

POLITECHNIKA GDAŃSKA
UCZELNIA BADAWCZA

**Ocena parametrów
mieszanek mineralno-
cementowo-
emulsyjnych po
10 latach eksploatacji
odcinków badawczych**

Dr inż. Bohdan Dołycki
Dr inż. Cezary Szydłowski
Dr inż. Mariusz Jaczewski

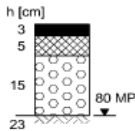
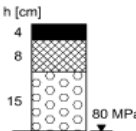
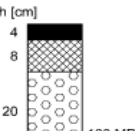
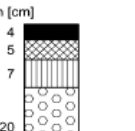


Mieszanki MCE - wprowadzenie:

- **Technologia recyklingu głębokiego na zimno jest dość popularna w niektórych regionach Polski.**
- **Technologia ta jest dedykowana do dróg o mniejszym obciążeniu ruchem.**
- **Zasadniczo wiemy jak projektować i wbudowywać mieszanki MCE.**
- **Problemem nadal pozostaje jak projektować konstrukcje z mieszankami MCE.**

Projektowanie nawierzchni z mieszankami MCE (1):

Nowe nawierzchnie – Katalog TKNPiP (dziś WR-D-61)

Kategoria ruchu	KR1	KR2	KR3	KR4	KR5	KR6	KR7
Ruch projektowy (mln osi 100 kN)	0,03 - 0,09	0,09 - 0,5	0,5 - 2,5	2,5 - 7,4	7,4 - 22,0	22,0 - 52,0	> 52,0
TYP E					Nie stosuje się	Nie stosuje się	Nie stosuje się
LEGENDA:  warstwa ścieralna z mieszanki mineralno-asfaltowej;  warstwa wiążąca z betonu asfaltowego;  warstwa podbudowy zasadniczej z betonu asfaltowego;  warstwa podbudowy zasadniczej z mieszanki wykonanej w technologii recyklingu na zimno;  wymagany wtórny moduł odkształcenia E_2							

- Remonty i przebudowy – projektowanie indywidualne
 - Metody mechanistyczne,
 - Metody empiryczne.



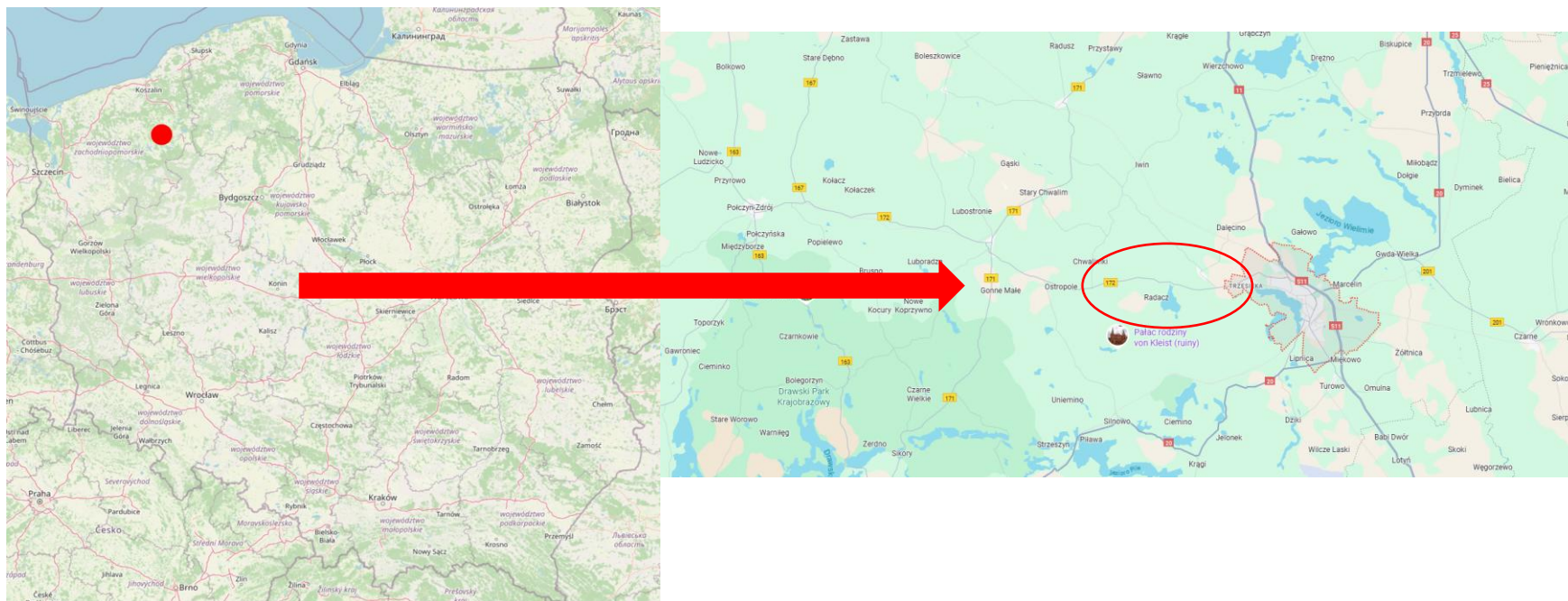
Projektowanie nawierzchni z mieszankami MCE (2):

- Jeszcze mało wiemy jak zmieniają się parametry mieszanek MCE w czasie eksploatacji nawierzchni.
- Problem → jak przyjmować parametry do projektowania konstrukcji nawierzchni.
- W KTKNPiP podano:
 $E = 1500 \text{ MPa}$
- Jak jest w drodze - trudno określić.

Niniejsza praca jest próbą odpowiedzi na pytanie jakie parametry ma warstwa z mieszanki MCE po 10 latach eksploatacji nawierzchni.

Odcinek doświadczalny (1):

- **Droga wojewódzka nr 172, odcinek łączący Połczyn Zdrój ze Szczecinkiem**



Współpraca:

- **Zachodniopomorskiego Zarządu Dróg Wojewódzkich**
- **Wykonawcy robót: firmy COLAS oraz SAT.**



Odcinek doświadczalny (2):

Istniejąca nawierzchnia:

- **Około 10 cm starych zdegradowanych warstw bitumicznych (asfalt + smoła)**
- **Około 15 - 20 cm podbudowy z kruszywa łamanego, lokalnie wymieszanego z tłucznem i zaglinionego.**

Przewidziane działanie:

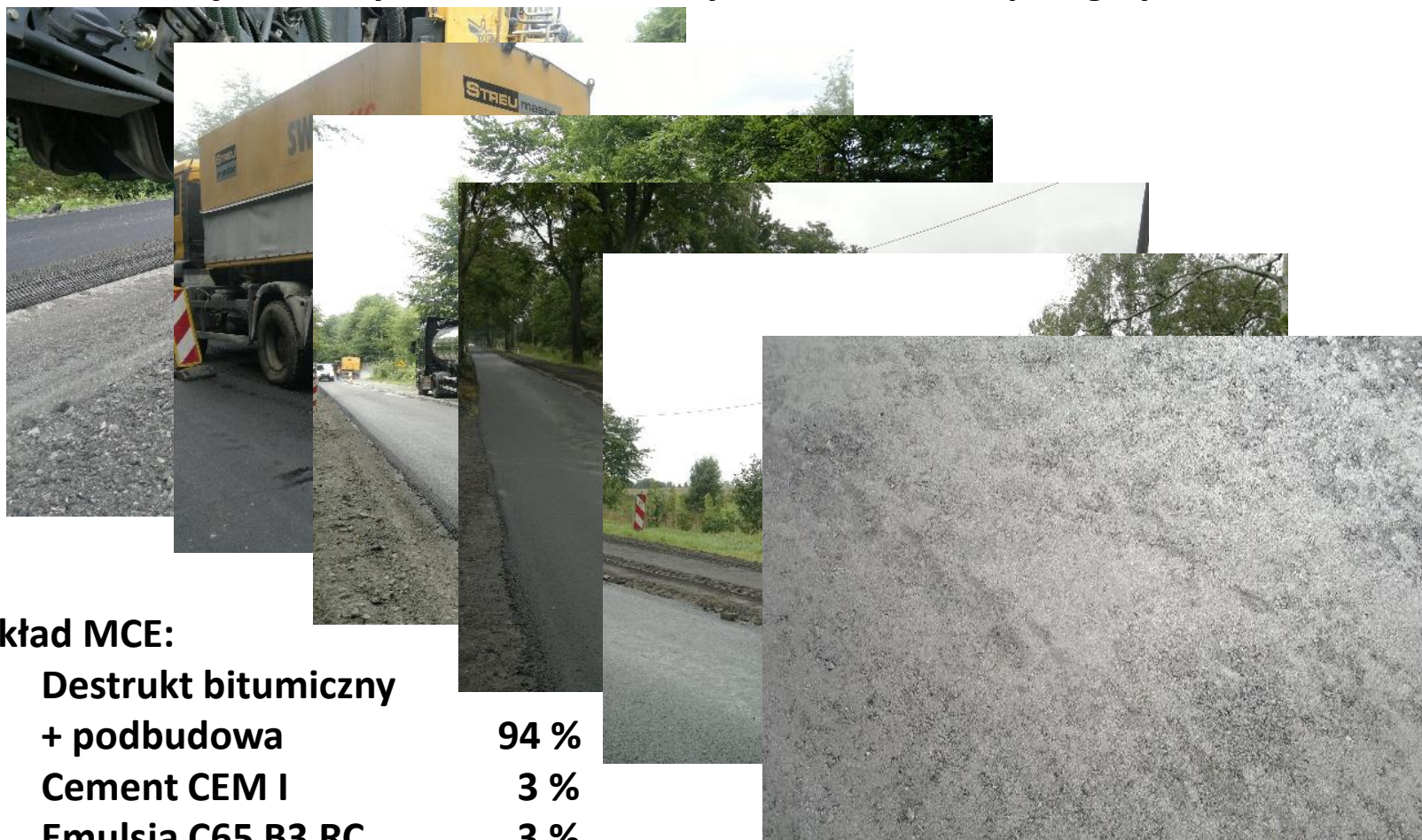
- **Przetworzenie warstw bitumicznych na podbudowę z mieszanki MCE o grubości 15 - 20 cm.**
- **Wbudowanie kompozytu (siatki) na całej szerokości jezdni bezpośrednio na mieszance MCE.**
- **Wykonanie dwóch warstw bitumicznych o łącznej grubości 10 cm (warstwa AC W grubości 6 cm + warstwa SMA grubości 4 cm).**

Zaproponowany układ warstw był zbliżony do nowej konstrukcji nawierzchni z podbudową z recyklingu na zimno dla ruchu KR1 - KR2.



Odcinek doświadczalny (3):

Prace związane z wykonaniem warstwy mieszanki MCE polegały na:



Skład MCE:

- | | |
|--------------------------------------|------|
| • Destrukt bitumiczny
+ podbudowa | 94 % |
| • Cement CEM I | 3 % |
| • Emulsja C65 B3 RC | 3 % |



Odcinek doświadczalny (4):

- Odcinki testowe wykonano w dwóch etapach.
- W 2012 roku wykonano odcinki różniące się w stosunku do recepty zawartością cementu jak i zawartością emulsji, wykonano trzy sekcje:

Sekcja 1/1	3 % cementu 3 % emulsji – sekcja referencyjna, zgodna z receptą,
Sekcja 1/2	1 % cementu, 3 % emulsji,
Sekcja 1/3	1 % cementu, 5 % emulsji,
- W 2013 roku wykonano odcinki różniące się w stosunku do recepty zawartością cementu, wykonano trzy sekcje:

Sekcja 2/1	3 % cementu, 3 % emulsji – sekcja referencyjna, zgodna z receptą,
Sekcja 2/2	5 % cementu, 3 % emulsji,
Sekcja 2/3	7 % cementu, 3 % emulsji.

Poszczególne sekcje miały po około 50 m.



Badania (1):

- **Badania materiałów przeprowadzono w trakcie wykonywania podbudowy z mieszanki MCE w 2012 i 2013 roku.**
- **Badania odwiertów wykonano po wykonaniu nawierzchni w 2012 roku. W 2013 roku nie wykonano badań (zabrakło finansowania).**
- **Badania w latach 2012 i 2013 były bardzo ograniczone, ponieważ odbywały się w ramach prac własnych.**
- **Badania w 2023 roku udało się wykonać w programie badawczym finansowanym przez Politechnikę Gdańską (ARGENTUM IDUB PG).**
- **W Polsce jest duży problem z badaniem odcinków wieloletnich (brak długoletniego stabilnego finansowania).**



Badania (2):

• Badania w trakcie wykonywania odcinków (2012/2013) :

Nr sekcji	C/E	IT-CY, [MPa]		ITS, [MPa]		SM, [kN]			OM, [mm]		
		+5°C	+20°C	+5°C	+20°C	+20°C	+40°C	+60°C	+20°C	+40°C	+60°C
1/1	3/3	14480	9832	1.043	0.826	33.8	27.5	18.4	1.3	1.8	1.7
1/2	1/3	7030	1374	0.557	0.286	18.1	11.5	4.7	1.8	1.5	2.3
1/3	1/5	5343	1830	0.602	0.395	16.9	10.0	4.6	2.4	2.6	2.3
2/3	7/3	4818	1850	0.680	0.243	17.8	9.0	4.7	1.7	1.5	1.5
2/2	5/3	4874	2493	0.687	0.281	18.7	7.9	3.1	1.9	2.1	1.3
2/1	3/3	5724	3354	0.733	0.314	19.5	9.8	4.8	1.6	1.5	1.1

• Badania z odwiertów po wykonaniu nawierzchni (2012):

Nr sekcji	C/E	IT-CY, [MPa]		ITS, [MPa]		SM, [kN]			OM, [mm]		
		+5°C	+20°C	+5°C	+20°C	+20°C	+40°C	+60°C	+20°C	+40°C	+60°C
1/1	3/3	6605	6098	0.431	0.515	20.0	13.4	13.8	3.8	4.1	3.8
1/2	1/3	4785	1607	0.524	0.335	16.1	7.4	3.3	4.8	3.6	3.7
1/3	1/5	3667	1391	0.747	0.372	13.1	9.5	3.3	4.0	4.2	4.0



Badania (3):

- Badania z odwiertów po 10 latach eksploatacji nawierzchni (2023):**

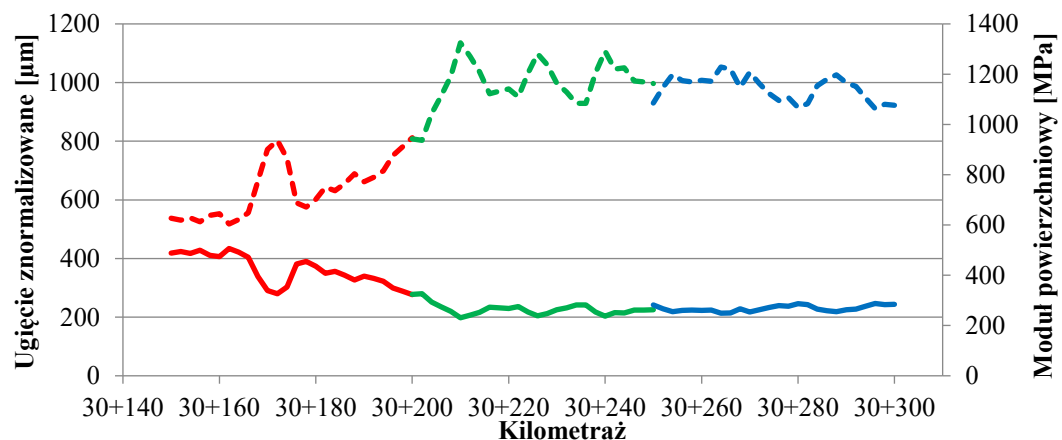
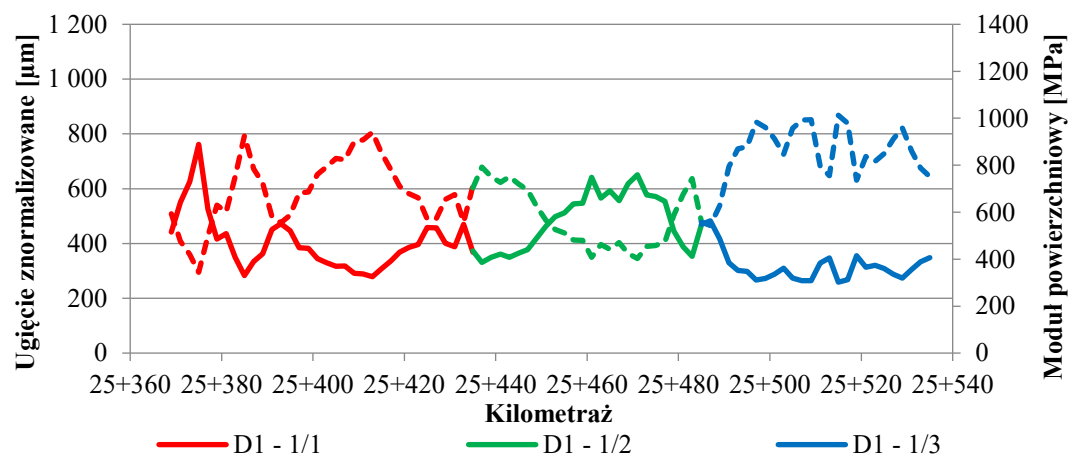
Nr sekcji	C/E	IT-CY, [MPa]		ITS, [MPa]
		+5°C	+13°C	+5°C
1/1	3/3	7550	7737	0.86
1/2	1/3	4731	3156	1.12
1/3	1/5	4064	1910	0.99
2/3	7/3	3804	2707	0.54
2/2	5/3	4324	2912	0.69
2/1	3/3	7909	6449	0.85





Badania (4):

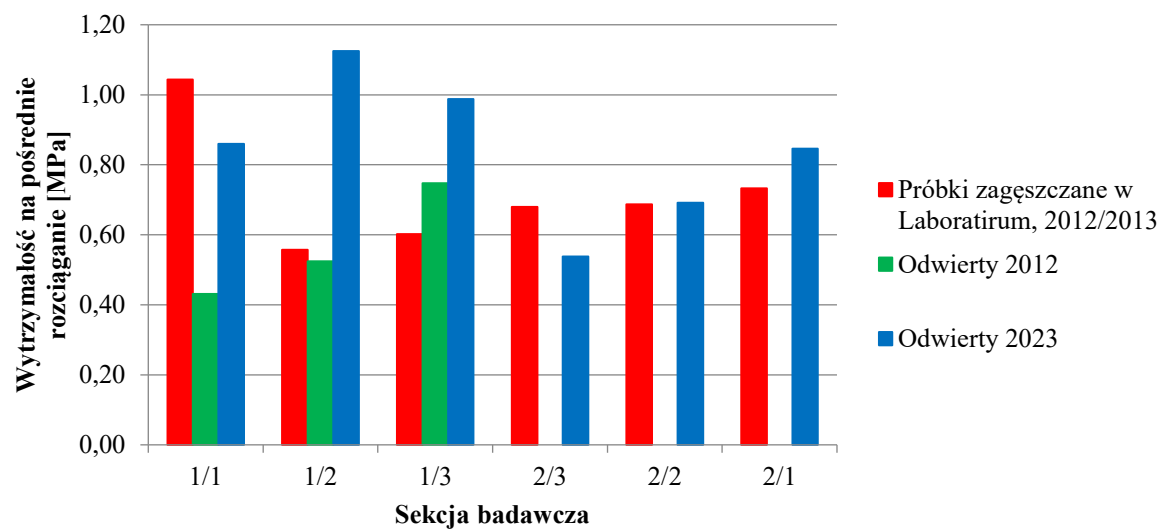
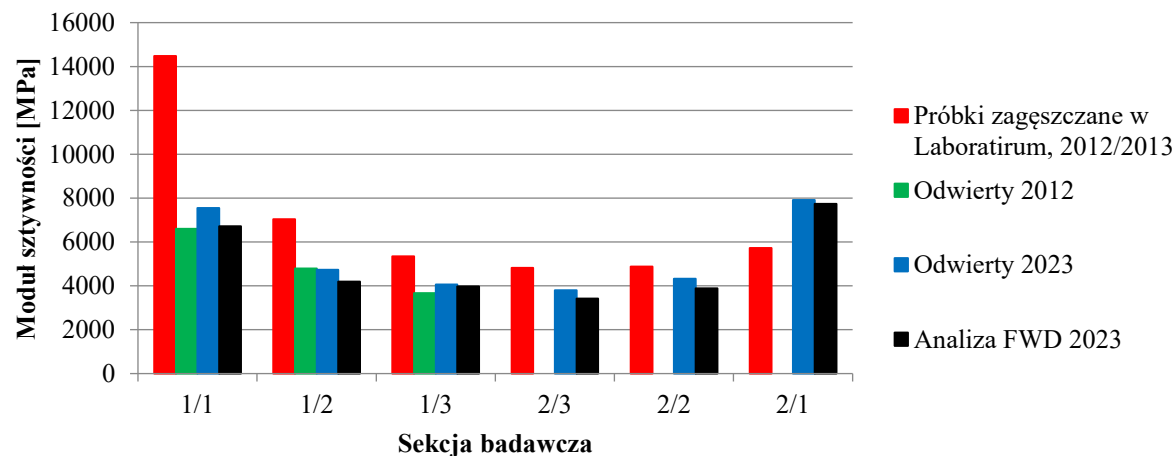
• Ugięcia nawierzchni po 10 latach eksploatacji nawierzchni (2023):



Nr sekcji	C/E	E1 [MPa]	E2 [MPa]	E _{SUB} [MPa]
1/1	3/3	3278	7487	196
1/2	1/3	5234	4717	155
1/3	1/5	14116	5070	175
2/3	7/3	14304	4294	207
2/2	5/3	19182	4328	243
2/1	3/3	15529	8490	250



Badania (5):





Badania (6):

- Nośność odcinka:

Nr sekcji	Lokalizacja	C/E	Ugięcie D1 [μm]	Klasyfikacja DSN	
				KR1÷2	KR3
1/1	25+369 ÷ 25+433	3/3	506	A	B
1/2	25+433 ÷ 25+482	1/3	584	B	C
1/3	25+482 ÷ 25+535	1/5	378	A	A
2/3	30+150 ÷ 30+200	7/3	412	A	B
2/2	30+200 ÷ 30+250	5/3	247	A	A
2/1	30+250 ÷ 30+300	3/3	240	A	A





PODSUMOWANIE (1):

Przedstawione badania pokazały, że o ile zmiana kombinacji środków wiążących w warunkach laboratoryjnych jest dość łatwa do kontrolowania i zbadania, o tyle bardzo trudno modelować w warunkach rzeczywistych różne zawartości środków wiążących w mieszankach MCE.

Przedstawione sekcje różniły się zawartością środków wiążących, ale wyniki badań nie wskazały wyraźnej tendencji potwierdzającej wpływ poszczególnych środków wiążących na cechy mieszanki MCE. Może to być spowodowane różnymi czynnikami, trudnymi do określenia.

Przeprowadzone badania pokazały, że niezależnie od zawartości środków wiążących sztywność mieszanki MCE jest wysoka i w ciągu 10 lat nie uległa znaczącemu obniżeniu.



PODSUMOWANIE (2):

Przedstawione badania pokazały, że sztywność podbudowy z mieszanki MCE po 10 latach eksploatacji jest większa niż przyjmowana do analiz mechanistycznych. Potwierdzenie takiego zachowania się mieszanek MCE wymaga dalszych analiz i badań terenowych.

Obserwacje przeprowadzone na DW 172 potwierdziły, że przyjęte rozwiązanie, jak i jego realizacja pozwoliły na osiągnięcie po 10 latach eksploatacji zadawalającego rezultatu - droga jest nośna i jest w dobrym stanie.

Dziękuję za uwagę

POLITECHNIKA GDAŃSKA
UCZELNIA BADAWCZA