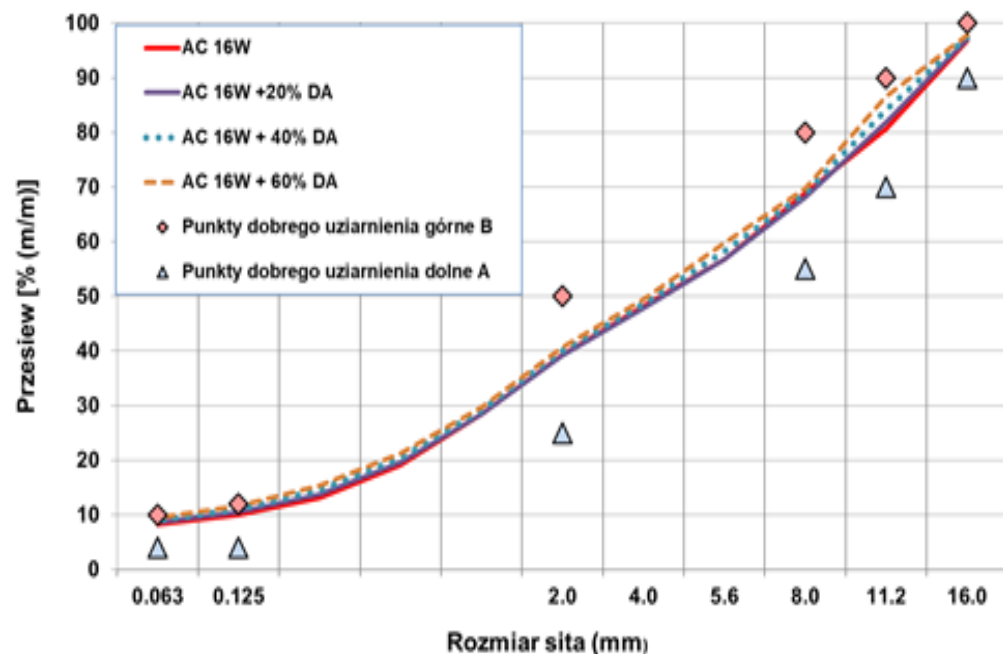


Rys. 7. Charakterystyka spieniania asfaltu 50/70 z optymalną ilością SW_{LC} i AOT

*M. M.Iwański, P. Ramiaczek, M. Durlej, K. Janus, K. Maciejewski, S. Malinowski, R.Horodecka, Efekt oddziaływania asfaltu spienionego na właściwości mieszanki mineralno-asfaltowej z destruktem asfaltowym. Drogi i Mosty. Nr 4, 2025



Projekt betonu asfaltowego AC 16W



Tabel 4. Właściwości mieszanki mineralno-asfaltowej AC 16W*

Właściwości	Jednostka	Kategoria	Wartość	Norma
Zawartość wolnej przestrzeni w MMA, V_m	% (v/v)	$V_{min4,0}$ $V_{max7,0}$	5,2	PN-EN 12697-8
Odporność na działanie wody, ITSR	%	ITSR ₈₀	92,8	PN-EN 12697-12 Zał. 1 do WT-2 cz.1.
Odporność na deformacje trwałe : - WTS _{AIR} - PRD _{AIR}	mm/10 ³ cykli (%)	WTS _{AIR 0,15} PRD _{AIR 7,0}	0,108 6,2	PN-EN 12697-22

Rys. 8. Projekt mieszanki mineralno-asfaltowej AC 16W bez i z destruktem asfaltowym w ilości 20%, 40% i 60% *

*M. M.Iwański, P. Ramiaczek, M. Durlej, K. Janus, K. Maciejewski, S. Malinowski, R.Horodecka, Efekt oddziaływania asfaltu spienionego na właściwości mieszanki mineralno-asfaltowej z destruktem asfaltowym. Drogi i Mosty. Nr 4, 2025



Plan eksperymentu

- Badanie wpływu odmładzającego modyfikowanego asfaltu spienionego na właściwości asfaltu odzyskanego z destruktu asfaltowego:
 - penetrację w 25°C wg PN-EN 1426,
 - temperaturę mięknięcia wg PN-EN 1427,
 - lepkość w temperaturze 60°C, 90°C i 135°C wg PN-EN 13302,
- Badanie mieszanki mineralno-asfaltowej z destruktem asfaltowym w zakresie oznaczenia następujących właściwości:
 - zawartości wolnych przestrzeni w mma V_a (%) wg PN-EN12697-8 ,
 - wrażliwości na oddziaływanie wody ITSR (%) wg PN-EN 12697-12, zał. 1 do WT-2 cz,1,
 - odporności na deformacje trwałe wg PN-EN 12697:26 :
 - WTS_{AIR} (mm/10³ cykli),
 - PRD_{AIR} (%).
 - wytrzymałość na pośrednie rozciąganie ITS wg PN-EN 12697-23, w temperaturze -10°C, 0°C, +10°C i +20°C.

*M. M.Iwański, P. Ramiaczek, M. Durlej, K. Janus, K. Maciejewski, S. Malinowski, R.Horodecka, Efekt oddziaływania asfaltu spienionego na właściwości mieszanki mineralno-asfaltowej z destruktem asfaltowym. Drogi i Mosty. Nr 4, 2025

www.tu.kielce.pl

KONGRES NAWIERZCHNI 2025

Kraków, 27-28 listopada

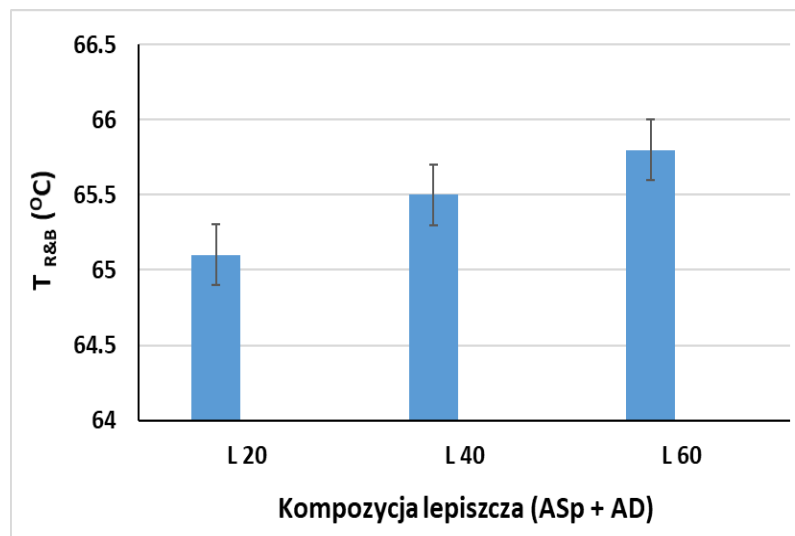
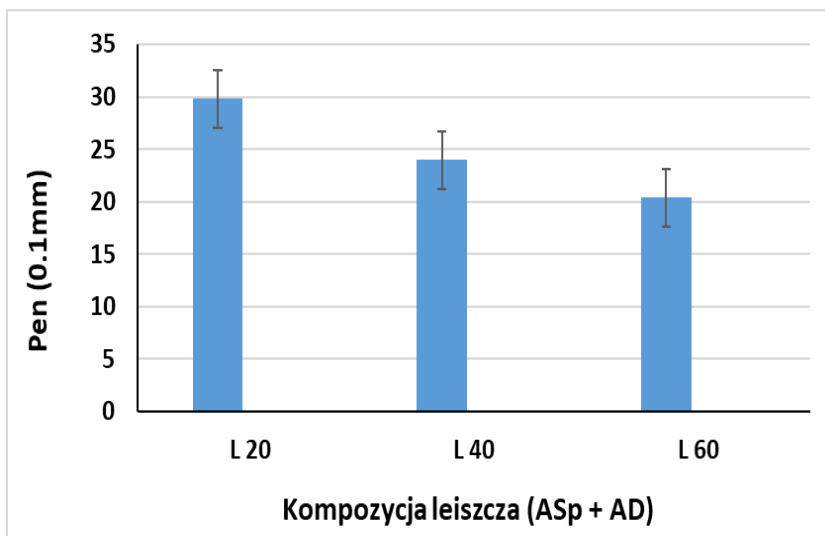
www.konferencjespecjalistyczne.pl



Badanie właściwości odmładzających modyfikowanego asfaltu spienionego

Skład lepiszcza w mieszankach mineralno-asfaltowych z DA:

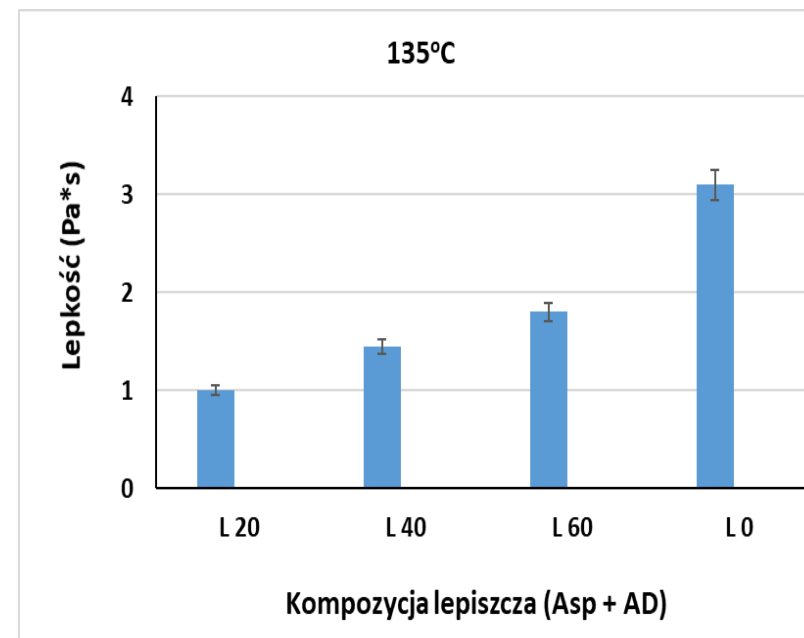
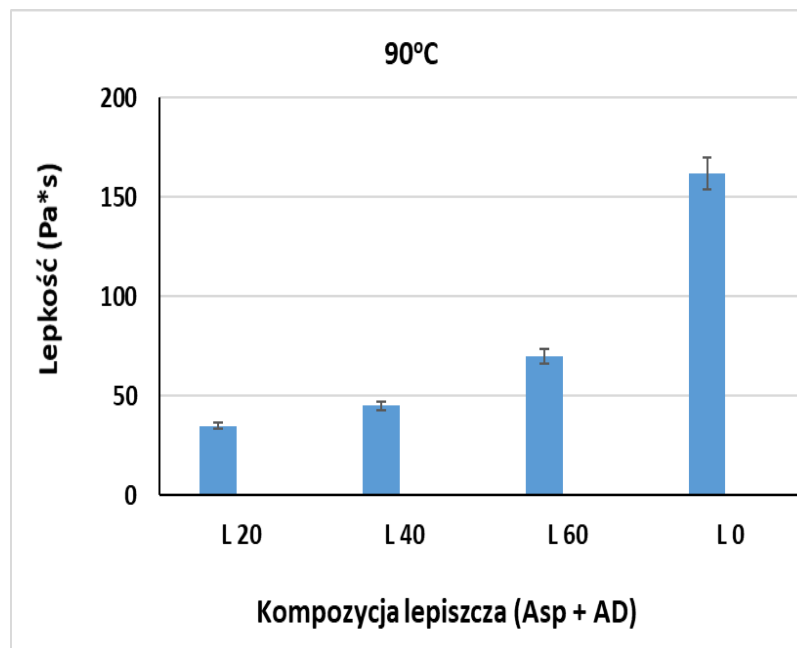
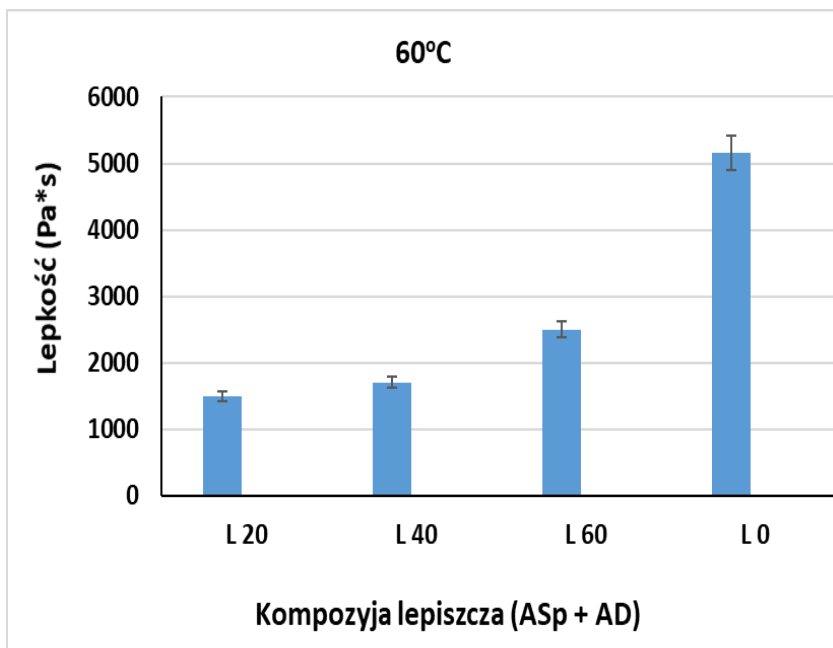
- MMA z 20% destruktu asfaltowego: 3,6% asfalt spieniony + 0,9% asfalt odzyskany (L 20),
- MMA z 40% destruktu asfaltowego: 2,6% asfalt spieniony + 1,9% asfalt odzyskany (L 40),
- MMA z 60% destruktu asfaltowego: 1,7% asfalt spieniony + 2,8% asfalt odzyskany (L 60).



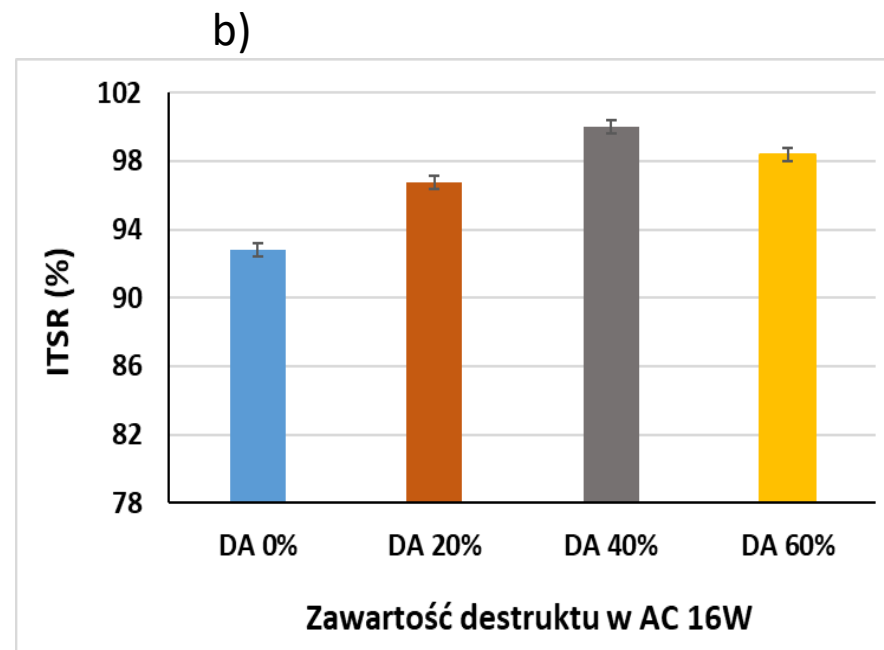
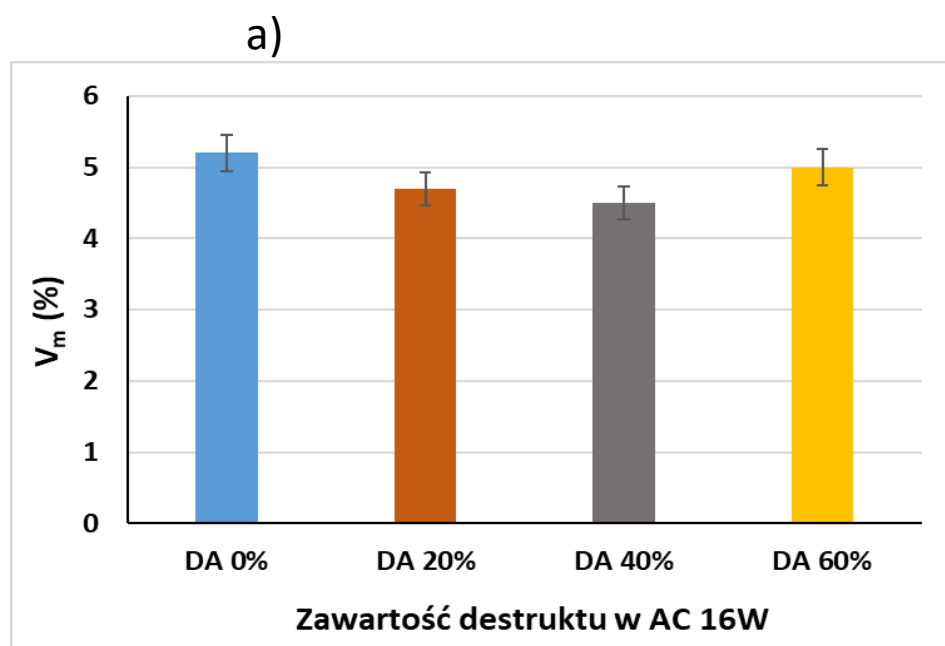
Właściwości asfaltu odzyskanego:

- Pen (0.1 mm): 15,7
- T_{PIK} (°C): 68.8 °C

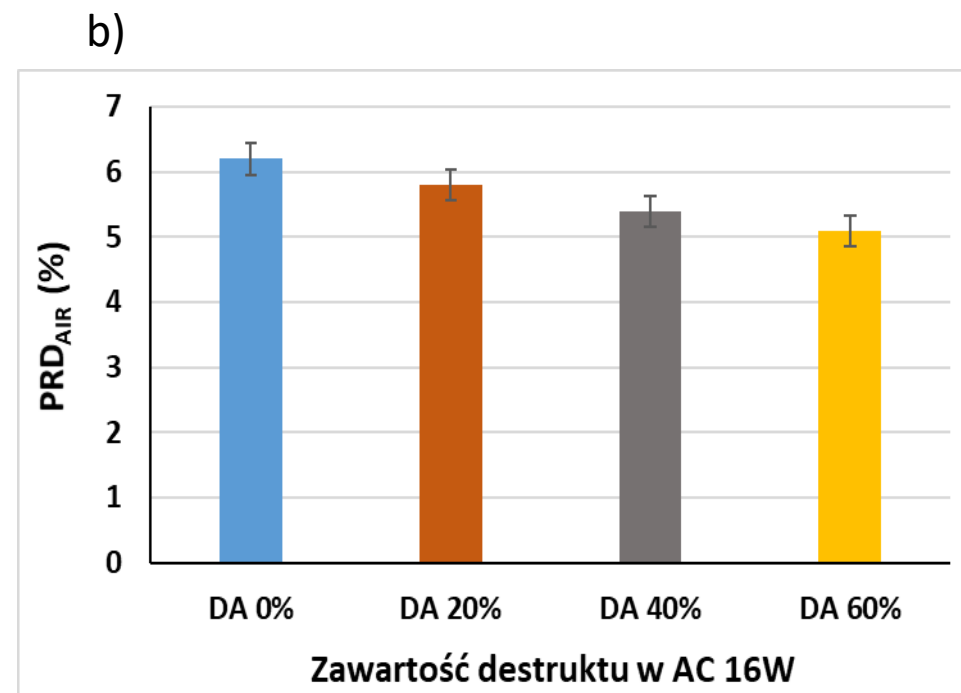
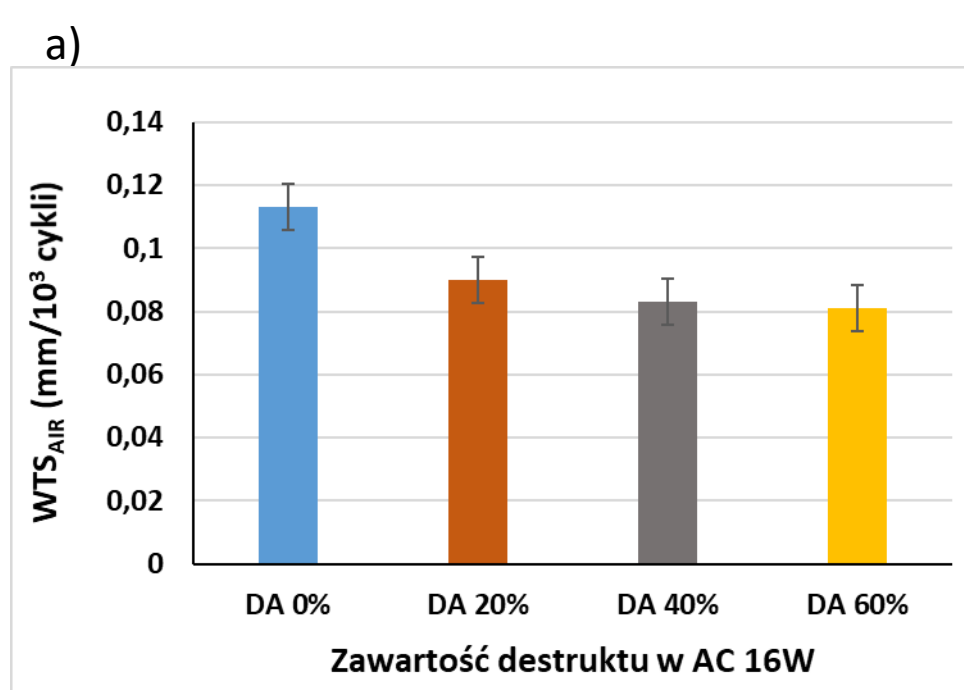
Rys. 9. Wpływ asfaltu spienionego na penetrację i temperaturę mięknięcia lepiszcza z asfaltem odzyskanym z destruktu asfaltowego; a) penetracja w 25°C, b) temperatura mięknięcia*



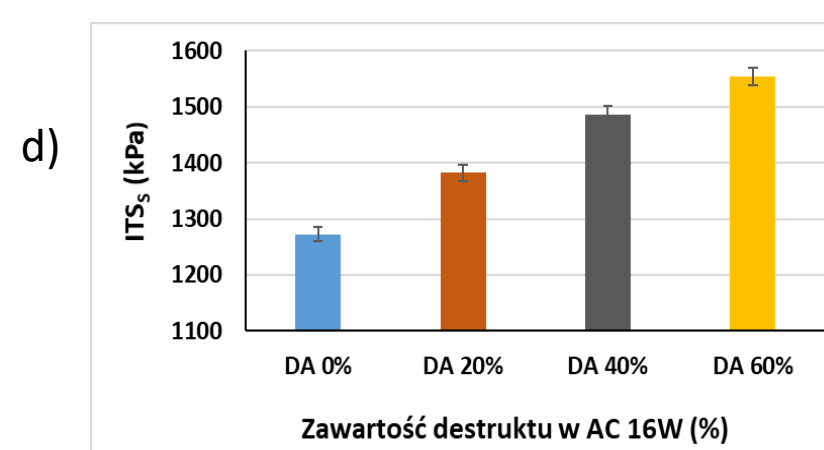
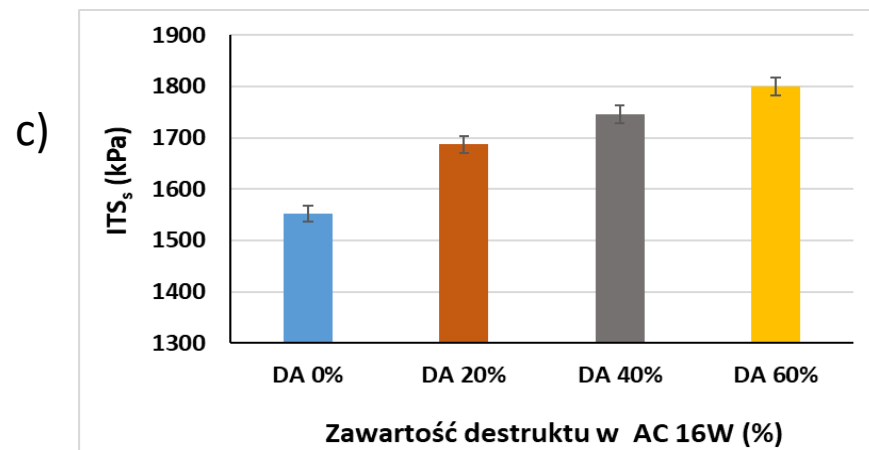
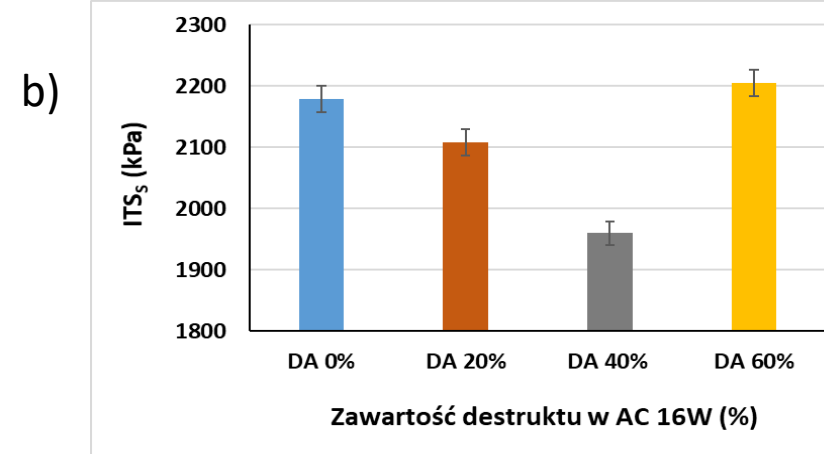
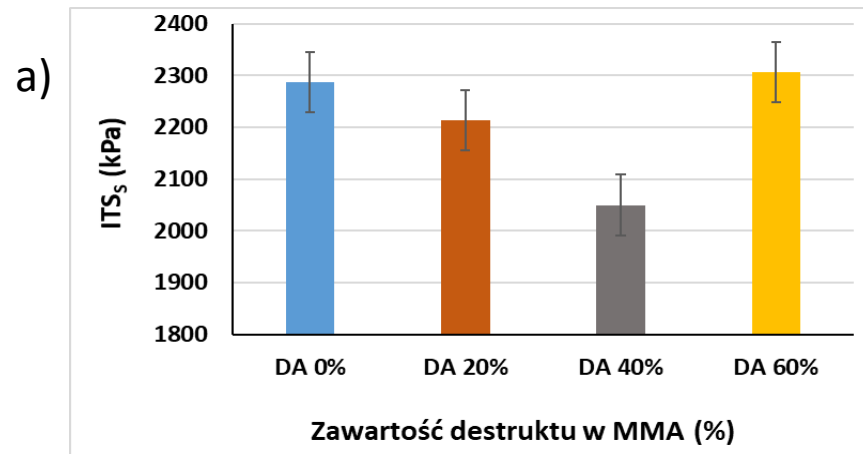
Rys. 10. Lepkość dynamiczna kompozycji lepiszcza



Rys. 11. Wpływ ilości destruktu na zawartość wolnych przestrzeni V_m (a) i odporność na oddziaływanie wody ITSR (b)



Rys. 12. Wpływ ilości destruktu na WTS_{AIR} (a) i PRD_{AIR} (b) betonu asfaltowego AC 16W



Rys. 13. Wpływ ilości destruktu na ITS_s AC 16W w temperaturze: a) -10°C, b) 0°C, +10°C, d) +20°C



Kielce University of Technology

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING AND ARCHITECTURE

WYKONANIE ODCINKA DOŚWIADCZALNEGO



Rys. 14. Wbudowanie AC 16W
z 40% DA w warstwę konstrukcyjną



Rys. 15. Pomiar temperatury zagęszczania
100°C



Rys. 16. Pobieranie MMA do badań

www.tu.kielce.pl

KONGRES NAWIERZCHNI 2025

Kraków, 27-28 listopada

www.konferencjespecjalistyczne.pl



WNIOSKI

Na podstawie wykonanych badań wpływu asfaltu spienionego z dodatkiem 1,5% wosku syntetycznego i 0,4% amidopolaminy oleju talowego na właściwości mieszanki mineralno-asfaltowej AC 16W z destruktem asfaltowym można sformułować następujące wnioski:

- innowacyjny asfalt spieniony wpływa odmładzająco na właściwości asfaltu odzyskanego z destruktu asfaltowego. Najkorzystniejsza kompozycja lepiszcza zawiera 60% innowacyjnego asfaltu spienionego i 40% asfaltu odzyskanego,
- innowacyjny asfalt spieniony w połączeniu z asfaltem odzyskanym z destruktu asfaltowego zapewnia uzyskanie korzystniejszych podstawnych właściwości fizyko mechanicznych mieszanki mineralno-asfaltowej w porównaniu do tradycyjnej mieszanki mineralno-asfaltowej,
- zastosowanie innowacyjnego asfaltu spienionego zapewnia uzyskanie wymaganych parametrów mieszanki mineralno-asfaltowej z 40% destruktu asfaltowego w obniżonej temperaturze zagęszczania wynoszącej 100°C oraz zapewnia istotną redukcję CO₂ w procesie jej produkcji.



Kielce University of Technology

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING AND ARCHITECTURE

Dr inż. Mateusz M. IWAŃSKI

Kierownik

Laboratorium Energooszczędnych Technologii Materiałów i Inżynierii Materiałowej

CENWIS

Centrum Naukowo–Wdrożeniowe Inteligentnych Specjalizacji Regionu Świętokrzyskiego

Wydział Budownictwa i Architektury

Politechnika Świętokrzyska

Al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7

25-314 Kielce,

E-mail: matiwanski@tu.kielce.pl, tel. kom.: +48 505 797 847

ZAPRASZAM DO WSPÓŁPRACY

www.tu.kielce.pl

KONGRES NAWIERZCHNI 2025

Kraków, 27-28 listopada

www.konferencjespecjalistyczne.pl



Kielce University of Technology

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING AND ARCHITECTURE

Podziękowanie

Autorzy składają podziękowania Narodowemu Centrum Badań i Rozwoju za sfinansowanie badań w ramach grantu LIDER XIII projekt Nr 0068/L-13/2022.

DZIĘKUJĘ ZA UWAGĘ

www.tu.kielce.pl

KONGRES NAWIERZCHNI 2025

Kraków, 27-28 listopada

www.konferencjespecjalistyczne.pl