

KONFERENCJA - Nowoczesne nawierzchnie drogowe

Recykling w konstrukcjach nawierzchni drogowych

CONFERENCE - Modern Road Pavements

Recycling in road pavement structures



mrp23.ibdim.edu.pl

Warsaw, 18 October 2023

MRP'23

Wpływ składu uziarnienia na sztywność mieszanek mineralno-cementowo-emulsyjnych (MMCE) z dodatkiem miazgi gumowego

*Dr inż. Jerzy Kukiętka, mgr inż. Konrad Gałan
Politechnika Lubelska*

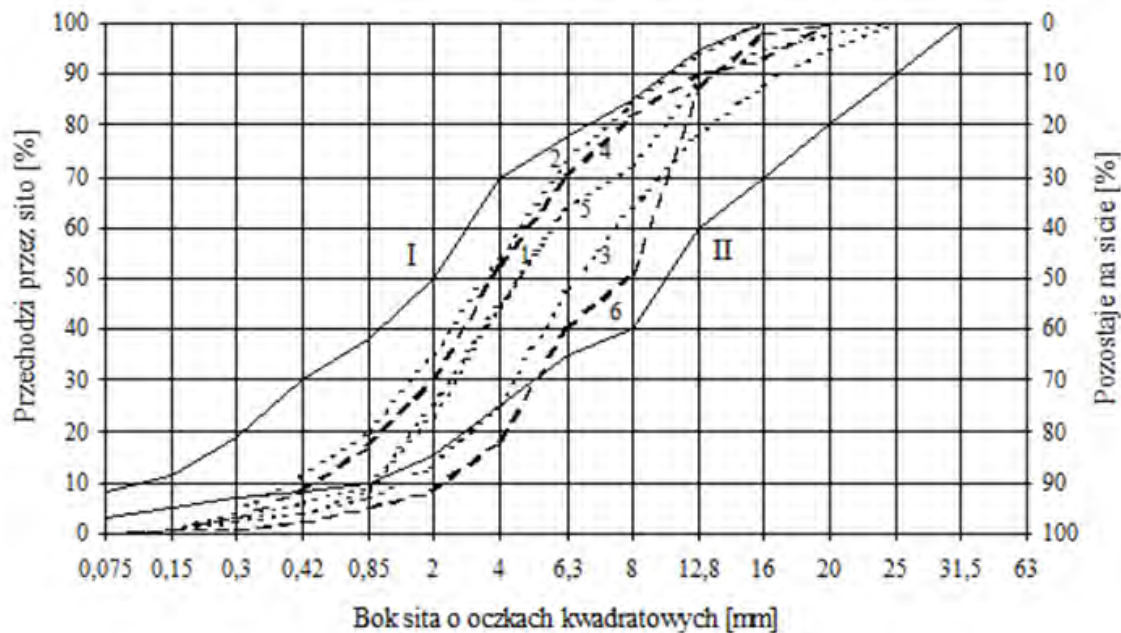


Plan prezentacji

1. Wymagania techniczne do mieszanek mineralno-cementowo-emulsyjnych MMCE
2. Patent MMCE z miałem gumowym 0/1 mm (MMCEG)
3. Wdrożenie technologii MMCEG na odcinkach doświadczalnych
4. Składy uziarnienia MMCEG grubo- i średnioziarniste.
5. Badania modułu sztywności metodą 4PB-PR wykonane zgodnie z normą PN-EN 12697-24:2003
6. Wnioski końcowe.

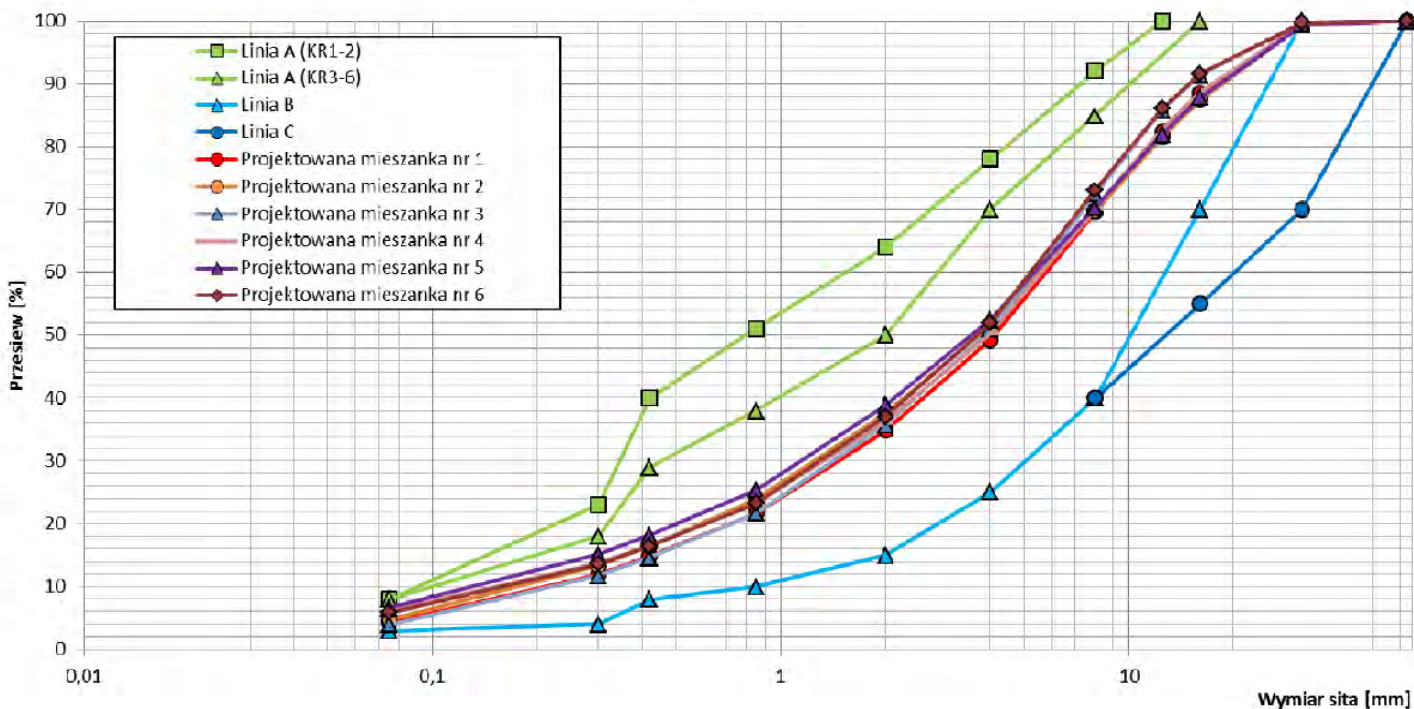
Wymagania techniczne do MMCE

Powtórne wykorzystanie materiałów odzyskanych z warstw asfaltowych nawierzchni drogowych jest przedmiotem wielu badań i doświadczeń, zagranicznych i krajowych. Potrzeba wzmocnień i naprawy skoleinowanych nawierzchni asfaltowych w Polsce pod koniec XX w. była powodem opracowania pierwszych warunków technicznych wykonania podbudów z mieszanek mineralno-cementowo-emulsyjnych Zeszyt 61 IBDiM z 1999 r. [1].

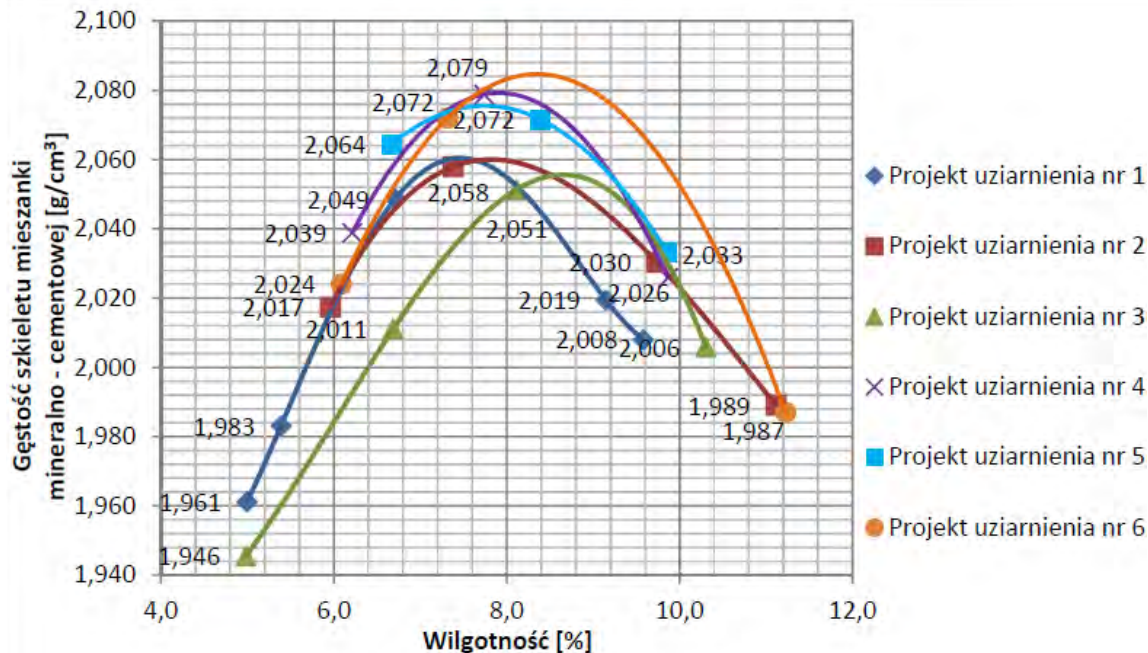


Rys. 1. Uziarnienie destruktu z ulic Lublina: 1, 2, 3, 4, 5, 6. I-II – krzywe graniczne uziarnienia destruktu do MMCE do podbudów dróg o kategorii ruchu KR3÷KR6.

Ocenę zrealizowanych inwestycji na podstawie specyfikacji technicznych do podbudów z MMCE wykonano w 2006 r. na zlecenie GDDKiA [2]. Raporty z prac badawczych na zlecenie GDDKiA wykonane w 2011 r. i 2012 r. w Politechnice Gdańskiej [3, 4] stanowiły podstawę do rekomendacji nowych wymagań do MMCE zawartych w instrukcji GDDKiA z 2014 r. [5] W pracach przeprowadzono analizę doświadczeń: polskich, niemieckich, japońskich, norweskich, amerykańskich, brytyjskich oraz zaleceń PIARC i PARAMIX. Zmieniono dotychczasowe wymagania dotyczące uziarnienia i badań MMCE.



Rys.2. Uziarnienie mieszanek mineralno-cementowych [4]



Rys. 3. Wyznaczenie wilgotności optymalnej projektowanych mieszanek mineralno-cementowych [4]

- [1] Zawadzki J., Matras J., Mechowski T., Sybilski D.: Warunki techniczne wykonania warstw podbudowy z mieszanki mineralno-cementowo-emulsyjnej (MMCE) IBDiM, Zeszyt 61, Warszawa 1999.
- [2] Judycki J., Dołycki B., Hutnik K., Stienss M.: Weryfikacja zasad projektowania mieszanek mineralno-cementowo-emulsyjnych. Zlecenie GDDKiA 2005. Praca naukowo-badawcza Politechniki Gdańskiej, 2006 r.
- [3] Judycki J., Dołycki B., Wiśniewska Z.: Opracowanie procedury doprojektowania mieszanek mineralno-cementowo-emulsyjnych (MMCE). Zlecenie GDDKiA 2011. Raport I. Praca naukowo-badawcza Politechniki Gdańskiej, 2011 r.
- [4] Judycki J., Dołycki B., Szydłowski C., Ossowski B.: Opracowanie procedury doprojektowania mieszanek mineralno-cementowo-emulsyjnych (MMCE). Zlecenie GDDKiA 2011. Raport II. Praca naukowo-badawcza Politechniki Gdańskiej, 2012 r.
- [5] Dołycki B.: Instrukcja projektowania i wbudowywania mieszanek mineralno-cementowo-emulsyjnych. Politechnika Gdańska. Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad, Warszawa, 2014 r. (aktualizacja w 2019 r.)

Tabl. 1. Składy MMCEG spełniające wymagania instrukcji przy 2% zawartości EmA.

Cecha	Wymagane wartości wg Instrukcji		Składy MMCEG spełniające wymagania	
	Ruch KR1-KR2	Ruch KR3-KR4	Ruch KR1-KR2	Ruch KR3-KR4
Zawartość wolnych przestrzeni	od 8 do 18 maksymalnie 14 ¹⁾	od 8 do 15 maksymalnie 12 ¹⁾	-	-
Wytrzymałość na pośrednie rozciąganie ITS ⁷ T=+5 °C, po 7 dniach, [MPa]	od 0,40 do 0,80	od 0,50 do 1,00	C=4% + MG≤3% ; C=6% + MG=2÷3%	C=4% + MG≤1%; C=6% + MG=2÷3%
Wytrzymałość na pośrednie rozciąganie ITS ²⁸ T=+5 °C, po 28 dniach, [MPa]	od 0,60 do 1,40	od 0,70 do 1,60	C=4% + MG≤2%; C=6% + MG=3÷5%	C=4% + MG≤2%; C=6% + MG=2÷5%
Moduł sztywności IT-CY ²⁸ T=+5 °C, po 28 dniach, [MPa]	od 1500 do 5000	od 2000 do 7000	C=4% + MG=2÷5%; C=6% + MG=4÷5%	C=4% + MG=2÷5%; C=6% + MG=4÷5%
Pozostała wytrzymałość na pośrednie rozciąganie po przechowywaniu próbek w wodzie ITS ²⁸ , T = + 5 °C, po 28 dniach, [%]	nie mniej niż 70	nie mniej niż 80	C=4% + MG=2÷4%; C=6% + MG=2÷4%	C=4% + MG≤1% C=6% + MG=2÷4%

1) - Materiały rozbiórkowe zawierające smołę. C – cement, MG – miął gumowy

Patent P 410 929 „Mieszanka do podbudów nawierzchni drogowych” z 2016 r.

Technologia MMCE modyfikowanych miatem gumowym, została wdrożona na podstawie umowy licencyjnej Politechniki Lubelskiej z przedsiębiorstwem CEBEL w Lublinie w 2017 r. Przedsiębiorstwo uzyskało finansowanie, w ramach Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Lubelskiego, na zakup licencji a także sprzętu do wykonywania mieszanek do recyklingu „na zimno” oraz wykonanie odcinka doświadczalnego. Wybudowano odcinek próbny o podbudowie z MMCE modyfikowanej miatem gumowym 0/1,0 mm w 2018 r. a następnie kilka odcinków dróg gminnych.



RZECZPOSPOLITA
POLSKA

(12) OPIS PATENTOWY (19) PL (11) 229275
(13) B1

(51) Int. Cl.
E01C 21/00 (2006.01)
E01C 3/04 (2006.01)
E01C 7/26 (2006.01)
E02D 3/12 (2006.01)
C04B 18/18 (2006.01)

(21) Numer zgłoszenia 410929

(22) Data zgłoszenia 13.01.2015

Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(54) Mieszanka do podbudów nawierzchni asfaltowych	
(43) Zgłoszenie ogłoszono: 18.07.2016 BUP 15/16	(73) Uprawniony z patentu: POLITECHNIKA LUBELSKA, Lublin, PL
(45) O udzieleniu patentu ogłoszono: 29.06.2018 WUP 06/18	(72) Twórcy(y) wynalazku: JERZY KUKIELKA, Lublin, PL
	(74) Pełnomocnik: rzecz. pat. Maciej Nowicki

PL 229275 B1

Opinia o innowacyjności

Opinia została wystawiona przez (nazwa Instytucji oraz NIP):	
Nazwa Instytucji	Politechnika Warszawska Instytut Drog i Mostów, 60-637 Warszawa, Al. Armii Ludowej 16
NIP	525-000-56-34
Instytucja jest:	
<p>- jednostką naukową w rozumieniu art. 2, pkt 9 z wyłączeniem lit.f ustawy z dnia 30 kwietnia 2010 r. o zasadach finansowania nauki (tekst jednolity: Dz. U. z 2014 r. poz. 1620z późn. zmianami) z uwzględnieniem przepisów Ustawy z dnia 30 kwietnia 2010 r. Przepisy wprowadzające ustawy reformujące system nauki (Dz.U. Nr 96, poz. 620 z późn. zm.); tj. jednostka naukowa - prowadząca w sposób ciągły badania naukowe lub prace rozwojowe, taką jak:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) podstawowe jednostki organizacyjne uczelni w rozumieniu statutów tych uczelni*, b) placówki naukowe Polskiej Akademii Nauk*, c) instytuty badawcze*, d) międzynarodowe instytuty naukowe utworzone na podstawie odrębnych przepisów*, e) Polska Akademia Umiejętności*, <p>lub</p> <p>- centrum badawczo-rozwojowym w rozumieniu ustawy z dnia 30 maja 2008 r. o niektórych formach wspierania działalności innowacyjnej (tekst jednolity Dz. U. z 2014 r. poz. 225c późn. zmianami) z uwzględnieniem przepisów Ustawy z dnia 30 kwietnia 2010 r. Przepisy wprowadzające ustawy reformujące system nauki (Dz.U. Nr 96, poz. 620 z późn. zm.);*</p>	
*właściwe podkreślić	
Opinia została sporządzona na wniosek:	
Nazwa przedsiębiorcy - wnioskodawcy aplikującego o wsparcie:	Centrum Badań Laboratoryjnych "CEBEL" sp. z o.o.
Adres siedziby	20-260 Lublin, ul. Antoniny Grygowej 23
Nazwa technologii (produktu/usługi/procesu), która zostanie wprowadzona na rynek w wyniku realizacji projektu	Mieszanka do podbudów nawierzchni drogowych

Wdrożenie MMCEG



Fot. 1. Mieszarka do recyklingu „na zimno” PRD Lubartów



Fot. 2. Mieszarka do recyklingu „na zimno” PRD Lubartów 2018 r.



Fot. 3. Odcinek drogi w Brzeźnicy Książęcej 2018 r.



Fot. 4. Odcinek drogi w Brzeźnicy Książęcej 2018 r.



Fot. 5. Stan nawierzchni na odcinku drogi w Brzeźnicy Książęcej w 2023 r.



Fot. 6. Odcinek drogi w Blizocinie 2019 r.



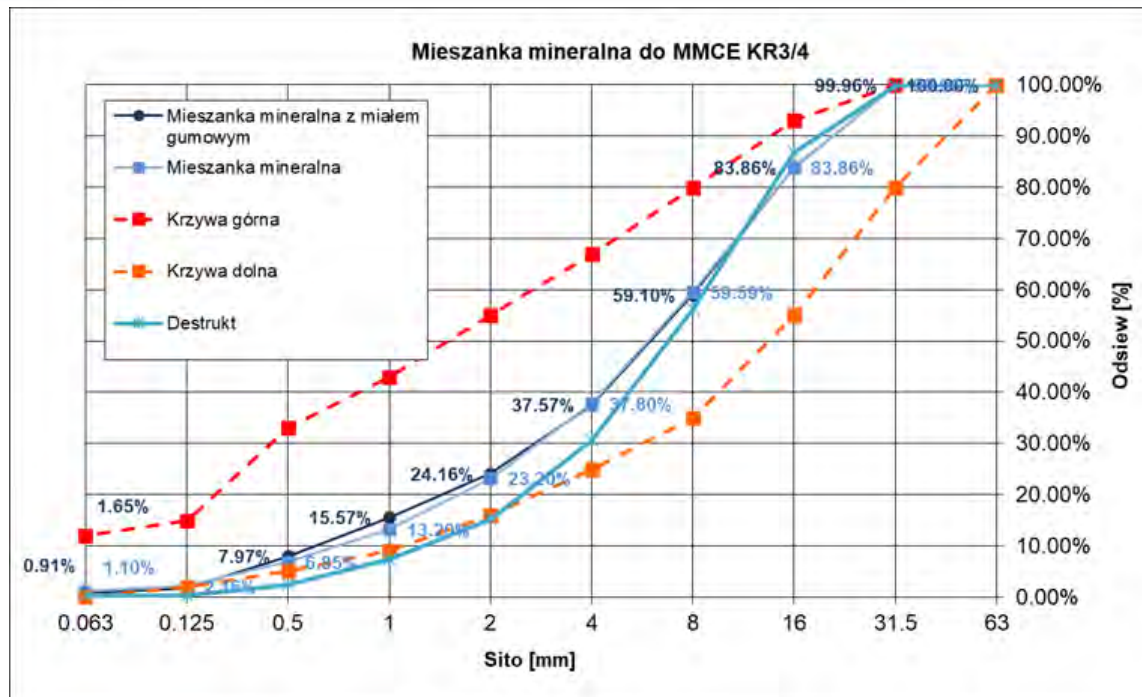
Fot. 7. Stan nawierzchni na odcinku drogi w Blizocinie w 2023 r.

Składy uziarnienia MMCEG

Tablica 1. Materiały do mieszanki mineralnej z kruszywa dolomitowego i skład MMCE z miądem gumowym (MMCEG1) przy dolnej granicy uziarnienia.

Sito # mm	Odsiew materiałów składowych mieszanki [%]					
	0/4 mm	2/8 mm	8/16 mm	16/31,5 mm	Destrukt z 5,8 % asfaltu	Miał gumowy 0/1 mm
63	-	-	-	-	-	-
31.5	-	-	-	-	-	-
16	-	-	6	88	13	-
8	3	4	88	10	31	-
4	1	61	6	2	26	-
2	13	30	-	-	15	-
1	27	3	-	-	8	15
0.5	23	1	-	-	5	47
0.125	25	1	-	-	2	37
0.063	4	-	-	-	-	0
0	4	-	-	-	-	1
Dozowanie materiałów	15	15	10	11	45	4

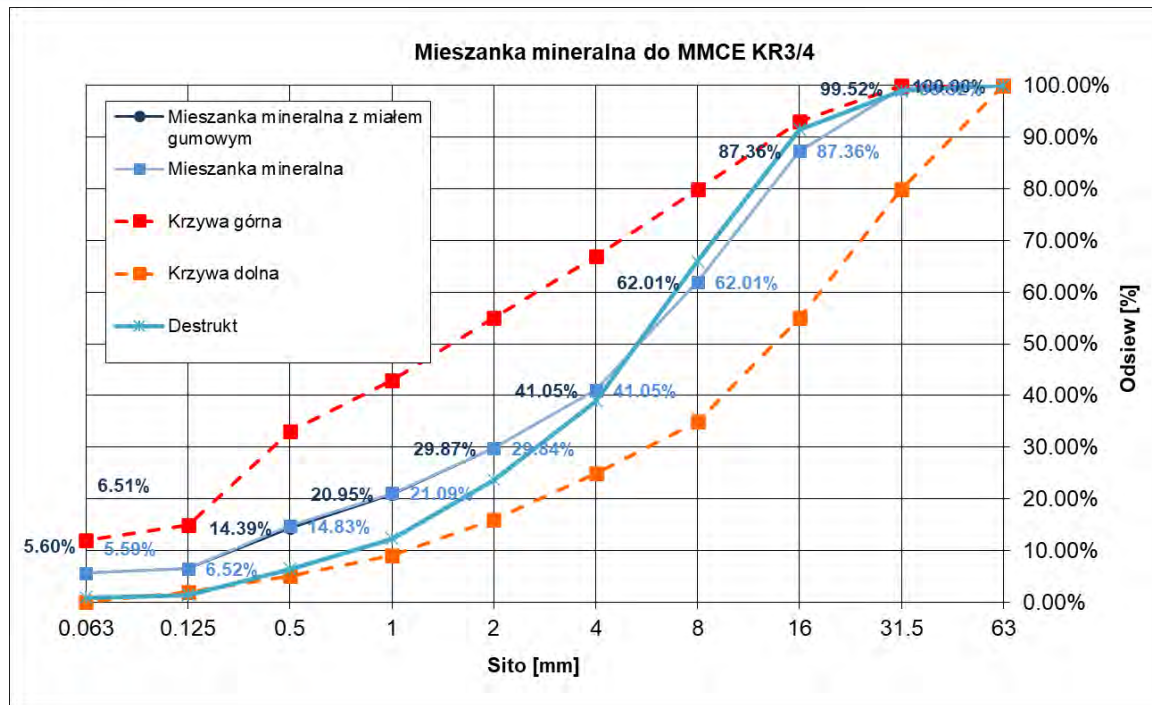
Wpływ składu uziarnienia na sztywność MMCEG



Rys. 4. MMCEG1 gruboziarnista z miałem gumowym 0/1 mm przy dolnej granicy uziarnienia frakcji < 4 mm do ruchu KR3÷4.

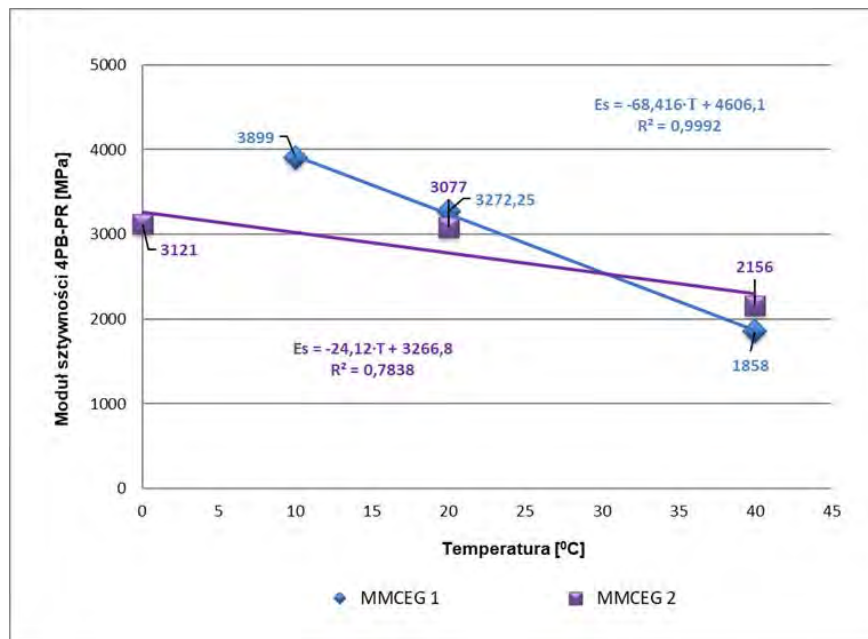
Tablica 2. Materiały do mieszanki mineralnej z kruszywa dolomitowego i skład MMCE z miądem gumowym (MMCEG2) w środkowym położeniu pomiędzy krzywymi granicznymi uziarnienia.

Sito # mm	Odsiew materiałów składowych mieszanki [%]		
	0/31,5 mm	Destrukt z 10 % asfaltu	Miał gumowy 0/1 mm
31.5	-	1	-
16	17	8	-
8	26	26	-
4	16	27	-
2	8	15	-
1	6	11	15
0.5	6	6	47
0.125	9	5	37
0.063	1	0	-
0	10	1	1
Dozowanie materiałów	47	51	2



Rys. 5. MMCEG2 średnioziarnista z miałem gumowym 0/1 mm w środkowym położeniu pomiędzy krzywymi granicznymi do ruchu KR3÷4.

Badania modułu sztywności metodą 4PB-PR wykonane zgodnie z normą PN-EN 12697-24:2003



Rys. 6. Zależność modułów sztywności próbek z przy dolnej granicy uziarnienia MMCEG1 i w środkowym położeniu pomiędzy krzywymi granicznymi uziarnienia MMCEG2.

Wnioski końcowe

1. Zaprojektowane składy MMCEG spełniają wymagania modułów sztywności wg instrukcji do ruchu KR3-KR4.
2. Na podstawie przeprowadzonych badań można zaobserwować, że mieszanki gruboziarniste uzyskały większe wartości modułów sztywności od mieszanek średnioziarnistych w temperaturze $<10^{\circ}\text{C}$, natomiast w wyższych temperaturach występują różnice nie przekraczające 15% mniejszego wyniku.
3. Porównując nachylenie wykresów modułów sztywności można stwierdzić, że mieszanka gruboziarnista jest bardziej wrażliwa na zmiany temperatury od mieszanki średnioziarnistej.



Wpływ składu uziarnienia na sztywność MMCEG



Warsaw, 18 October 2023

DZIĘKUJĘ ZA UWAGĘ

dr inż. Jerzy Kukietka
mgr inż. Konrad Gałań
Katedra Dróg i Mostów
Wydział Budownictwa i Architektury
Politechnika Lubelska

MRP'23

THANK YOU FOR YOUR ATTENTION