

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

Recykling istniejącej nawierzchni asfaltowej na autostradzie A4 z zastosowaniem mieszanki MCE wraz z jej oceną stanu technicznego przed pierwszą wymianą warstwy ścieralnej

Konrad Jabłoński

Członek Akademii Inżynierskiej w Polsce



Spis treści referatu:

1. Wprowadzenie

- 1.1 Wnioski z remontu nawierzchni autostrady A4, na odcinku Kraków – Katowice..**
 - 1.2. Lokalizacja i zakres modernizacji asfaltowej nawierzchni autostrady A4 na odcinku od węzła Brzeg do węzła Opole Zachód**
 - 1.3. Charakterystyka stanu nawierzchni autostrady A4 na odcinku od węzła Brzeg do węzła Opole Zachód przed jej modernizacją**
- ### **2. Prace doświadczalno-badawcze związane z przygotowaniem do wdrożenia alternatywnego rozwiązania (technologii MCE)**

Spis treści referatu, cd.:

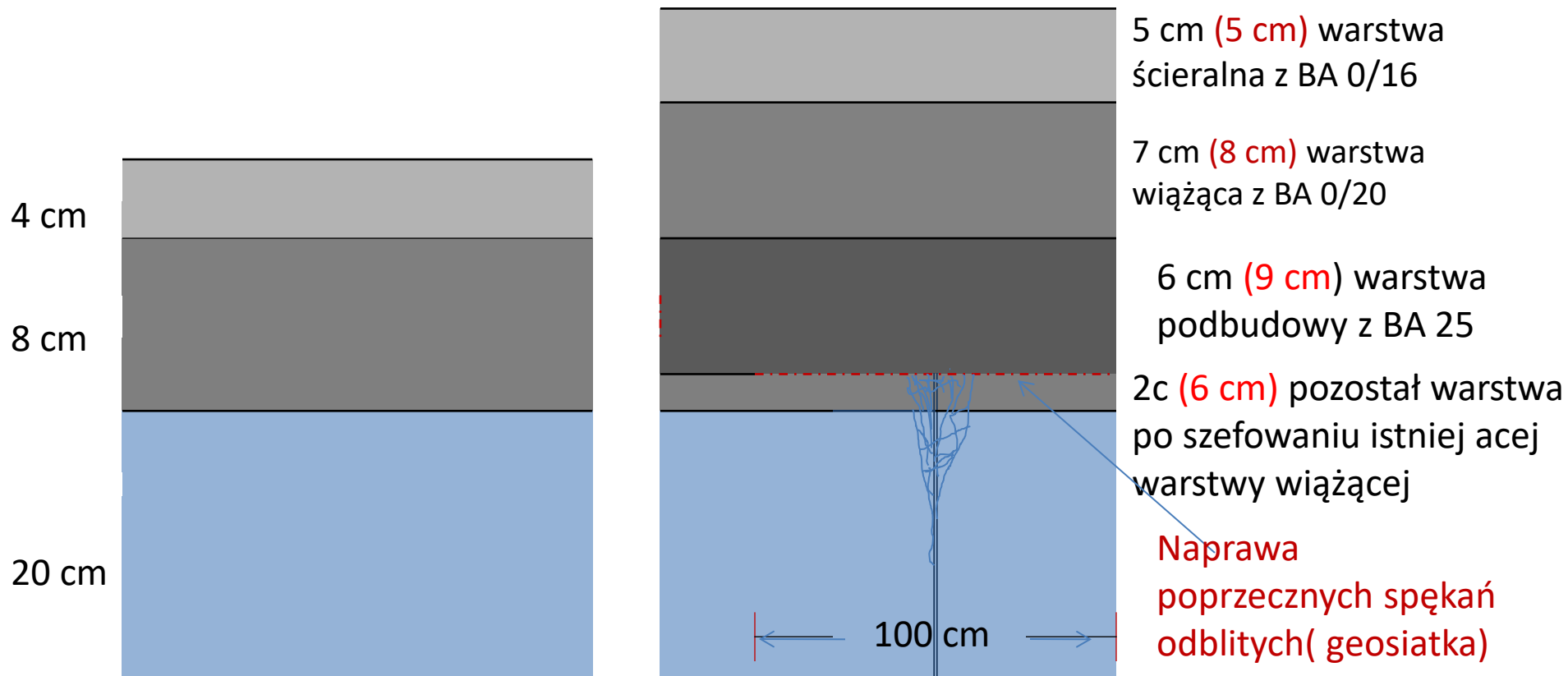
3. Obliczenie żywotności konstrukcji nawierzchni z podbudową pomocniczą z mieszanki MCE

3.1. Analiza obliczeń trwałości zmęczeniowej konstrukcji nawierzchni z podbudową pomocniczą z mieszanki MCE i wnioski

4. Ocena stanu technicznego nawierzchni z podbudową pomocniczą z mieszanki MCE na kontrakcie 4 , a także nawierzchni z podatną podbudową pomocniczą na pozostałych odcinkach autostrady A4 ..

5. Podsumowanie i wnioski

1. Wprowadzenie, schemat konstrukcji nawierzchni autostrady A4



1. Wprowadzenie: poprzeczne spiekania odbite na odc. Kraków – Katowice noski z analizy pomiarów i odwiertów
 - **Wzrost liczby spękań z 518 do 772 szt. po sfrezowaniu 10 cm warstw asfaltowych**
 - **Zimny front atmosferyczny (średniodobowa temperatura: $-16,5^{\circ}\text{C}$, z odchyleniem standardowym $4,2^{\circ}\text{C}$) na przełomie 1996/1997.i**

Efekt „egzaminu mrozowego”:

- **185 szt. pęknięć na zmodernizowanej nawierzchni i**
- **rozwartość pęknięć od 0,5 mm do 8,5 mm, średnio 2,7 mm; w 87,8% wypadków wynosiła 0,5 mm do 5,5 mm. (=> minidylatacje”)**

1. Wprowadzenie: wnioski z analizy odwiertów w osi „nowych” pęknięć i ich rozwartość wykazała min. , ze **pęknięcia** :
 - miały charakter odbity **<=>** rozkruszenie podbudowy betonowej i stabilizacji gruntu cementem,
 - Przypadki **braku warstwy stabilizacji gruntu cementem**
 - w miejscach naprawianych siatką, otworzyły się w **7%** pęknięć
 - pęknięcia **nie wystąpiły** na odcinku całkowicie przebudowanym z zastosowaniem podbudowy asfaltowej zamiast kruszywa związanego cementem (przejście przez **Wał Tęczyński** **←** wypiętrzenie skał diabazowych



1. Wnioski z analizy spękań ..

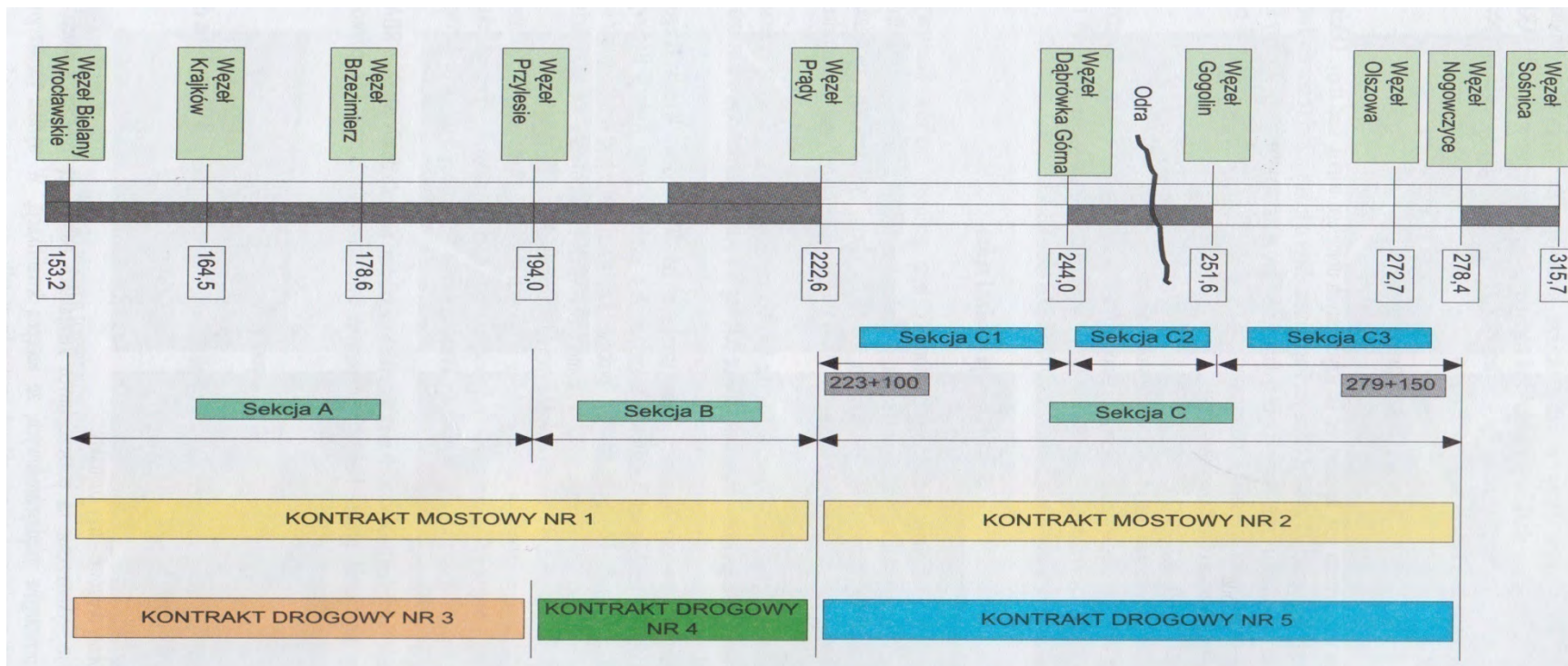
Przejście przez „Wał Tęczyński



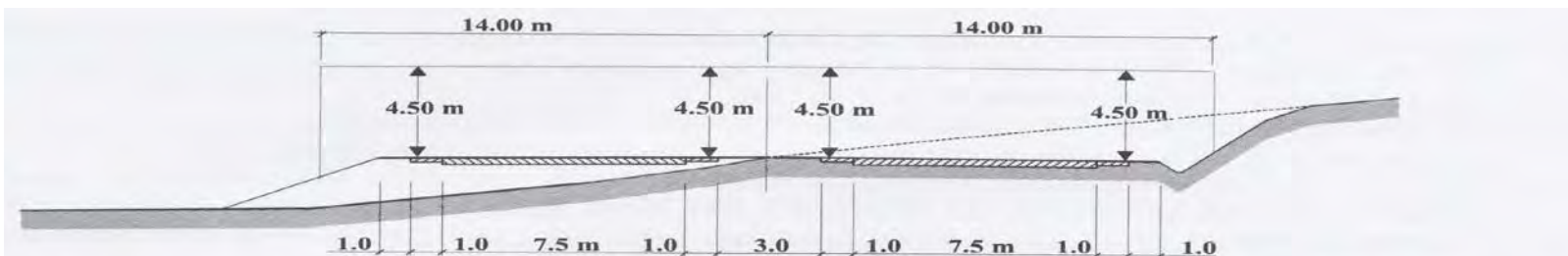
RAP>



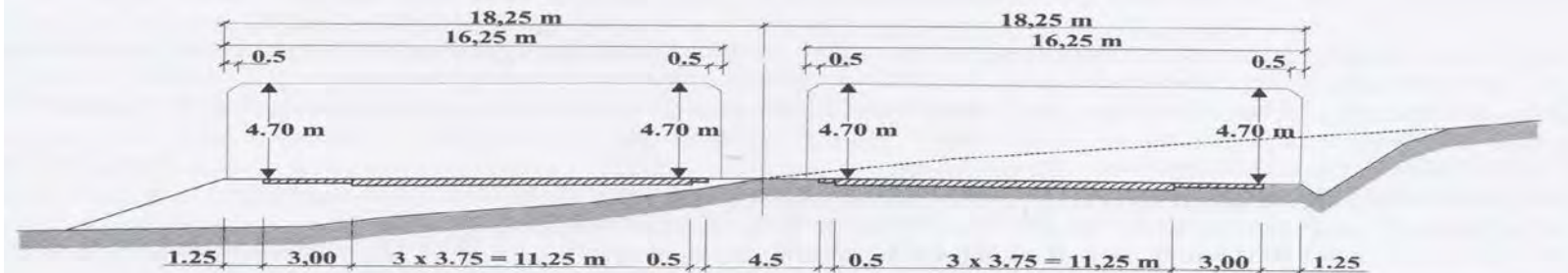
1.2. Lokalizacja i zakres modernizacji asfaltowej nawierzchni autostrady A4 na odcinku między węzłami: Brzeg i Opole Zachód



1.2. Lokalizacja i zakres modernizacji asfaltowej nawierzchni autostrady A4 na odcinku między węzłami: Brzeg i Opole Zachód



Typowy przekrój poprzeczny autostrady przyjęty w założeniach projektowych z roku 1933 .



Przekrój poprzeczny autostrady A4 na budowanym odcinku (etap II docelowy)

Stan nawierzchni autostrady A4 na odcinku między węzłami: Brzeg i Opole Zachód:



Na obu jezdniach, o łącznej **długości ponad 44 km**, (wyk. w latach 1973–1992), należało naprawić **ponad 1500** spękaniem odbitych

1.2. Lokalizacja i zakres modernizacji asfaltowej nawierzchni autostrady A4 na odcinku między węzłami: Brzeg i Opole Zachód



2. Prace doświadczalno-badawcze związane z przygotowaniem do wdrożenia alternatywnego rozwiązania (technologii MCE) wg **Wytyczne IBDiM z 1997 r.**

W połowie maja 1998 r. wykonano 2 odcinki doświadczalne podbudowy z MCE metodą *in situ*, z podziałem na 4 sekcje (po 50 metrów długości każda),

Dozowanie dodawanych składników na poszczególnych sekcjach tak ustalono, aby zawartość poszczególnych składników mieszanki MCE mieściła się w granicach:

- **Cementu: 2,8 - 4,1 % *m/m*,**
- **wolnorozpadowej emulsji asfaltowej K3 - 60: 4,0 - 6,6% *m/m*,**
- **kruszywa doziarniającego 0/31,5: 20 - 30% *m/m*,**
- **destruktu asfaltowego z warstwy podbudowy asfaltowej: 30 - 40% *m/m***
- **Destrukt betonowy z z podbudowy chudego betonu: 40 – 50% (*m/m*)**

2. Prace doświadczalno-badawcze związane z przygotowaniem do wdrożenia alternatywnego rozwiązania (technologii MCE)



➤ **Bardzo** dobra współpraca wszystkich przedstawicieli Stron zaangażowanych w realizację tej Inwestycji!
➤ **Bardzo** ważny udział IBDiM oraz **Politechniki Wr.**

.2. Price doświadczalno - badawcze, cd.

Na podstawie wyników badań laboratoryjnych, w tym modułów sztywności sprężyc tej, (w aparacie NAT, w temperaturze badania +23°C i -10°C), IBDiM ustalił optymalny skład mieszanki MCE:

- **25%** kruszywa doziarniającego 0/31,5,
- **35%** destruktu asfaltowego,
- **40%** destruktu betonowego

-
- **3%** cementu CEM I 32,5
 - **5%** emulsji wolnorozpadowej K3 - 60
- w stosunku do całej masy mieszanki MCE.

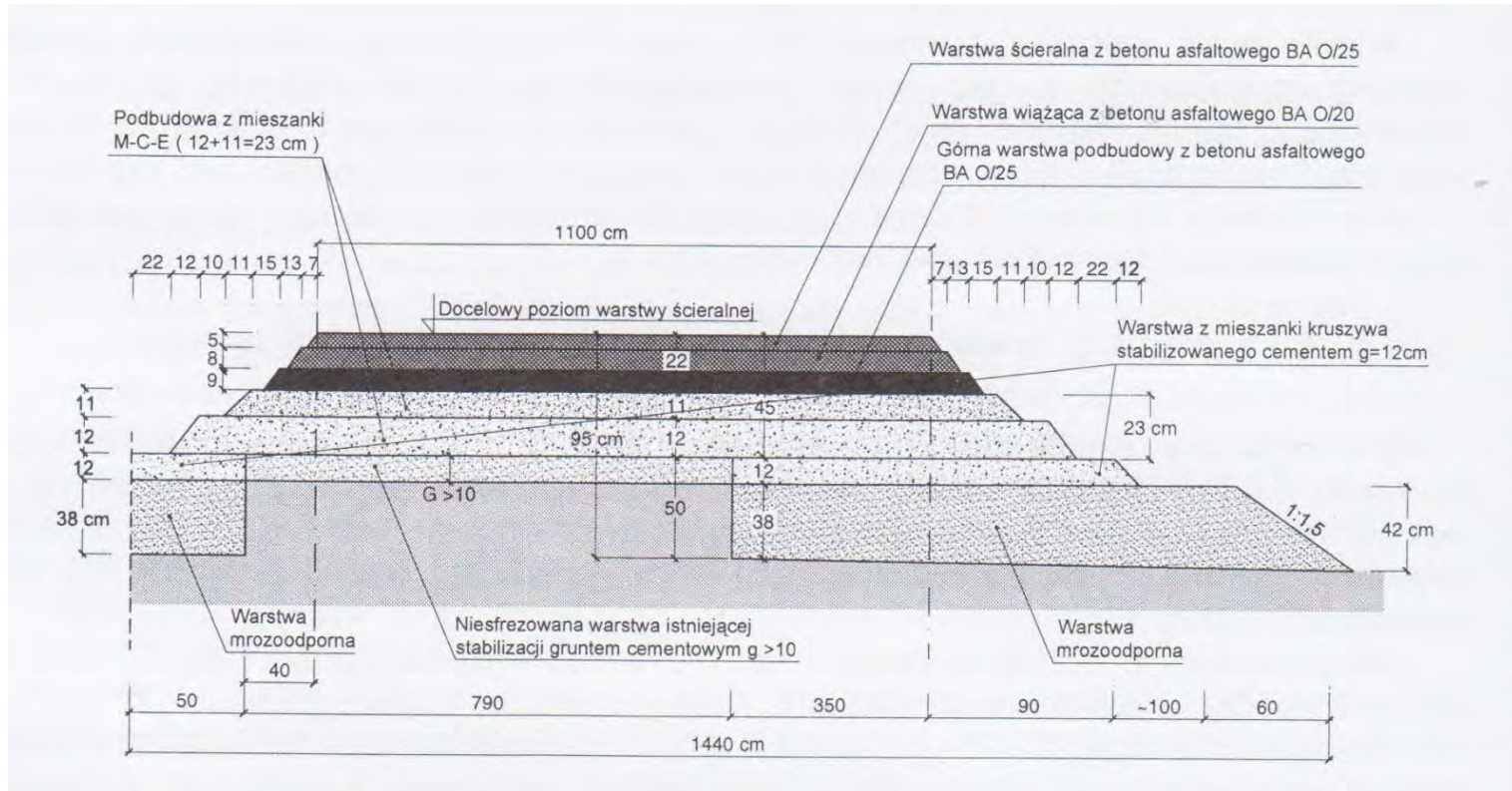
} **92,0%**

2. Price doświadczalno - badawcze, cd.

W dniu 22 czerwca 1998 r. wykonano trzeci odcinek próbny z mieszanką MCE (12,36 m), układarkami i kompletem walców ogumionych, stalowo-gumowych i stalowych, warstwą grubości 23 cm



2. Price doświadczalno - badawcze, cd.



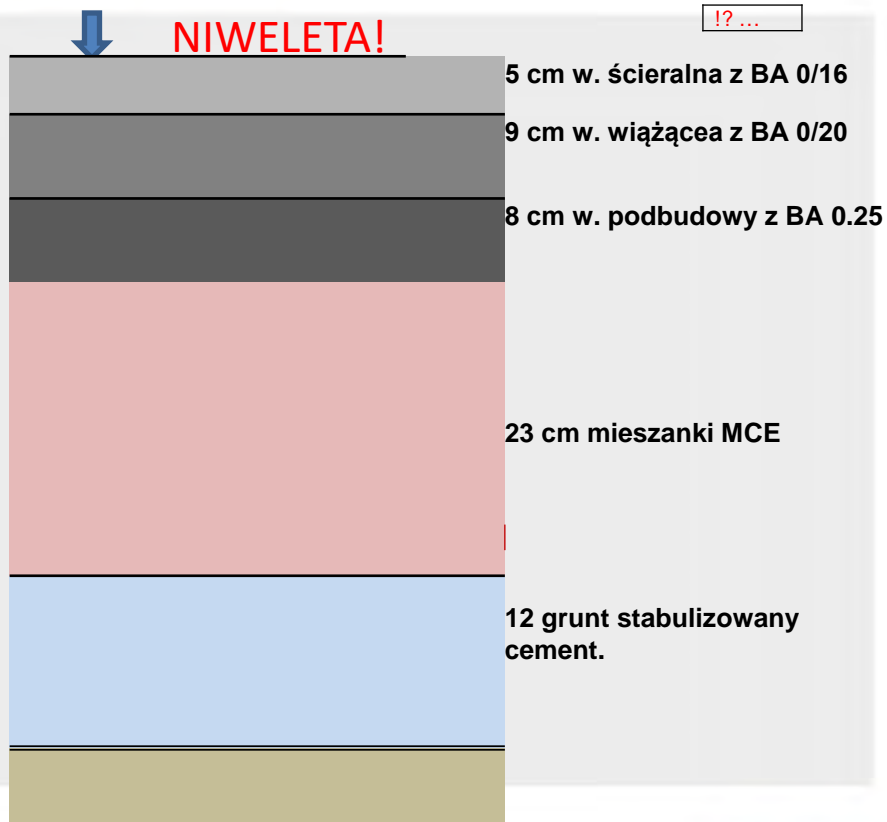
3. Obliczenie trwałości zmęczeniowej konstrukcji nawierzchni z podbudową pomocniczą z mieszanki MCE

Do wymiarowania zastosowano mechanistyczną metodę wykorzystującą teorię układów warstwowych, z zastosowaniem kryteriów dopuszczalnego:

- **odkształcenie w mieszankach mineralno-asfaltowych** typu betonu asfaltowego,
- **naprężenia rozciągającego w mieszance MCE**
- **odkształcenia w podłożu.**

Do obliczeń przyjęto **20-letni okres trwałości zmęczeniowej** nawierzchni, obciążonej obciążeniem osi obliczeniowej **115 kN => tj. do 2020 roku**, wynosi jak w projekcie podstawowym, tj. **15 mln osi o obciążeniu 115 k/ pas ruchu..**

Recykling istniejącej nawierzchni asfaltowej na autostradzie A4 z zastosowaniem mieszanki MCE, wraz z oceną .



Wynik pomiarów modułów warstw warstw ugięciomierzem FWD:

- konieczne **pogrubienie warstw BA o 2-3 cm**
- lub **zwiększenie ich sztywności**

Sugestia przedstawiciela ABiEA -> zastosować do w BA w warstwie **wiążącej 2% dodatek do asfaltu Chemcrete™ Modifier.**

Badania laboratoryjne i terenowe potwierdziły skuteczność tego dodatku.

Wyniki pomiarów FWD jesienią 198 wraz z badaniami odwierconych próbek zweryfikowały **trwałość zmęczeniową => 17,1 mln przetoczeń osi 115 kn!**

4. Ocena stanu technicznego nawierzchni z podbudową pomocniczą z mieszanki MCE na kontrakcie 4 , a także nawierzchni z podatną podbudową pomocniczą ..

GDDKiA w ramach SDN i SOSN, co 2-3 lata poddaje każdą drogę krajową diagnostyce i ocenie. Przykład oceny stanu nawierzchni jezdni na kontrakcie 4 wg [39]:

Tabela 14. Klasy stanu (z 2013 r.) nawierzchni południowej jezdni autostrady A4 od km 193+965 do km 222+000 [%]

Parametr	A	B	C	D
Stan spękań / nośność	7,1	92,9	0,0	0,0
Równość podłużna	100,0	0,0	0,0	0,0
Koleiny	92,9	7,1	0,0	0,0
Stan powierzchni	78,6	21,4	0,0	0,0
Wł. przeciwpoślizgowe	0,0	100,0	0,0	0,0

4. Ocena stanu technicznego nawierzchni z podbudową pomocniczą z mieszanki MCE na kontrakcie 4 , a także nawierzchni z podatną podbudową pomocniczą ..

GDDKiA w ramach SDN i SOSN, co 2-3 lata poddaje każdą drogę krajową diagnostyce i ocenie. Przykład oceny stanu (poziomy decyzyjne) nawierzchni jezdni na kontrakcie 4 wg [39]:





Tabela 15. Ogólny stan (z 2013 r.) nawierzchni południowej jezdni autostrady A4 od km 193+965 do km 222+000

Stan dróg	[%]	[km]
Pożądanany	100,0	28,035
Ostrzegawczy	0,0	0,000
Krytyczny	0,0	0,000

} Poziomy
decyzyjne

4. Ocena stanu technicznego nawierzchni z podbudową pomocniczą z mieszanki MCE na kontrakcie 4 i jej porównanie z nawierzchni z podatną podbudową pomocniczą ..

Tabela 10 Zbiorną zestawienie dat przekazania do ruchu poszczególnych odcinków nawierzchni A4 po ich wykonaniu oraz ogólnych ocen stanu nawierzchni tych odcinków przed pierwszą wymianą warstwy ścieralnej.

L.p.	Lokalizacja odcinka od km, do km	Jezdnia Pd/Pn	Daty przekaz. do ruchu	Ogólna Ocena Stanu [%]			Rok wykonania remontu	Zakres remontu	Liczba lat do I. remontu
									
1.	153+864 do km 167+274 (dl. 13,410 km)	Pd	03.10.2000 21.11.2000 11.12.2000	7,5	92,5	0,0	2014	Wymiana (12 cm) warstwy wiążącej i ścieralnej z asf. mod. polimerami	14
2.	167+274 do km 193+965 (dl. 26,691 km)	Pd	07.07.2000 21.08.2000	1,5	64,8		2015	Jak wyżej oraz wymiana ok. 5 % powierzchni podbudowy asfaltowej	14
3.	175+000 do km 193+965 (dl. 18,965 km)	Pn	17.08.1999 04.10.1999 Article XVI	84,2	15,8	0,0	2016	Jak w p. 1. wraz z uzupełnieniem podbud. asfalt. na ok. 6,5% powierz.	17
4	156+950 do km 163+260	Pn	28.10.1999 16.12.2000 04.12.1999	94,5	5,5	0,0	2017	Jak w p.1. plus wymiana podbud. asfaltowej na co najmniej 1,1 km	17/18
4a.	165+200 do km 175+000								
5.	193+965 do km 222+000	Pd	01.08.2000 i 12.09.2000	100,0	0,0	0,0	2015	Wymiana w. ścieralnej i ok. 12% pow. warstwy wiążącej z naprawą spękań poprzecznych	15
6..	193+965 do km 222+000	Pn	01.07.1999 04.08.1999 02.09.1999	96,4	3,6	0,0	2016	Wymiana w. ścieralnej i ok.10% warstwy wiążącej z naprawą spękań	17

Wymiana w. ścieralnej po:

14 latach

14 latach

17 latach

17 latach

15 laatacg

17 latach

Uwaga do oceny właściwości eksploatacyjnych warstwy ścieralnej (SMA zamiast BA)
wdrożonej na wszystkich trzeci kontraktach: najpierw an kontrakcie 4, a później na
kontraktach 3. i 5.



Podsumowanie i wnioski

Kilkudziesięcioletnie obserwacje i badania związane z budową i utrzymaniem asfaltowych nawierzchni półsztywnych wskazują, że:

- **bardzo dobrze przenoszą one obciążenia od ciężkiego ruchu samochodowego na podłoże gruntowe.**
- **koszt ich budowy jest jednym z najniższych**

Główną ich wadą są spękania poprzeczne

5. Podsumowanie i wnioski

Wieloletnie zaniedbania w zakresie skutecznego i trwałego uszczelnienia pęknięć

➤=> **przedwczesna degradacjach nawierzchni wokół spękań**

➤=> **konieczna i pracochłonna odbudowa** całej konstrukcji nawierzchni w obszarze zdegradowanego spękania,

➤=> **albo głęboki recykling konstrukcji** takiej nawierzchni na zimno w technologii mieszanki **MCE**,

➤ **Trwałość zmęczeniowa powyżej 17 mln przetoczeń osi 115 kN**

➤+ **wysoka oceną ogólnego stanu nawierzchni (43 km w stanie pożądanym i 1 km w stanie ostrzegawczym)**

➤=> **trafność zastosowania mieszanki MCE do wykonania podbudowy pomocniczej**

➤ **Mieszanki MCE >– zrównoważony rozwój budownictwa drogowego**



Recykling istniejącej nawierzchni asfaltowej na autostradzie A4 z zastosowaniem mieszanki MCE, wraz z jej oceną stanu technicznego przed pierwszą wymianą warstwy ścieralnej



Warsaw, 18 October 2023

MRP'23

DZIĘKUJĘ PAŃSTWU ZA UWAGĘ!

VIELEN DANK FÜR IHRE AUFMERKSAMKEIT!

THANK YOU FOR YOUR ATTENTION!

