



**POLITECHNIKA
GDAŃSKA**

Recykling na zimno w przebudowie dróg o mniejszym obciążeniu ruchem

Dr inż. Bohdan Dołżycki

Katedra Inżynierii Drogowej i Transportowej

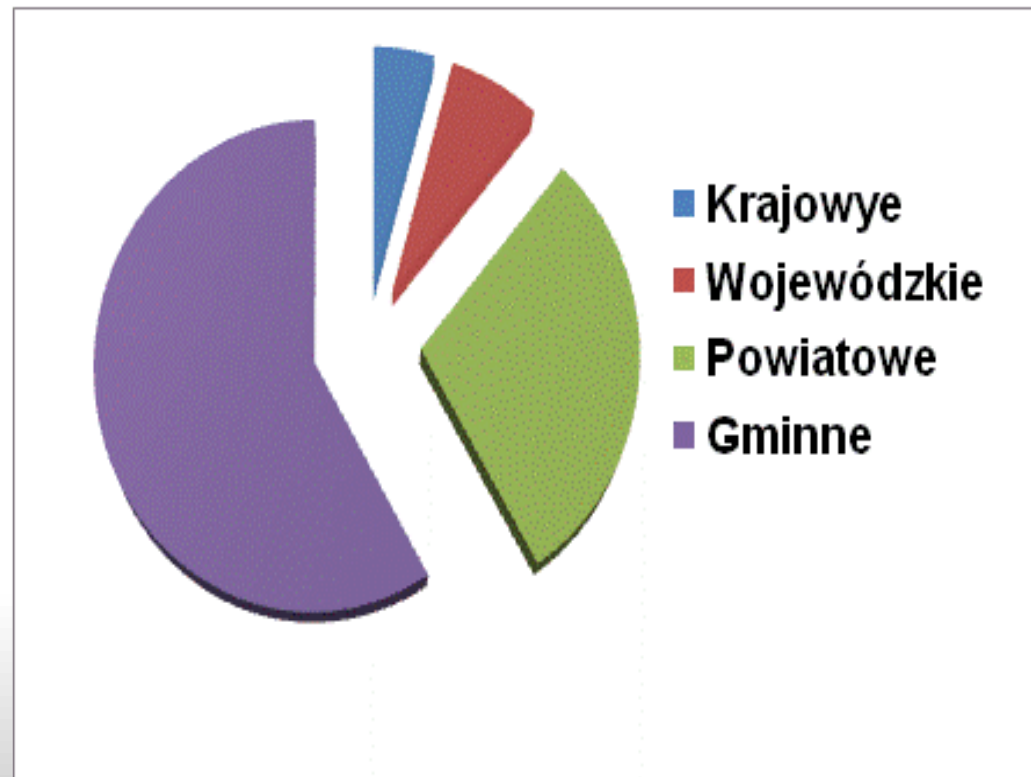
Politechnika Gdańska

bohdan.dolzycki@pg.edu.pl

V KRAKOWSKIE DNI NAWIERZCHNI 2018 Kraków, 14-16 listopada 2018 r.

www.konferencjespecjalistyczne.pl

- Dróg w Polsce jest 419 636km
- Z tego:
 - Krajowych 19 292
 - Wojewódzkich 29 108
 - Powiatowych 125 092
 - Gminnych 246 142



KRAJOWE



WOJEWÓDZKIE



POWIATOWE I GMINNE



Główne problemy:

- **Wiek nawierzchni – 20 lat i więcej,**
- **Brak odpowiedniej nośności – drogi dla innych obciążeń,**
- **Zły stan techniczny – nierówności, wyboje, spękania,**
- **Brak wymaganych parametrów technicznych,**
- **Lepiszczce smołowe – problem z utylizacją.**

Główne potrzeby:

- **Dostosowanie do nowych obciążeń,**
- **Dostosowanie do obecnie wymaganych parametrów technicznych,**
- **Zastosowanie rozwiązań przyjaznych środowisku naturalnemu.**
- **Zastosowanie rozwiązań atrakcyjnych ekonomicznie.**

Działania dla dróg:

■ Remonty:

- Nie poprawiamy znacząco nośności.
- Brak możliwości poważniejszych korekt istniejącej geometrii.
- Często odtwarzają się wcześniejsze uszkodzenia – zły odbiór społeczny.

■ Przebudowy:

- Poprawiamy nośność.
- Możliwa korekta geometrii drogi zarówno w planie jak i profilu.
- Możemy przetworzyć całą nawierzchnię.

Dlaczego recykling na zimno? Umożliwia:

- 1. Wzmocnienie nawierzchni.**
- 2. Zapewnienie wymaganej odporności na wysadziny.**
- 3. Korektę przebiegu w planie i profilu.**
- 4. Przetworzenie warstw bitumicznych, podbudów związanych i nie związanych.**
- 5. Przetworzenie warstw zawierających smołę.**

Problemy:

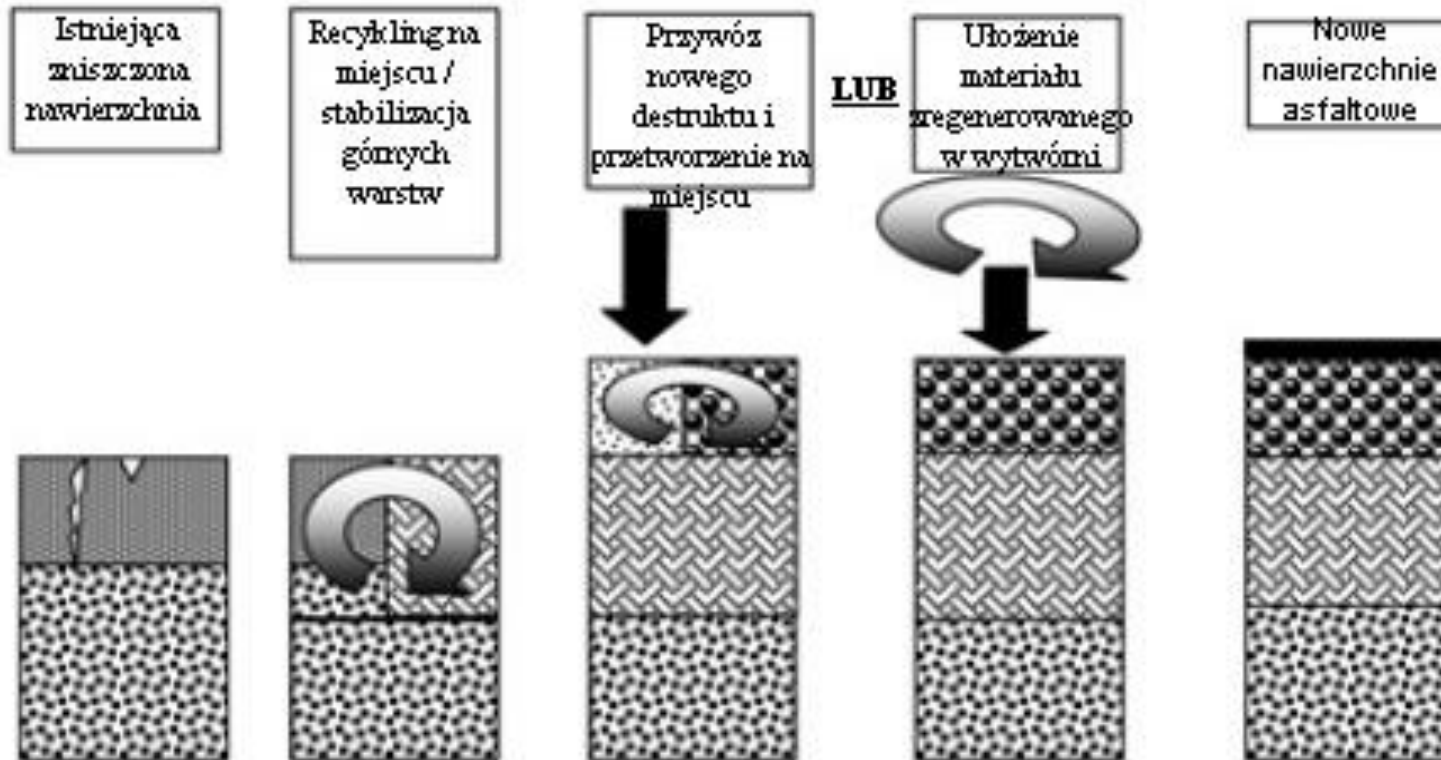
1. **Ograniczenia w ruchu w czasie prowadzenia prac – droga wymaga zamknięcia.**
2. **Specjalistyczny sprzęt – coraz powszechniejszy w Polsce.**
3. **Ograniczeniem są podbudowy z kostki kamiennej, bruku kamiennego, itp.**
4. **Brak wymaganej ilości destruktu bitumicznego do recyklingu nawierzchni.**

Dwa rodzaje mieszanek :

- **Mieszanki mineralno-cementowo-emulsyjne (MCE).**
- **Mieszanki z zastosowaniem asfaltu spienionego.**

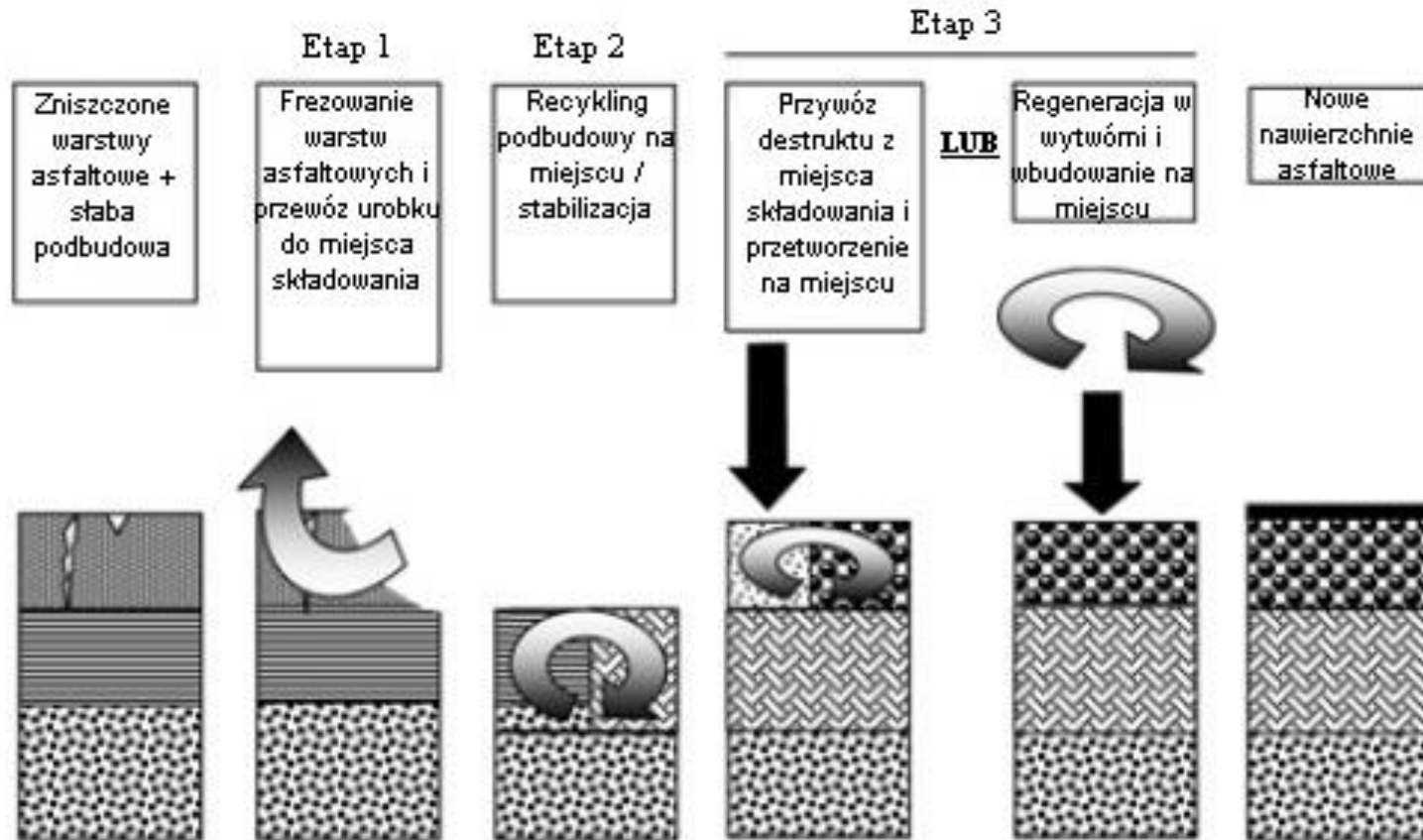
Recykling na zimno (2):

Możliwe działania:



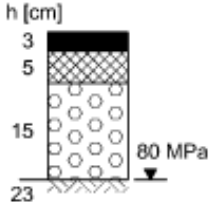
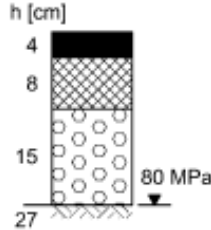
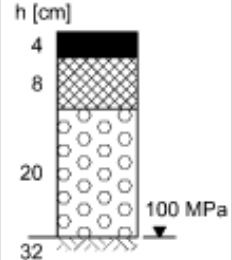
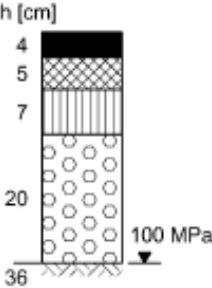
Recykling na zimno (3):

Możliwe działania:








Jak projektować:

■ Katalog KTKN PiP 2014:

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

Recykling na zimno (5):

- **Projektowanie indywidualne:**
 - Metody mechanistyczne,
 - Metody empiryczne (CBR, AASHTO).

Recykling na zimno (6):

Projektowanie indywidualne, korzyści:

- Dostosowanie grubości do obciążeń.
- Dowolne kształtowanie grubości warstw.
- Uwzględnienie lokalnych uwarunkowań.

Projektowanie indywidualne, problemy:

- Jak przyjmować stałe materiałowe:
 - $E = 1500 \text{ MPa}$,
- Jaki przyjmować model konstrukcji nawierzchni:
 - Nawierzchnia podatna.
- Jaki model dla warstwy z recyklingu na zimno:
 - Warstwa podatna, niebitumiczna, niezawiązana spoiwem.

Koncepcja nawierzchni (1)

Układ warstw w nawierzchni:

Warstwy bitumiczna
Grubość wynika z potrzeb
AC, SMA, SMA JENA, Slurry seal,

Podbudowa z mieszanki MCE
Grubość wynika z możliwości materiałowych
Ile mamy materiału do recyklingu na zimno

Ulepszenie podłoża lub warstwa mrozoochronna - doprowadzenie
do wymaganej nośności
Rodzaj i grubość zależy od warunków gruntowo-wodnych

Koncepcja nawierzchni (2)

Ulepszone podłoże lub warstwa mrozochronna:

- Zapewnienie odpowiedniej nośności,
- Zapewnienie wymaganej odporności na powstawanie wysadzin,
- Maksymalne wykorzystanie materiałów lokalnych,
- Technologie stabilizacji na miejscu.

Podbudowa wytworzona w technologii recyklingu na zimno:

- Maksymalne przetworzenie istniejących warstw zarówno bitumicznych jak i niżej leżących.

Warstwy bitumiczne:

- Zapewnienie odpowiedniej nośności,
- Dostosowane do przewidywanych obciążeń,
- Ruch KR3 - KR4:
 - AC, SMA - klasyczne mieszanki mineralno-asfaltowe
- Ruch KR1 – KR2:
 - AC, SMA - klasyczne mieszanki mineralno-asfaltowe.
 - Nakładki jednowarstwowe (np. SMA JENA, AC TD).
 - AC+ Mieszanki typu *slurry seal*,
- Ruch poniżej KR1 – KR2:
 - Mieszanki typu *slurry seal*,
 - Powierzchniowe utwalenie,
 - Nakładki jednowarstwowe (np. SMA JENA, AC TD).

PRZYKŁAD

Stan istniejący (1):



Stan nawierzchni:

- Na całym odcinku zły a nawet bardzo zły.
- Konstrukcja:
 - Warstwy bitumiczne, od 5 do 21 cm, średnio 10,7 cm,
 - Kruszywo przekruszone, od 6 do 34 cm, średnio 17,6 cm.
 - Podkład kamienny, od 6 do 36 cm, średnio 12,1 cm.
- Podłoże:
 - Grunty piaszczyste, zaliczane do grupy nośności G1,
 - Grunty spoiste, gliny, piaski gliniaste, zaliczane do grupy nośności G4.
 - Gruntu organiczne lokalnie wokół przepustów.

Założenia:

Konstrukcja:

- Obciążenie - ruch KR2,
- Odporna na powstawanie wysadzin – $h_z = 1,0$ m.
- Wykorzystująca w maksymalnym stopniu materiały z rozbiórki.

**Ze względu na korektę geometrii –
wymagana nowa konstrukcja**

Rozwiązanie (1):

Nowa konstrukcja nawierzchni:

Wariant 1

Konstrukcja podatna z podbudową z mieszanki niezwiązanej według „Katalogu typowych konstrukcji nawierzchni podatnych i półsztywnych” 2014

Wariant 2

Konstrukcja podatna z podbudową z mieszanki mineralno-cementowo-emulsyjnej według indywidualnego projektu.

Rozwiązanie (2):

<i>Warstwa ściernalna, mastyks grysowy SMA 8 50/70 Grubość 4 cm</i>			
<i>Warstwa wiążąca, beton asfaltowy AC 16W 50/70 Grubość 8 cm</i>			
<i>Podbudowa, mieszanka niezwiązana 0/31,5 C50/30, CBR≥80% Grubość 22 cm</i>			
<i>Podłoże gruntowe, grupa nośności G1</i>	<i>Warstwa mrozochronna C1,5/2 Grubość 15 cm</i>	<i>Warstwa mrozochronna C1,5/2 Grubość 22 cm</i>	<i>Warstwa mrozochronna C1,5/2 Grubość 31 cm</i>
	<i>Podłoże gruntowe, grupa nośności G2</i>		
<i>H = 34 cm</i>	<i>H = 49 cm > H_{min} = 45 cm</i>	<i>H = 56 cm > H_{min} = 55 cm</i>	<i>H = 65 cm = H_{min} = 65 cm</i>

Konstrukcja podatna z podbudową z mieszanki niezwiązanej według „Katalogu 2014”

Rozwiązanie (3):

Warstwa SMA JENA 16 50/70

Grubość 8 cm

Podbudowa, mieszanka mineralno-cementowo-emulsyjna

Grubość – 15 cm

<i>Podłoże gruntowe, grupa nośności G1</i>	<i>Warstwa mrozochronna C1,5/2 Grubość 22 cm</i>	<i>Warstwa mrozochronna C1,5/2 Grubość 32 cm</i>	<i>Warstwa mrozochronna C1,5/2 Grubość 42 cm</i>
	<i>Podłoże gruntowe, grupa nośności G2</i>		
<i>H = 34 cm</i>	<i>H = 45 cm = Hmin = 45 cm</i>	<i>H = 55 cm = Hmin = 55 cm</i>	<i>H = 65 cm = Hmin = 65 cm</i>

Konstrukcja podatna z podbudową z mieszanki mineralno-cementowo-emulsyjnej

Co jest ważne:

- 1. Mniej warstw i cieńsze warstwy**
 - 1. Korzyść ekonomiczna,**
 - 2. Krótszy czas realizacji zadania,**
 - 3. Mniej odpadów.**
- 2. Wymagane przestrzeganie wymogów technologicznych – tu nie ma czym przykryć niedoróbek.**
- 3. Istnieje ryzyko pojawienia się spękań odbitych – uszczelnić je jak się pojawią.**

- **Projektowanie technologii budowy oraz przebudów istniejących dróg jest trudnym wyzwaniem.**
- **Odpowiedni dobór technologii to gwarancja trwałego i relatywnie korzystnego pod względem ekonomicznym rozwiązania .**
- **Recykling głęboki na zimno to jedno z rozwiązań, które może być korzystne w takim przypadku.**

DZIKUJĘ ZA UWAGĘ

