



**Projekt realizowany w ramach Wspólnego Przedsięwzięcia RID,
finansowany ze środków Narodowego Centrum Badań i Rozwoju
oraz Generalnej Dyrekcji Dróg Krajowych i Autostrad**

**Przedmiot umowy pt.:
Wykorzystanie materiałów pochodzących z recyklingu**

**Tytuł przedmiotu umowy:
Wytyczne stosowania technologii recyklingu głębokiego na zimno
z wykorzystaniem emulsji i cementu wraz z zasadami
projektowania nawierzchni z wykorzystaniem warstw z mieszanki
mineralno-cementowo-emulsyjnej (MCE)**

Akronim Projektu: OT1-1A/IBDiM-PG-PW-PWr-PŚk-IOŚ-PIB-INSCH-ITB MORATEX
Numer umowy: Nr DZP/RID-I-06/1/NCBR/2016
Lider i Współwykonawcy: Instytut Badawczy Dróg i Mostów (Lider)
Politechnika Gdańska
Politechnika Warszawska
Politechnika Wrocławska
Politechnika Świętokrzyska
Instytut Ochrony Środowiska – PIB
Instytut Nowych Syntez Chemicznych
Instytut Technologii Bezpieczeństwa "MORATEX"
Kierownik Projektu: prof. dr hab. inż. Dariusz Sybilski
Data rozpoczęcia: 01.02.2016
Data zakończenia: 30.04.2018



**POLITECHNIKA
GDAŃSKA**

**Katedra Inżynierii Drogowej
i Transportowej**

Opracowano w:
Katedrze Inżynierii Drogowej i Transportowej Politechniki Gdańskiej

Wydział Inżynierii Lądowej i Środowiska
80-233 Gdańsk, ul. Narutowicza 11
tel.: 58 3471347, fax: 58 3471097
sekretariat.kid@wilis.pg.gda.pl

Opracował:

dr inż. Bohdan Dołżycki

Konsultacje:

dr inż. Wojciech Bańkowski, IBDiM
mgr inż. Renata Horodecka, IBDiM
Krzysztof Mirski, IBDiM

Wersja z 12 maja 2019

SPIS TREŚCI

1. Przedmiot i zakres stosowania.....	4
2. Podstawowe definicje.....	5
3. Recykling głębokiego na zimno w technologii mieszanek mineralno-cementowo-emulsyjnych (mce)	6
4. Ocena nawierzchni pod względem możliwości zastosowania recyklingu głębokiego na zimno	8
5. Wybór metody naprawy nawierzchni w technologii recyklingu głębokiego na zimno	10
6. Projektowanie konstrukcji nawierzchni z mieszankami mce wykonanymi w ramach recyklingu głębokiego na zimno	12
7. Uwagi końcowe	14
8. Normy i opracowania związane.....	14

1. PRZEDMIOT I ZAKRES STOSOWANIA

- 1.1. Niniejsze wytyczne powstały w ramach projektu RID I/6 pt. „Wykorzystanie materiałów pochodzących z recyklingu” w wyniku realizacji zadania 4 „Mieszanki mineralno-cementowo-emulsyjne” na zlecenie NCBiR oraz GDDKiA.
- 1.2. Przedmiotem niniejszych wytycznych są wymagania dotyczące stosowania technologii recyklingu głębokiego na zimno z wykorzystaniem emulsji i cementu wraz z zasadami projektowania konstrukcji nawierzchni z wykorzystaniem warstw z mieszanki mineralno-cementowo emulsyjnej (mieszanek MCE), a w szczególności:
- ogólnych zasad wykonania recyklingu głębokiego na zimno z zastosowaniem mieszanek MCE,
 - zasad oceny dróg pod kątem zastosowania recyklingu głębokiego na zimno z wykorzystaniem mieszanek MCE,
 - zasad wyboru technologii remontu lub przebudowy dróg w technologii recyklingu głębokiego na zimno z zastosowaniem mieszanek MCE,
 - zasad projektowania konstrukcji nawierzchni z zastosowaniem recyklingu głębokiego na zimno z wykorzystaniem mieszanek MCE.
- 1.3. W wytycznych wykorzystano informacje z instrukcji, wytycznych, norm i poradników zagranicznych, dotyczących recyklingu głębokiego na zimno w technologii mieszanek mineralno-cementowo-emulsyjnych, wytycznych i norm obowiązujących w Polsce oraz wnioski z dotychczasowych doświadczeń praktycznych w Polsce i za granicą.
- 1.4. Celem wytycznych jest przedstawienie:
- recyklingu głębokiego na zimno w technologii mieszanek mineralno-cementowo-emulsyjnych
 - zasad oceny istniejącej nawierzchni pod kątem możliwości zastosowania recyklingu głębokiego na zimno w technologii mieszanek mineralno-cementowo-emulsyjnych
 - kryteriów wyboru technologii recyklingu głębokiego na zimno z zastosowaniem mieszanek mineralno-cementowo-emulsyjnych
 - zasad projektowania konstrukcji nawierzchni z zastosowaniem recyklingu głębokiego na zimno w technologii mieszanek mineralno-cementowo-emulsyjnych.

- 1.5. Recykling głęboki na zimno w technologii mieszanek mineralno-cementowo-emulsyjnych z zastosowaniem emulsji asfaltowej i cementu przedstawiono w następujących dokumentach, opracowanych lub znowelizowanych w ramach projektu RID I/6 pt. „Wykorzystanie materiałów pochodzących z recyklingu” w wyniku realizacji zadania 4 „Mieszanki mineralno-cementowo-emulsyjne”:
- „Wytyczne stosowania technologii recyklingu głębokiego na zimno z wykorzystaniem emulsji i cementu wraz z zasadami projektowania nawierzchni z wykorzystaniem warstw z mieszanki mineralno-cementowo-emulsyjnymi (MCE)”,
 - „Instrukcja projektowania i wbudowania mieszanek mineralno-cementowo-emulsyjnych (MCE)” – aktualizacja instrukcji z 2014 roku.
 - „Zalecenia bezpiecznego stosowania destruktu asfaltowego ze smołą w warstwach wykonanych w technologii mieszanek mineralno-emulsyjnych (MCE)”.

Niniejszy dokument oraz pozostałe wymienione dokumenty zaleca się rozpatrywać łącznie.

2. PODSTAWOWE DEFINICJE

- 2.1. **Destrukt** – materiał mineralno-bitumiczny (tzn. mineralno-asfaltowy, mineralno-smołowy lub mieszany), mineralno-cementowy lub mineralny powstały w wyniku frezowania lub pokruszenia jednej lub kilku warstw konstrukcyjnych nawierzchni w temperaturze otoczenia.
- 2.2. **Granulacja** – proces wstępnego rozdrobnienia nawierzchni na miejscu poprzedzający zasadnicze mieszanie wszystkich składników, mający na celu zapewnienie lepszego wymieszania i uzyskanie większej jednorodności mieszanki MCE.
- 2.3. **Kruszywo doziarniające** – kruszywo, które dodaje się w celu korekty krzywej uziarnienia destruktu, tak aby wynikowa mieszanka mineralna mieściła się w krzywych granicznych mieszanki MCE.
- 2.4. **Mieszanka mineralno-cementowo-emulsyjna MCE** – mieszanka o ciągłym uziarnieniu składająca się z destruktu, kruszywa doziarniającego, emulsji asfaltowej, cementu oraz wody wytworzona w miejscu wbudowania lub w wytwórni stacjonarnej w procesie nazywanym recyklingiem głębokim na zimno.
- 2.5. **Naprawa nawierzchni** – remont lub przebudowa nawierzchni.

- 2.6. **Podbudowa z mieszanki MCE** – podbudowa zasadnicza wykonana z mieszanki mineralno-cementowo-emulsyjnej (MCE).
- 2.7. **Przebudowa** – wykonanie robót, w wyniku których następuje podwyższenie parametrów technicznych i eksploatacyjnych istniejącej drogi.
- 2.8. **Recykler** – urządzenia mobilne umożliwiające jednorodne wymieszanie destruktu, kruszywa doziarniającego i środków wiążących. Recykler może być wyposażony między innymi w elementy do frezowania warstw nawierzchni, do pobierania destruktu, do doziarniania destruktu, do równoczesnego dozowania środków wiążących (emulsji i cementu), do homogenicznego mieszania przy użyciu mieszalnika o wymuszonym mieszanii, do rozkładania i wbudowywania mieszanki MCE.
- 2.9. **Remont** – wykonanie prac przywracających pierwotny stan drogi, z wyłączeniem bieżących robót utrzymaniowych.
- 2.10. **Wytwórnia stacjonarna (mixer)** – wytwórnia zainstalowana na stałe lub na czas realizacji robót (wytwórnia mobilna) stosowana do wytworzenia mieszanki MCE. Wytwórnia powinna mieć możliwość równoczesnego mieszania destruktu, kruszywa doziarniającego, emulsji asfaltowej i cementu.

3. RECYKLING GŁĘBOKIEGO NA ZIMNO W TECHNOLOGII MIESZANEK MINERALNO-CEMENTOWO-EMULSYJNYCH (MCE)

- 3.1. Recykling głęboki na zimno to technologia, w której przetwarzane są istniejące warstwy nawierzchni w pełnowartościową nową warstwę konstrukcyjną nawierzchni. W trakcie przetwarzania można dodać kruszywo doziarniające lub środki wiążące, aby poprawić parametry mechaniczne nowej warstwy.
- 3.2. Recykling głęboki na zimno w technologii mieszanki mineralno-cementowo-emulsyjnej (MCE) to proces, w którym jako środki wiążące zastosowane są emulsja asfaltowa oraz cement.
- 3.3. Recykling głęboki na zimno w technologii mieszanek mineralno-cementowo-emulsyjnych (MCE) można wykonywać w technologii mieszania na miejscu lub w wytwórni stacjonarnej dostosowanej do wykonywania mieszanki MCE.

3.4. Wykonywanie mieszanki MCE w technologii mieszania na miejscu powinno być prowadzone zestawem maszyn, w skład których wchodzi co najmniej maszyna mieszająca (recykler), przystosowana do prowadzenia recyklingu głębokiego na zimno oraz szereg maszyn uzupełniających (m.in. frezarka, równiarka, rozkładarka do cementu, walec, skrapiarka do wody). Proces recyklingu powinien składać się z następujących etapów:

- Granulacja warstw, czyli ich rozdrobnienie. Proces ten pomaga w uzyskaniu jednorodnej mieszanki MCE.
- Rozłożenie kruszywa doziarniającego w celu korekty uziarnienia dla poprawy parametrów mieszanki MCE. Kruszywo doziarniające można też rozłożyć przed granulacją, aby wymieszało się z destruktem już podczas granulacji.
- Rozłożenie cementu, o ile nie jest podawany bezpośrednio do recyklera. Cement rozkłada się na przygotowanej do recyklingu warstwie, bezpośrednio przed wymieszaniem, aby nie został rozwiany przez wiatr. Cement można też podawać w formie zawiesiny bezpośrednio do recyklera.
- Wymieszanie w recyklerze destruktu i kruszywa ze środkami wiążącymi: emulsją asfaltową i cementem, oraz wodą dodaną w celu uzyskania odpowiedniej wilgotności mieszanki MCE.
- Wyprofilowanie wstępne warstwy w celu nadania warstwie odpowiedniego profilu.
- Wstępne zagęszczenie warstwy ciężkim walcem w celu uzyskania odpowiednich poziomów zagęszczenia.
- Ostateczne profilowanie warstwy w celu nadania odpowiednich rzędnych i spadków.
- Ostateczne zagęszczanie warstwy.

Wymienione czynności należy przeprowadzić w celu właściwego wykonania i zagęszczenia warstwy podbudowy z mieszanki MCE w technologii mieszania na miejscu. Czynności te można łączyć lub modyfikować, ale idea prowadzenia prac nie powinna być zmieniana.

3.5. W trakcie wykonywania warstwy w ramach recyklingu na zimno w technologii mieszania na miejscu poprawa parametrów warstw niżej leżących oraz podłoża gruntowego jest utrudniona i wymaga dodatkowych czynności technologicznych. Należy to wziąć pod uwagę przy planowaniu wykorzystania recyklingu na zimno w technologii mieszania na miejscu do remontów lub przebudów nawierzchni.

3.6. Wykonywanie mieszanki MCE w technologii wytwarzania w wytwórni stacjonarnej (mikserze) powinno być prowadzone w specjalnej wytwórni umożliwiającej wytwarzanie tego typu mieszanki. Wytwórnia powinna mieć

możliwość równoczesnego wymieszania destruktu, kruszywa doziarniającego, emulsji asfaltowej, cementu oraz wody. Proces recyklingu w takim przypadku powinien składać się z następujących etapów:

- Granulacja warstw, czyli ich rozdrobnienie. Proces ten pomaga w uzyskaniu jednorodnej mieszanki MCE.
- Transport destruktu do wytwórni.
- Wymieszanie w wytwórni stacjonarnej destruktu oraz kruszywa doziarniającego ze środkami wiążącymi, emulsją asfaltową i cementem oraz z wodą.
- Rozłożenie i wyprofilowanie warstwy z mieszanki MCE. Warstwa powinna być rozłożona przy użyciu klasycznych rozkładarek w miejscu przewidzianym do wykonania warstwy z mieszanki MCE, niekoniecznie w miejscu pozyskania destruktu.
- Zagęszczenie warstwy ciężkim walcem w celu uzyskania odpowiednich poziomów zagęszczenia.

Wymienione czynności należy przeprowadzić w celu właściwego wykonania i zagęszczenia warstwy podbudowy z mieszanki MCE wykonanej w technologii mieszania w wytwórni stacjonarnej. W takim przypadku decydującym czynnikiem generującym koszty jest transport materiałów do i z wytwórni stacjonarnej.

- 3.7. W trakcie wykonywania warstwy z wykorzystaniem recyklingu głębokiego na zimno w technologii mieszania w wytwórni stacjonarnej zmiana lub poprawa parametrów warstw niżej leżących oraz podłoża gruntowego jest możliwa i łatwa do przeprowadzenia. Należy to wziąć pod uwagę przy planowaniu wykorzystania recyklingu na zimno w technologii mieszania w wytwórni stacjonarnej do remontów lub przebudów nawierzchni.
- 3.8. Szczegółowe zasady projektowania, wykonywania i odbioru warstw wykonanych z mieszanki MCE podano w „Instrukcja projektowania i wbudowania mieszanek mineralno-cementowo-emulsyjnych (MCE)”

4. OCENA NAWIERZCHNI POD WZGLĘDEM MOŻLIWOŚCI ZASTOSOWANIA RECYKLINGU GŁĘBOKIEGO NA ZIMNO

- 4.1. Recykling głęboki na zimno jest zalecany w przypadku nawierzchni z uszkodzeniami o charakterze strukturalnym lub uszkodzeniami sięgającymi poniżej warstwy ścieralnej.

4.2. Uszkodzenia predysponujące nawierzchnię do recyklingu głębokiego na zimno to:

- Koleiny, zarówno o charakterze plastycznym jak i strukturalne,
- Spękania poprzeczne o dużej intensywności, zarówno odbite jak i niskotemperaturowe,
- Spękania o charakterze zmęczeniowym,
- Spękania blokowe,
- Łaty i wyboje.

Pozostałe uszkodzenia w mniejszym stopniu predysponują nawierzchnię do recyklingu głębokiego na zimno.

4.3. W ocenie nawierzchni należy wykorzystać dane archiwalne dotyczące konstrukcji istniejącej nawierzchni, dane o ruchu oraz o zabiegach utrzymaniowych dotychczas wykonywanych w celu poprawy stanu istniejącej nawierzchni. Należy też wykorzystać, w miarę możliwości, dane pozyskane w ramach bieżącej oceny stanu nawierzchni.

4.4. Ocena nawierzchni przed przystąpieniem do recyklingu głębokiego powinna bazować na zasadach podanych w „Katalogu Wzmocnień i Remontów Nawierzchni Podatnych i Półsztywnych” GDDKiA/IBDiM 2001 lub aktualizacji tego dokumentu.

4.5. Ocena istniejącej nawierzchni powinna obejmować:

- Rejestrację uszkodzeń nawierzchni, poboczy oraz ocenę wizualną rowów i elementów odwodnienia powierzchniowego. Na podstawie oględzin można dokonać wstępnej klasyfikacji nawierzchni pod względem możliwości przeprowadzenia recyklingu głębokiego na zimno.
- Ustalenie układu warstw w konstrukcji nawierzchni oraz grubości poszczególnych warstw. W trakcie badań należy też określić stan oraz jednorodność warstw.
- Należy wyraźnie określić, czy w konstrukcji nawierzchni występują warstwy zawierające lepiszcze smołowe. Występowanie lepiszcza smołowego predysponuje przetworzenie takiej warstwy w warstwę związaną wykonywaną w temperaturze otoczenia (bez podgrzewania, aby ograniczyć do minimum wydzielanie się związków rakotwórczych ze smoły). Szczegóły dotyczące stwierdzenia obecności smoły w warstwach nawierzchni podane są w odrębnym dokumencie pt. „Zalecenia bezpiecznego stosowania destruktu asfaltowego ze smołą w warstwach wykonanych w technologii MCE”.
- Ugięcia sprężyste nawierzchni. Na drogach obciążonych ruchem KR1-KR2 jest to badanie zalecane, na pozostałych drogach jest to badanie wymagane. Badanie można przeprowadzać ugięciomierzem

Benkelmana lub ugięciomierzem FWD. Badanie ugięć pozwoli na ocenę jednorodności nawierzchni, a w przypadku badań ugięć aparatem FWD pozwoli na dokładne określenie parametrów podłoża.

- Określenie innych cech nawierzchni o ile będą one miały wpływ na wybór technologii naprawy nawierzchni.

4.6. Częstotliwość badań powinna być dostosowana do stanu nawierzchni, jej zmienności ale nie może być mniejsza niż określona w wymaganiach dotyczących poszczególnych badań.

5. WYBÓR METODY NAPRAWY NAWIERZCHNI W TECHNOLOGII RECYKLINGU GŁĘBOKIEGO NA ZIMNO

5.1. Recykling głęboki nawierzchni z wykorzystaniem emulsji asfaltowej i cementu jest możliwy do naprawy nawierzchni (remontu lub przebudowy) w przypadku konstrukcji podatnych i półsztywnych.

5.2. W przypadku nawierzchni z podbudową z kostki kamiennej, bruku kamiennego lub innych elementów uniemożliwiających lub ograniczających frezowanie recykling głęboki na miejscu jest utrudniony lub wręcz niemożliwy.

5.3. Podstawowym kryterium decydującym o zastosowaniu technologii recyklingu głębokiego na zimno z wykorzystaniem mieszanki MCE jest dostępność destruktu. Po przeprowadzeniu badań należy dokonać bilansu destruktu możliwego do wykorzystania, do wytworzenia mieszanki MCE. Jeżeli ilość dostępnego destruktu stanowi około 70 ÷ 80 % przewidywanej objętości warstwy z mieszanki MCE to można uznać, że taka mieszanka jest możliwa do wykonania. Można wykonywać mieszankę MCE przy mniejszej zawartości destruktu, ale należy ocenić takie działanie pod względem ekonomicznym.

5.4. W sytuacji, gdy ilość destruktu jest niewystarczająca do wykonania pełnej warstwy z mieszanki MCE należy ograniczyć zakres wbudowania mieszanki MCE do części odcinka lub zrezygnować z tej technologii.

5.5. Po podjęciu decyzji o wykonaniu warstwy w technologii recyklingu głębokiego na zimno z wykorzystaniem mieszanki MCE możemy wykonać zarówno remont jak i przebudowę nawierzchni.

5.6. Przeprowadzając remont w technologii recyklingu głębokiego na zimno z wykorzystaniem mieszanki MCE można:

- Wykonać remont w przypadku braku konieczności poprawy nośności nawierzchni. W takiej sytuacji należy wykonać recykling głęboki na zimno z wykorzystaniem mieszanki MCE i przykryć taką warstwę podbudowy nowymi warstwami bitumicznymi.
 - Wykonać przebudowę nawierzchni w przypadku konieczności poprawy nośności nawierzchni. W takim przypadku należy wykonać recykling głęboki na zimno z wykorzystaniem mieszanki MCE i przykryć taką warstwę podbudowy nowymi warstwami bitumicznymi o grubości wynikającej ze stosowanych wyliczeń przeprowadzonych wg zasad określonych w punkcie 6.
- 5.7. W obu przypadkach należy zaprojektować wymagane grubości wszystkich warstw konstrukcji nawierzchni. Grubość warstwy z mieszanki MCE powinna uwzględniać ilość destruktu dostępnego do wytworzenia mieszanki MCE.
- 5.8. W przypadku remontów nawierzchni należy zapewnić odpowiednią odporność konstrukcji na powstawanie wysadzin, gdy nawierzchnia przed remontem wykazywała uszkodzenia związane z tym zjawiskiem. Jeżeli nawierzchnia dotychczas nie wykazywała uszkodzeń związanych z powstawaniem wysadzin warunek minimalnej grubości konstrukcji ze względu na powstanie wysadzin nie musi być spełniony.
- 5.9. W ramach remontu nawierzchni zaleca się prowadzić recykling głęboki na zimno w technologii mieszanek MCE w technologii mieszania na miejscu, aby ograniczyć koszty prowadzonych prac.
- 5.10. Przebudowa dróg wiąże się z podwyższeniem parametrów technicznych i eksploatacyjnych istniejącej drogi. Takie działanie powoduje bardzo często zmianę ukształtowania drogi w planie i profilu, co najczęściej wymusza prowadzenie recyklingu głębokiego na zimno w technologii mieszanek MCE wytwarzanych w wytwórni stacjonarnej. Przebudowa jest możliwa do wykonania z wykorzystaniem recyklingu głębokiego na zimno w technologii mieszania na miejscu, ale wymaga większej liczby czynności technologicznych niż w przypadku remontów i jest trudna do przeprowadzenia pod względem logistycznym.
- 5.11. W ramach przebudowy należy zaprojektować grubości wszystkich warstw konstrukcji nawierzchni oraz warstw ulepszonego podłoża.
- 5.12. W przypadku przebudowy należy zapewnić odpowiednią odporność konstrukcji na powstawanie wysadzin, co w przypadku gruntów zaliczanych do grupy nośności podłoża od G2 do G4 wymaga najczęściej wykonania warstwy mrozoochronnej lub ulepszonego podłoża gwarantującego uzyskanie odpowiedniej minimalnej grubości konstrukcji nawierzchni.

6. PROJEKTOWANIE KONSTRUKCJI NAWIERZCHNI Z MIESZANKAMI MCE WYKONANYMI W RAMACH RECYKLINGU GŁĘBOKIEGO NA ZIMNO

- 6.1. Projektowanie nowych konstrukcji nawierzchni z podbudowami wykonanymi w technologii recyklingu głębokiego na zimno z mieszankami MCE można przeprowadzić w oparciu o typowe rozwiązania zawarte w „Katalogu Typowych Konstrukcji Nawierzchni Podatnych i Półsztywnych”, 2014 lub zaprojektować indywidualnie według zasad tam określonych
- 6.2. Zarówno w przypadku remontów jak i przebudów z zastosowaniem mieszanek MCE wykonanych w ramach recyklingu głębokiego na zimno należy zaprojektować grubość warstw w konstrukcji nawierzchni. Projektowanie należy przeprowadzić wykorzystując metody empiryczne lub metody mechanistyczno-empiryczne.
- 6.3. Mieszanki mineralno-cementowo-emulsyjne można stosować bez ograniczeń w przypadku remontów, przebudowy i budowy nowych dróg obciążonych ruchem kategorii KR1÷KR4, według zasad określonych w odrębnych przepisach. Przy obciążeniu kategorii ruchu KR5÷KR7 dopuszcza się stosowanie mieszanki MCE wytworzonej w technologii recyklingu na zimno, w wytwórni stacjonarnej, na zasadach projektowania indywidualnego.
- 6.4. Projektowanie metodami empirycznymi można prowadzić do dróg obciążonych ruchem KR1÷KR2 lub dróg o mniejszym obciążeniu od KR1. Projektowanie metodami mechanistyczno-empirycznymi należy przeprowadzić do dróg obciążonych ruchem KR3 i większym.
- 6.5. Podbudowę z mieszanki MCE wykonaną w technologii recyklingu głębokiego na zimno należy traktować jako podatną warstwę podbudowy (warstwa niezwiązana o dużym module pracująca w jednym etapie pracy nawierzchni).
- 6.6. Do projektowania konstrukcji nawierzchni metodami empirycznymi można zastosować metodę CBR (dostosowaną do warunków polskich), AASHTO 1993 lub metodę PJ-IBD. Należy stosować ogólne zasady projektowania konstrukcji nawierzchni według tych metod. Współczynniki materiałowe dla mieszanki MCE w poszczególnych metodach są następujące:
 - Metoda CBR $y = 1,4,$
 - Metoda AASHTO 1993 $a = 0,12$ na 1 cm warstwy lub 0,3 na 1 cal warstwy)

- Metoda PJ-IBD $b_2 = 1,4$.

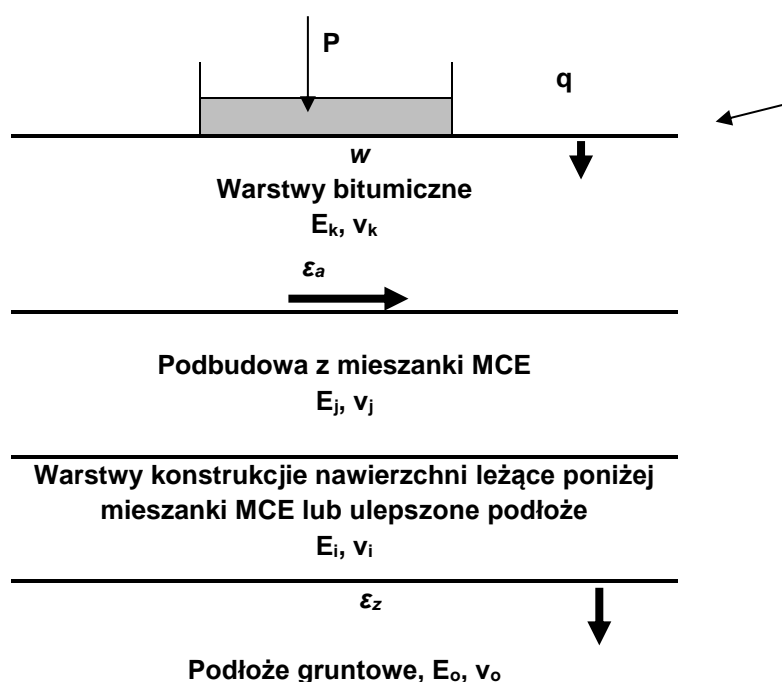
Przedstawione współczynniki materiałowe przyjmuje się niezależnie od rodzaju i zawartości zastosowanych środków wiążących w mieszance MCE.

6.7. Do projektowania konstrukcji nawierzchni metodami mechanistyczno-empirycznymi można zastosować kryteria z metody Instytutu Asfaltowego lub AASHTO 2004. Należy stosować ogólne zasady projektowania konstrukcji nawierzchni według tych metod. Dla mieszanki MCE należy przyjmować następujące parametry:

- moduł sprężystości $E = 1500 \text{ MPa}$,
- współczynnik Poissona $\nu = 0,3$.

Podana wartość modułu sprężystości jest wartością uśrednioną dla całego okresu eksploatacji nawierzchni.

Do obliczeń w metodach mechanistycznych należy przyjmować schemat przedstawiony na rysunku 1.



Rysunek 1. Schemat konstrukcji nawierzchni przyjęty do obliczeń

6.8. W projektowaniu konstrukcji nawierzchni prognozowane obciążenie (ruch) oraz ocenę podłoża gruntowego należy przeprowadzić według ogólnych zasad opisanych w „Katalogu Typowych Konstrukcji Nawierzchni Podatnych i Półsztywnych”, 2014.

- 6.9. Dla pozostałych warstw konstrukcji nawierzchni należy przyjmować parametry według aktualnych zasad projektowania.
- 6.10. Nowe konstrukcje wykonane z mieszankami MCE muszą charakteryzować się odpornością na powstawanie wysadzin określoną według zasad podanych w „Katalogu Typowych Konstrukcji Nawierzchni Podatnych i Półsztywnych”, 2014.

7. UWAGI KOŃCOWE

- 7.1 Konstrukcje wykonane z wykorzystaniem mieszanki MCE wytworzonej w technologii recyklingu głębokiego na zimno przeniosą zakładane obciążenie pod warunkiem zastosowania odpowiednich reżimów technologicznych w czasie realizacji robót oraz odpowiednich zabiegów utrzymaniowych w trakcie eksploatacji nawierzchni.
- 7.2 Mieszanki MCE wykonywane w technologii recyklingu głębokiego na zimno stosowane są do podbudów zasadniczych.
- 7.3 Nawierzchnie z podbudowami z mieszanki MCE, pomimo wszelkich starań mogą generować spękania poprzeczne (odbite) w nawierzchni. O trwałości takiej nawierzchni w dużym stopniu decyduje odpowiednie utrzymanie bieżące. Ewentualne spękania należy jak najszybciej uszczelnić.
- 7.4 W niniejszych wytycznych powołano się na „Katalog Typowych Konstrukcji Nawierzchni Podatnych i Półsztywnych”, 2014 oraz „Katalog Wzmocnień i Remontów Nawierzchni Podatnych i Półsztywnych” GDDKiA/IBDiM 2001. W przypadku pojawienia się nowych katalogów lub innych dokumentów pełniących ich rolę należy korzystać z najnowszych wersji dokumentów.

8. NORMY I OPRACOWANIA ZWIĄZANE

- [1]. „Katalogu Typowych Konstrukcji Nawierzchni Podatnych i Półsztywnych”, 2014.
- [2]. „Katalogu Wzmocnień i Remontów Nawierzchni Podatnych i Półsztywnych” GDDKiA/IBDiM 2001.
- [3]. Wirtgen Cold Recycling Technology. 2012.
- [4]. Wirtgen. Podręcznik recyklingu na zimno. 2006.
- [5]. Wiłun Z. „Zarys geotechniki” WKŁ Warszawa 1987
- [6]. Judycki J i wsp. „Analiza i projektowanie konstrukcji nawierzchni podatnych i półsztywnych” WKŁ Warszawa 2014.

- [7]. AASHTO Guide for Design of Pavement Structures 1993.
- [8]. „Instrukcja projektowania i wbudowania mieszanek mineralno-cementowo-emulsyjnych (MCE)” – aktualizacja instrukcji z 2014 roku. RID I/6 pt. „Wykorzystanie materiałów pochodzących z recyklingu” w wyniku realizacji zadania 4 „Mieszanki mineralno-cementowo-emulsyjne”, 2018
- [9]. „Zalecenia bezpiecznego stosowania destruktu asfaltowego ze smołą w warstwach wykonanych w technologii mineralno-cementowo-emulsyjnych MCE”, RID I/6 pt. „Wykorzystanie materiałów pochodzących z recyklingu” w wyniku realizacji zadania 4 „Mieszanki mineralno-cementowo-emulsyjne”, 2018