



Technologia recyklingu z wykorzystaniem istniejących podbudów przy wzmocnieniu dróg wojewódzkich Województwa Świętokrzyskiego

**dr inż. Justyna Mrugała
mgr inż. Karol Rożek
mgr inż. Dariusz Wróbel**

ŚWIĘTOKRZYSKI ZARZĄD DRÓG WOJEWÓDZKICH w KIELCACH



Legenda

- most
- wiadukt
- kładka dla pieszych
- droga krajowa
- droga wojewódzka
- Pozostałe elementy**
- granica województwa
- granica powiatu
- granica gminy

L.p.	Nr drogi	Przebieg drogi	Długość drogi [km]
1	723	Sandomierz - Tamobrzeg	0,882
2	728	Grójec - Nowe Miasto n. Pilicą - Końskie - Łopuszno - Jędrzejów	87,584
3	742	Przyglów - Łęczno - Ręczno - Włoszczowa - Nagłowice	47,187
4	744	Radom - Wierzbica - Starachowice	23,772
5	745	Dąbrowa - Masłów - Radlin	10,171
6	746	Zarnów - Końskie	11,315
7	748	Ruda Strawczyńska - Strawczyn - Kostomłoty	13,102
8	749	Końskie - Przysucha	10,388
9	750	Cmińsk - Barcza	13,919
10	751	Suchedniów - Bodzentyn - Nowa Słupia - Ostrowiec Sw.	54,856
11	752	Górno - Bodzentyn - Rzepin Pierwszy	26,631
12	753	Wola Jachowa - Nowa Słupia	20,009
13	754	Ostrowiec Sw. - Pętkowice - Solec n. Wisłą	29,269
14	755	Ostrowiec Sw. - Ożarów - Zawichost - Kosin	34,676
15	756	Starachowice - Nowa Słupia - Łagów - Szydłów - Stopnica	73,682
16	757	Opatów - Iwaniska - Staszów - Stopnica	57,890
17	758	Iwaniska - Klimontów - Koprzywnica - Ciszycza - rz. Wisła - Tarnobrzeg	35,289
18	759	/Droga 777/ - Piotrowice - rz. Wisła - Opoka Duża	2,750



19	761	Kielce - Piekoszów	5,356
20	762	Kielce - Chęciny - Małogoszcz	20,226
21	763	Chęciny - Morawica	11,268
22	764	Kielce - Suków - Raków - Staszów - Połaniec	71,203
23	765	Chmielnik - Szydłów - Staszów - Osiek	53,172
24	766	Morawica - Kije - Pińczów - Węchadłów	40,647
25	767	Pińczów - Busko Zdrój	14,401
26	768	Jędrzejów - Węchadłów - Skalbierz - Koszyce - Brzesko	66,242
27	770	Drożejowice - Czarnocin - Krzyż	11,080
28	771	Wiślica - Strożyska	8,516
29	776	Proszowice - Kazimierza W. - Wiślica - Busko Zdrój	41,879
30	777	Sandomierz - Zawichost - Annopol	26,311
31	783	Olkusz - Wolbrom - Miechów - Radawice - Skalbierz	8,250
32	785	Ciężkowice - Zytno - Maluszyn - Włoszczowa	13,732
33	786	Częstochowa - Sw. Anna - Koniecpol - Włoszczowa - Łopuszno - Ruda Stawczyńska - Kielce	68,630
34	795	Secemin - Szczekociny	7,030
35	872	Łoniów - Swiniary - rz. Wisła - Baranów Sandomierski - Wola Baranowska - Nisko	4,550
36	973	Busko-Zdrój - Nowy Korczyn - rz. Wisła - Zabno - Niedomice - Tarnów	24,354
OGOŁEM			1050,219



ŹRÓDŁA FINANSOWANIA:

- Regionalny Program Operacyjny Województwa Świętokrzyskiego,
- Program Operacyjny Polska Wschodnia
- Środki własne budżetu Województwa,
- Dotacje i subwencje z budżetu Państwa.



STAN TECHNICZNY DRÓG

Przed rozbudową drogi posiadały nawierzchnię z betonu asfaltowego o szerokości zmiennej od 6,0 do 6,5 m. Pobocze gruntowe o szerokości od 1,0 do 1,5 m. Wzdłuż dróg występowały odcinkowo rowy trawiaste częściowo zamulone. Na długości drogi przeważają odcinki krzywoliniowe. Istniejąca nawierzchnia znajdowała się w złym stanie technicznym (liczne spękania, wykruszenia i łaty, koleiny, deformacje i zapadnięcia, załamania krawędzi). Spękania zmęczeniowe do siatkowych włącznie (lokalnie o charakterze przełomów) – były najbardziej intensywne w śladach zewnętrznych kół pojazdów. Miejscami głębokość koleiny dochodziła do 70÷100 mm, stanowiąc poważne zagrożenie dla użytkowników drogi. Zapadnięcia jezdni i załamania krawędzi występowały głównie przy słabym podłożu. Zniszczenia zmęczeniowe wskazują, że konstrukcja nawierzchni wymagała wzmocnienia.



Przy podejmowaniu decyzji o wyborze technologii wzmocnienia konstrukcji należy wziąć pod uwagę wiele aspektów, które w sposób pośredni mają wpływ na trwałość konstrukcji drogowej a mianowicie:

1. Rodzaj nawierzchni tj. warstw bitumicznych istniejącej konstrukcji drogi (SMA, beton asfaltowy, powierzchniowe utwalenie czy nawierzchnie smołowe),
2. Grubość istniejącej konstrukcji (w celu spełnienia warunku mrozoodporności),
3. Podłoże pod istniejącą konstrukcją drogi,
4. Warunki wodne (poziom zwierciadła wód gruntowych, sposób odwodnienia drogi).

Należy zaznaczyć, że w przypadku wykonywania nowych odcinków dróg w zależności od określonej kategorii ruchu dobór konstrukcji odbywa się na podstawie Katalogu Typowych Konstrukcji Nawierzchni Podatnych i Półsztywnych z 2014 roku bądź indywidualnego projektowania metodą mechanistyczną.

Załącznik
do zarządzenia Nr 31
Generalnego Dyrektora Dróg
Krajowych i Autostrad z dnia 16.06.2014 r.

KATALOG TYPOWYCH KONSTRUKCJI
NAWIERZCHNI PODATNYCH I PÓLSZTYWNYCH



GDDKIA

Mechanistic-Empirical Pavement Design Guide
Podręcznik Mechanistyczno - Empirycznego
Projektowania Nawierzchni Drogowych w warunkach
polskich

Opracowano w IBDiM na zlecenie GDDKIA



W przypadku rozbudowy istniejących ciągów drogowych odpowiedni dobór konstrukcji ma istotny wpływ zarówno na jakość jak i trwałość nawierzchni. Jednym z wariantów jest rozbiórka całej konstrukcji drogi i jej budowa z zastosowaniem rozwiązań katalogowych.

Nasuwać się wówczas pytania:

1. Czy nie spowoduje to podniesienie kosztów realizacji,
2. Praktycznie wyeliminuje to możliwość ruchu na takim odcinku drogi,
3. Jest czasochłonne.

Mając powyższe na uwadze należy rozważyć zastosowanie takiego rozwiązania technologicznego, które pozwala na wykorzystanie istniejących warstw konstrukcyjnych bezpośrednio jako część nowej konstrukcji drogi lub jako element wsadowy do nowych warstw konstrukcyjnych.



Należy zwrócić uwagę, że rozwiązania uwzględnione w katalogach nie są narzucone jako obowiązujące. Dopuszczalne jest również indywidualne projektowanie nawierzchni, które jest pewną alternatywą do rozwiązań katalogowych ale również rozwiązuje problem utylizacji materiałów z rozbiórki, które w świetle obowiązujących przepisów traktowane są jako odpad.

Możliwe jest wówczas zastosowanie technologii recyklingu starych warstw konstrukcyjnych na bazie, których powstają podbudowy, które pod względem trwałości nie odbiegają od tradycyjnych warstwy konstrukcyjnych. Zaliczamy do nich:

- Mieszanki mineralno-cementowo-emulsyjne MCE,
- Mieszanki mineralno-cementowe z asfaltem spienionym MCAS.

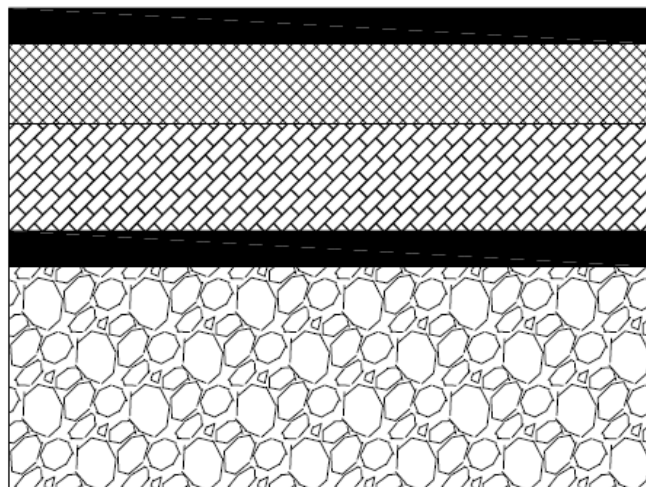


Dobór odpowiedniego rozwiązania w przypadku przebudowy winien być potwierdzony badaniami takimi jak np.: metoda ugięć oraz odwierty istniejącej nawierzchni. Pozwoli to na określenie zarówno niezbędnych warstw do wzmocnienia konstrukcji nawierzchni jak i do określenia możliwości wykorzystanie istniejącej podbudowy do procesu recyklingu. Wiedza ta jest niezbędna do oszacowania np.: ilości doziarnienia przyszłej podbudowy jak i doboru rodzaju lepiszcza.



Na uwagę zasługuje tu następujące technologie:

- ✓ MC – mieszanka mineralno-cementowa powstająca w wyniku recyklingu istniejących warstw konstrukcyjnych drogi. Technologia ta pozwala na uzyskanie warstw technologicznych o wytrzymałości do 5 MPa zastępując np.: warstwy z mieszanek stabilizowanych cementem. Technologia ta może być wykorzystywana do wykonania stabilnego podłoża G1 pod warstwy konstrukcyjne na gruntach wysadzinowych. Przykładową konstrukcję pokazano na rysunku 1.



w. ścieralna SMA 11 gr. 4cm

w. wiążąca AC WMS 22W gr. 9cm

w. podbudowy zasadniczej AC 22P gr. 12cm

w. przeciwspekaniowa SMA 8 gr. 4cm

w. z mieszanki MC o wytrzymałości C3/4 gr. 25cm

Rys. 1. Przykładowa konstrukcja z mieszanką MC



Przykładowe realizacje inwestycji z zastosowaniem MC jako podbudowy:

1. Przebudowa DW 751 na odcinku Wojciechów-Baszowice lata realizacji 2011-2012r. Długość 6 km;
2. Rozbudowa DW 751 na odcinku Nowa Słupia-Ostrowiec Świętokrzyski lata realizacji 2009-2011r. Długość 24 km;
3. Przebudowa DW 973 na odcinku Dobrowoda-Piasek wielki i Strożyska-Nowy Korczyn lata realizacji 2010-2011r. Długość 5,8 km;
4. Przebudowa DW 753 na odcinku Huta Nowa -Wólka Milanowska i 756 na odcinku Nowa Słupia-Wólka Milanowska lata realizacji 2010-2011r. Długość 10 km;
5. Przebudowa DW 763 na odcinku Radkowice-Brzeziny lata realizacji 2011r. Długość 1,2 km;
6. Przebudowa DW 973 na odcinku Piasek Wielki-Strożyska lata realizacji 2010r. Długość 3 km;
7. Przebudowa DW 973 na odcinku Radzanów-Dobrowoda lata realizacji 2009r. Długość 3,5 km;



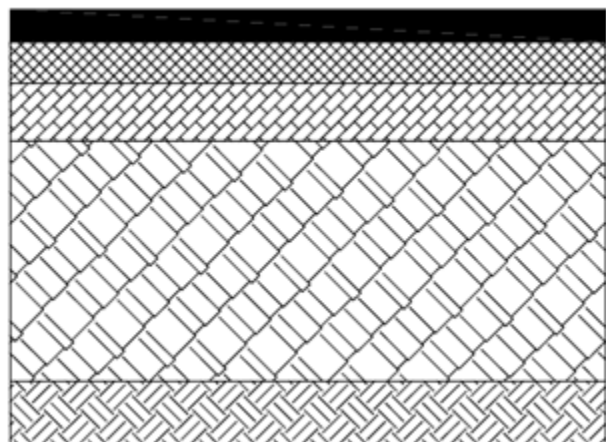
8. Przebudowa DW 973 na odcinku przejście przez Nowy Korczyn lata realizacji 2009r. Długość 1 km
9. Przebudowa DW 757 na odcinku Opatów-Kobylany lata realizacji 2008r. Długość 6,8 km;
10. Przebudowa DW 728 na odcinku Mieronice-Mniszek lata realizacji 2007-2008r. Długość 6,1 km;
11. Przebudowa DW 728 na odcinku Gnieździska-Michała Góra lata realizacji 2016r. Długość 1,3 km;
12. Rozbudowa DW 755 na odcinku Ostrowiec Świętokrzyski-Ćmielów lata realizacji 2015r. Długość 5 km;
13. Rozbudowa DW 776 na odcinku Busko-Zdrój-granica województwa lata realizacji 2011-2013r. Długość 45 km;
14. Rozbudowa DW 755 na odcinku Julianów-Ćmielów lata realizacji 2017r. Długość odcinka 5 km;

Ogólna długość dróg wykonanych w technologii MC: 123,7 km



- ✓ MCE- mieszanka mineralno-cementowo-emulsyjna o ciągłym uziarnieniu składająca się z destruktu, kruszywa doziarniającego, emulsji asfaltowej, cementu oraz wody wytworzona w miejscu wbudowania w procesie nazywanym recyklingiem głębokim na zimno lub w wytwórni stacjonarnej przystosowanej do wytwarzania mieszanek mineralno-cementowo-emulsyjnych.

Przykładową konstrukcję pokazano na rysunku 2.



w. ścieralna SMA 11 gr. 4cm

w. wiążąca AC 16W gr. 5cm

w. podbudowy zasadniczej AC 16P gr. 7cm

w. podbudowy zasadniczej z mieszanki MCE gr. 20cm

istniejąca konstrukcja

Rys. 2. Przykładowa konstrukcja z mieszanką MCE

Przykładowe realizacje inwestycji z zastosowaniem MCE jako podbudowy:

1. Przebudowa DW 728 na odcinku Mniszek-Jędrzejów lata realizacji 2004r. Długość 8 km;
2. Przebudowa DW 756 na odcinku Łągów-Wiśniowa lata realizacji 2005r. Długość 4,5 km;
3. Przebudowa DW 757 na odcinku Mostki –Staszów lata realizacji 2011r. Długość 2,5 km;
4. Przebudowa DW 728 na odcinku Czartoszowy-Gnieździska lata realizacji 2012r. Długość 6 km;
5. Przebudowa DW 753 na odcinku Huta Nowa -Wólka Milanowska i 756 na odcinku Nowa Słupia-Wólka Milanowska lata realizacji 2010-2011r. Długość 10 km;
6. Przebudowa DW 763 na odcinku od DK7 do mostu na rzece Bobrzy lata realizacji 2010r. Długość 3,4 km;
7. Przebudowa DW 728 na odcinku Gowarczów-granica województwa lata realizacji 2009-2010r. Długość 6,4 km;
8. Przebudowa DW 757 na odcinku Mostki-Staszów lata realizacji 2009-2010r. Długość 2km;

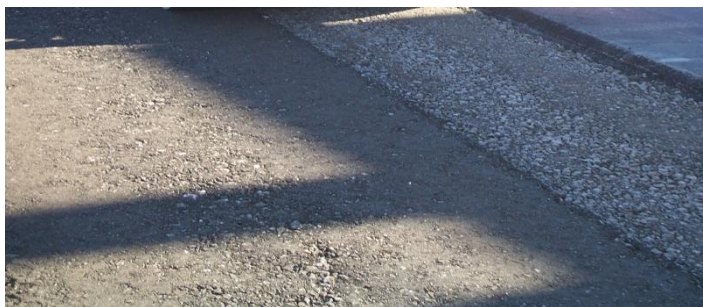


9. Przebudowa DW 745 w miejscowości Mąchocice Kapitulne lata realizacji 2009r. Długość 1,7 km;
10. Przebudowa DW 742 na odcinku Oksa-Błogoszów lata realizacji 2009r. Długość 2,8 km;
11. Przebudowa DW 766 w m. Pińczów lata realizacji 2015-2016r. Długość 2 km;
12. Przebudowa DW 746 na odcinku Modliszewice-Końskie lata realizacji 2015r. Długość 1,15 km;
13. Przebudowa DW 751 na odcinku Mirocice-Nowa Słupia lata realizacji 2015r. Długość 4 km;
14. Rozbudowa DW 742 ul. Młynarska w Włoszczowie lata realizacji 2015r. Długość 2 km;
15. Budowa DW 764 dojazd do mostu w Połańcu lata realizacji 2013-2014r. Długość 3 km;
16. Przebudowa DW 766 na odcinku Brzeście-Pińczów lata realizacji 2014r. Długość 1 km;
17. Rozbudowa DW 973 w m. Busko-Zdrój lata realizacji 2014r. Długość 4,4km;
18. Rozbudowa DW 786 na odcinku Kielce-granica województwa lata realizacji 2012-2013r. Długość 74 km;



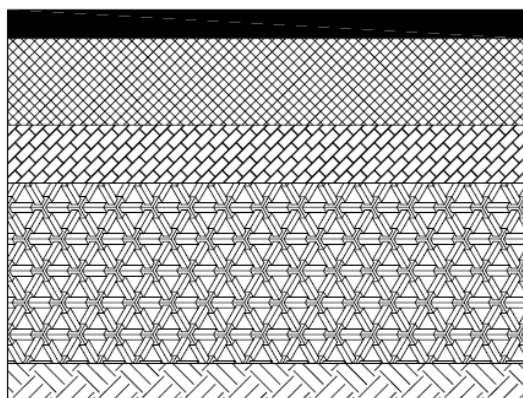
19. Przebudowa DW 745 na terenie gminy Górno lata realizacji 2013-2014r. Długość 4 km;
20. Rozbudowa drogi 728 na odcinku Sielpia Wielka-Końskie lata realizacji 2013-2014r. Długość 12 km;
21. Przebudowa DW 761 na odcinku Węzeł Jaworznia-Piekoszów lata realizacji 2016-2017. Długość 2 km;
22. Rozbudowa DW 765 na odcinku Chmielnik-Osiek lata realizacji 2013-2015r. Długość 52 km;

Ogólna długość dróg wykonanych w technologii MCE: 208,85 km



- ✓ MCAS - mieszanka mineralno-cementowa (MMC) z asfaltem spienionym o ciągłym uziarnieniu. Mieszanka MCAS powinna być tak dobrana, aby zaprojektowane uziarnienie mieściło się w krzywych granicznych. Zastosowane materiały w procesie recyklingu głębokiego metodą przetworzenia na miejscu zostają wymieszane sposobem na zimno z odpowiednią ilością cementu i asfaltu spienionego, w warunkach optymalnej wilgotności na miejscu lub wytwórni stacjonarnej.

Należy zaznaczyć, że ŚZDW jako pierwszy zarządca drogi przy ścisłej współpracy z Politechniką Świętokrzyską w szczególności z prof. dr hab. inż. Markiem Iwańskim rozpoczął proces wdrażania tej technologii na sieci dróg wojewódzkich. W chwili obecnej jest to technologia bardzo często wykorzystywana podczas przebudowy istniejących nawierzchni drogowych. Przykładową konstrukcję pokazano na rysunku 3.



w. ścieralna SMA 11 gr. 4cm

w. wiążąca AC WMS 22W gr. 12cm

w. podbudowy zasadniczej AC 22P gr. 8cm

w. podbudowy zasadniczej z mieszanki MCAS gr. 25cm

istniejąca konstrukcja

Rys. 3. Przykładowa konstrukcja z mieszanką MCAS



Przykładowe realizacje inwestycji z zastosowaniem MCAS jako podbudowy:

1. Przebudowa DW 753 na odcinku Baszowice-Trzcianka lata realizacji 2010-2011r. Długość 2 km;
2. Przebudowa DW 756 na odcinku Piasek Wielki-Strożyska lata realizacji 2016r. Długość 1,70 km
3. Przebudowa DW 756 na odcinku Brzozówka-Jastrzębiec lata realizacji 2016r. Długość 6,6 km;
4. Przebudowa DW 785 na odcinku Włoszczowa-Kurzelów lata realizacji 2016r. Długość 5,2 km;
5. Rozbudowa DW 762 na odcinku Bocheniec-obiekt mostowy na Wierna Rzeka lata realizacji 2016r. Długość 2,0 km;
6. Przebudowa DW 755 na odcinku Ożarów-Julianów lata realizacji 2010r. Długość 2,5 km;
7. Przebudowa DW 728 na odcinku Małogoszcz-Gnieździska lata realizacji 2015r. Długość 7,3 km;
8. Przebudowa DW 744 na odcinku Mirzec-granica województwa lata realizacji 2013-2015r. Długość 8,5 km



9. Przebudowa DW 752 na odcinku Krajno-Zagórze lata realizacji 2015r. Długość 3,2 km
10. Przebudowa DW 767 ul. Bohaterów Warszawy w Busku-Zdroju lata realizacji 2015r. Długość 1,0 km;
11. Przebudowa DW 973 w m Dobrowoda lata realizacji 2014-2015r. Długość 2,8 km;
12. Przebudowa DW 751na odcinku Michniów-Wzdół Rządowy lata realizacji 2014r. Długość 1,5 km;
13. Przebudowa DW 764 na odcinku Staszów-Szczeka lata realizacji 2013-2014r. Długość 12 km;
14. Przebudowa DW785 na odcinku Włoszczowa-Maluszyn lata realizacji 2016-2017. Długość 11km;
15. Przebudowa DW 756 na odcinku Szydłów-Jastrzębiec lata realizacji 2016-2017r. Długość 11km;
16. Rozbudowa DW 762 na odcinku Chęciny-Bocheniec lata realizacji 2017-2018r. Długość 10 km;
17. rozbudowa DW 764 na odcinku Ostrowiec Świętokrzyski-granica województwa lata realizacji 2017-2018r. Długość 24km

Ogólna długość dróg wykonanych w technologii MCAS: 112,3 km

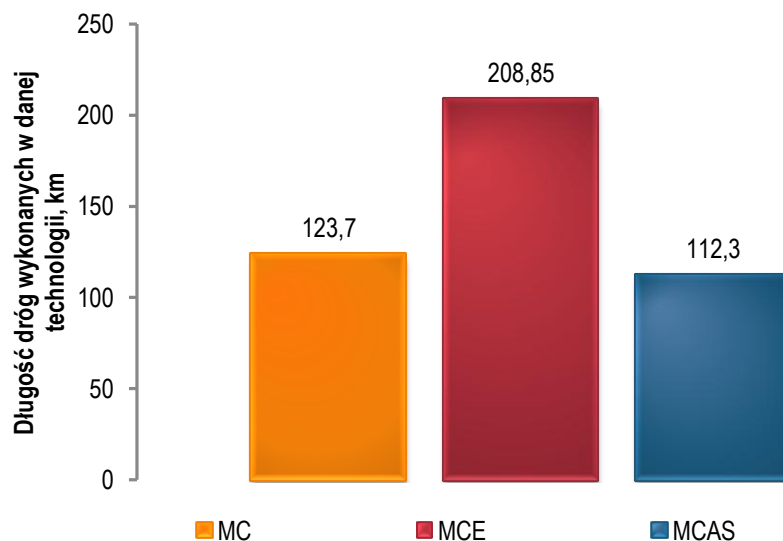




Podsumowując ogólna długość dróg poddanych recyklingowi wynosi: 444,85 km co stanowi 42,36% sieci drogowej dróg wojewódzkich.

W podziale na:

- długość dróg wykonanych w technologii MC: 123,7 km, co stanowi 11,78% sieci drogowej dróg wojewódzkich;
- długość dróg wykonanych w technologii MCE: 208,85 km, co stanowi 19,89% sieci drogowej dróg wojewódzkich;
- długość dróg wykonanych w technologii MCAS: 112,3 km, co stanowi 10,69% sieci drogowej dróg wojewódzkich;

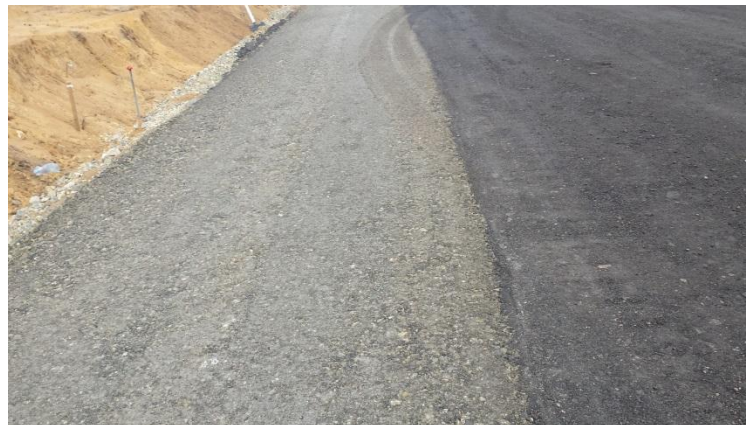


Najstarszym odcinkiem wykonanym w technologii MC jest odcinek DW 728 Mieronice-Mniszek realizowany w latach 2007-2008r. o długość 6,1 km;

Najstarszym odcinkiem wykonanym w technologii MCE jest odcinek Mniszek-Jędrzejów realizowany w 2004r. o długość 8 km;

Najstarszym odcinkiem wykonanym w technologii MCAS jest odcinek Baszowice-Trzcianka lata realizacji 2010-2011r. Długość 2 km.

Z prowadzonych obserwacji jednoznacznie wynika, że pomimo wzrostu udziału pojazdów ciężkich zastosowane podbudowy nie wykazują cech zniszczenia.



Technologia recyklingu zalecana jest do stosowania w przypadku możliwości korekty niwelety polegającej na jej podniesieniu w stosunku do stanu pierwotnego, ma to miejsce w szczególności poza terenami zabudowanymi.

W terenach zabudowanych, w miejscowościach o zwartej zabudowie podniesienie niwelety może powodować zakłócenie istniejących stosunków wodnych i wówczas pozostaje konieczność wymiany warstw konstrukcyjnych. Jednakże nic nie stoi na przeszkodzie aby pozyskane materiały stanowiły podstawę do wykonanie nowych podbudów w oparciu o metody recyklingu.

Należy zwrócić uwagę, że wykonanie recyklingu można wykonać na miejscu poprzez zastosowanie dostępnych sprzętów budowlanych, jak i w wytwórni stacjonarnej lub mobilnej.



Korzyści wynikające z stosowania recyklingu głębokiego na zimno

- ponowne wykorzystanie materiałów z istniejącej nawierzchni,
- zmniejszenie ilości stosowania nowych materiałów do budowy nowej warstwy konstrukcyjnej,
- stosowanie materiałów o niższych parametrach tj. o wysokim stopniu zapylenia,
- ochrona środowiska związana z utylizacją materiałów poprzez ich powtórne wykorzystanie,
- zwiększenie nośności drogi do 115 kN/oś,
- oszczędność czasu,
- korzyści ekonomiczne.



DZIĘKUJĘ ZA UWAGĘ

