

30+ czyli doświadczenia krajowe w recyklingu na gorąco

dr hab. inż. **Jan Król**, PW, inż. **Karol Gałązka**, Budimex S.A.

mgr inż. **Andrzej Szyller**, Budimex S.A. dr inż. **Wojciech Bańkowski**, IBDiM

- Prezentacja projektu INNGA
 - Metoda na gorąco – równoległa suszarka bębnowa
 - Przygotowanie granulatu na potrzeby projektu INNGA
 - Produkcja i wbudowanie mieszanek w ramach projektu INNGA
 - Wyniki badań mieszanek wbudowanych w odcinek testowy DK 78
- Wymagania krajowe dla granulatu a „metoda na gorąco”
- Podsumowanie

Projekt badawczo - rozwojowy pt. „**Destrukt: Innowacyjna technologia mieszanek mineralno-asfaltowych z zastosowaniem materiału z recyklingu nawierzchni asfaltowej**”

Realizacja w latach: 2015-2018

Konsorcjum

- Instytut Badawczy Dróg i Mostów – **lider**
- Politechnika Warszawska – Wydział Inżynierii Lądowej
- BUDIMEX S.A.



Projekt współfinansowany ze środków NCBiR i realizowany w ramach III Konkursu Innotech



DOTACJE NA INNOWACJE

Odcinki testowe.



Ul. Kielecka – długość odcinka 440 m, szerokość 7,0 m.

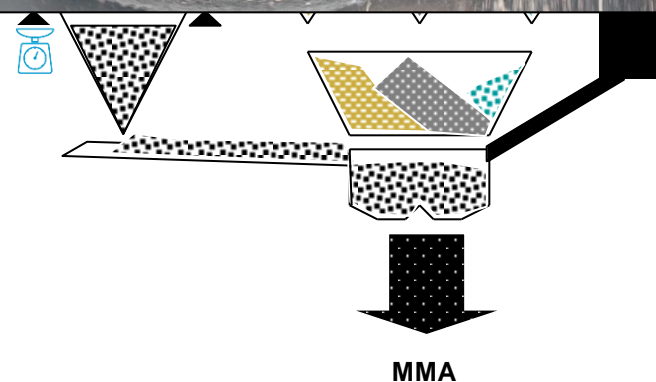
- **AC 11 S PMB 45/80-55 KR 3-4 – 15% GRA.**
- **AC 16 W PMB 25/55-60 KR 3-4 – 50% GRA.**
- **AC 22 P 35/50 KR 3-7 – 50% GRA.**

Odcinki testowe.




DK 78 – długość odcinka 1000 m, szerokość 2 x 3,5 m

- **SMA 11 PMB 45/80-55 KR 3-7 – 30% GRA.**
- **AC WMS 16 PMB 25/55-60 KR 3-7 – 50% GRA.**






struktura granulatu w dozatorze

- temperatura otoczenia
- wilgotność  2-4%
- wielkość kawałka $U = 45mm$



struktura granulatu po „czarnym bębnie”

- temperatura 120 – 130 °C
- wilgotność  $\approx 0\%$
- wielkość kawałka $U = D$

Destrukt pozyskano z istniejącej obwodnicy Jędrzejowa w ciągu drogi S7
Nawierzchnia eksploatowana 11 lat.



(źródło – gogle)

Frezowanie selektywne nawierzchni.

- warstwa ścierna na głębokość 4,0 cm,
- warstwa wiążąca 4,0 – 6,0 cm.

Pozyskano;

- Ok 2000 t destruktu z warstwy ścieralnej – SMA 0/12,8
- Ok 2500 t destruktu z warstwy wiążącej – AC (BA) W 0/20



U – 150 mm



Wynik badania jednorodności destruktu z warstwy ścieralnej

Oznaczenie destruktu asfaltowego: **150 RA 0/11 mm**

Wielkość kawałka destruktu: **150 mm.** ?

Zawartość materiałów obcych wg PN-EN 12697-42:

Rodzaj materiału obcego	Jednostka	Wynik	Kategoria
Materiały obce z grupy 1	[%]	brak	FM _{1,02}
Materiały obce z grupy 2	[%]	brak	

Rodzaj lepiszcza wg PN-EN 13108-8:

Właściwość a_i	Najwyższy wynik z n próbek	Średni wynik z n próbek	Kategoria
Temperatura mięknięcia lepiszcza odzyskanego [°C]:	62,1	57,4	S ₇₀

Jednorodność granulatu asfaltowego:

Właściwość a_i	Jednostka	Rozpiętość wyników z n próbek	Rozstęp wyniku a_i
Temperatura mięknięcia lepiszcza odzyskanego;	[°C]	54,4 - 62,1	7,7
Zawartość lepiszcza rozpuszczalnego (m/m);	[%]	5,7 - 6,1	0,4
Kruszywo o uziarnieniu < 0,063 mm, (m/m);	[%]	13,2 - 14,3	1,1
Kruszywo o uziarnieniu od 0,063 do 2,0 mm, (m/m);	[%]	13,6 - 23,5	9,9
Kruszywo o uziarnieniu > 2,0 mm, (m/m);	[%]	62,4 - 73,0	10,6

Dodatkowe parametry:

Właściwość a_i	Jednostka	Rozpiętość wyników z n próbek	Rozstęp wyniku a_i
Gęstość destruktu :	[kg/m ³]	2473 - 2489	16,0
Nawrót sprężysty asfaltu:	[%]	60 - 66	6
Temp. łamliwości wg Fraassa:	[°C]		-16,1

Wymagania WT-2 2014

Kategoria
FM _{1,02}

Kategoria
S ₇₀

Dopuszczalny rozstęp wyników
8,0
1,0
6,0
16,0
16,0

Dopuszczalny rozstęp wyników
-
-

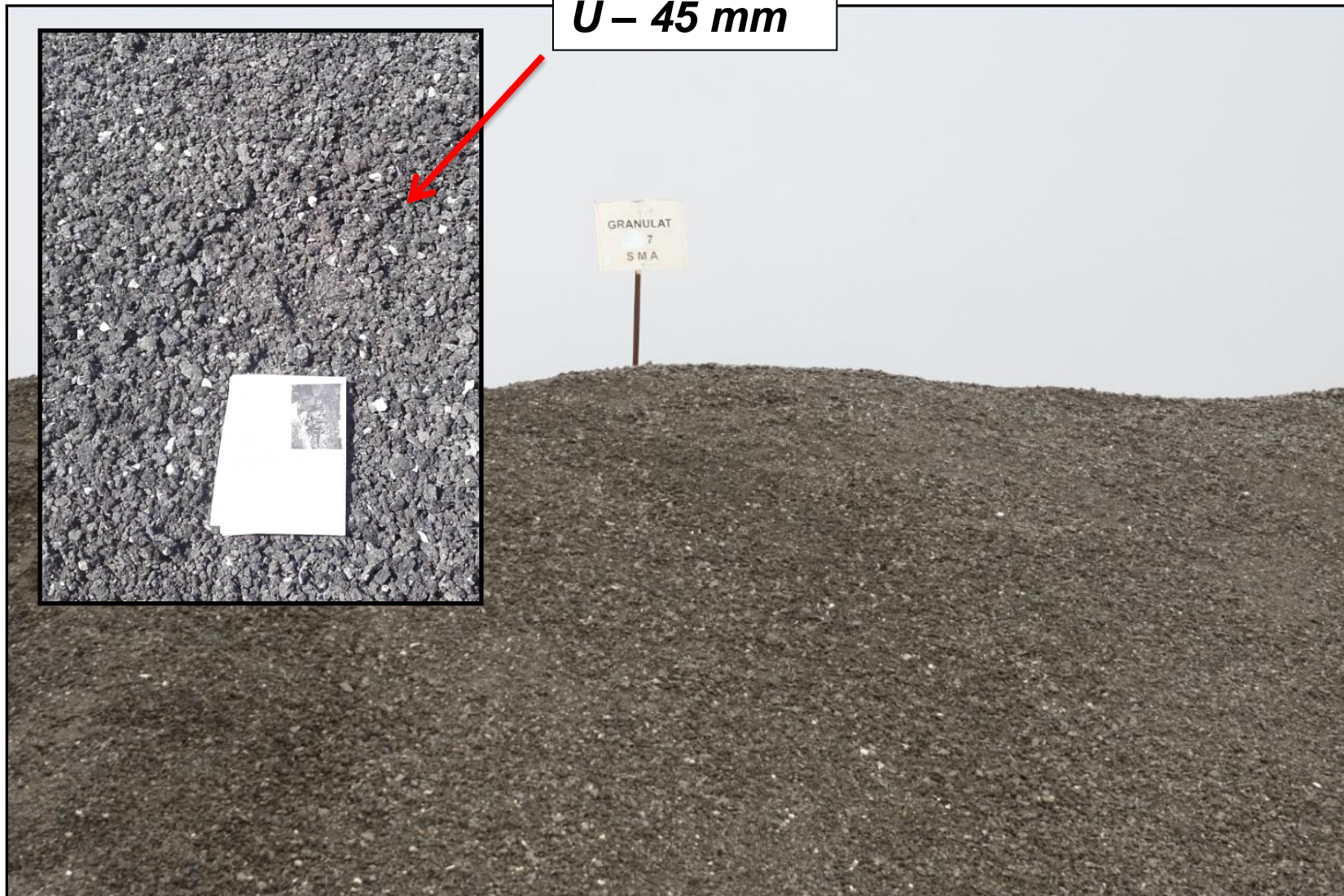
Dozatory granulatu asfaltowego



Przetworzenie (granulowanie) destruktu.



U – 45 mm



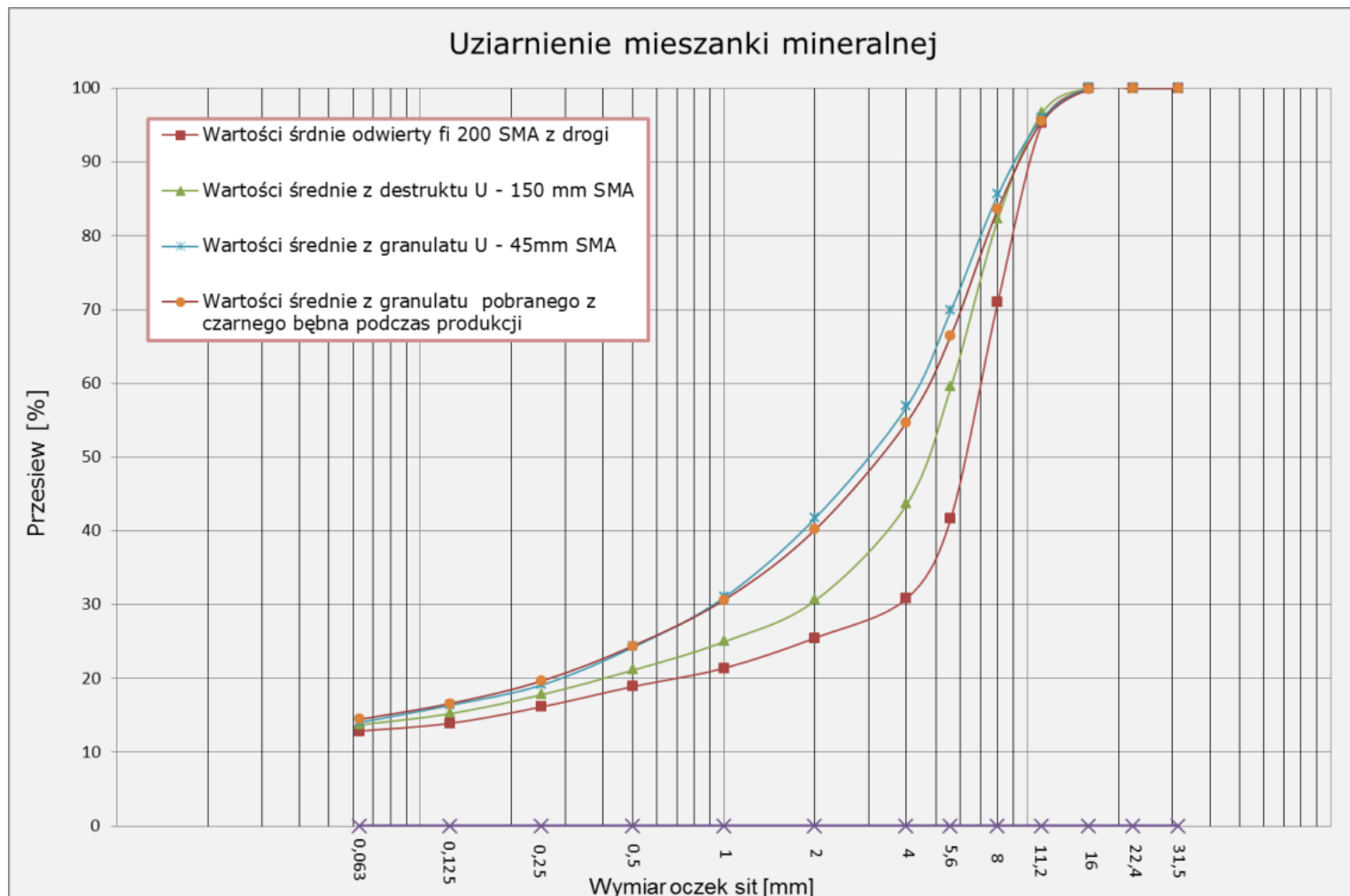
Ocena parametrów partii granulatu



Oznaczenie granulatu asfaltowego: 45 GRA 0/11 mm				150 RA 0/11 mm		Wymagania WT-2 2014
Wielkość kawałka granulatu: 45 mm.				150 mm.		
Zawartość materiałów obcych wg PN-EN 12697-42:						
Rodzaj materiału obcego	Jednostka	Wynik	Kategoria		Kategoria	Kategoria
Materiały obce z grupy 1	[%]	brak	FM _{1/02}		FM _{1/02}	FM _{1/02}
Materiały obce z grupy 2	[%]	brak				
Rodzaj lepiszcza wg PN-EN 13108-8:						
Właściwość a_1	Najwyższy wynik z n próbek	Średni wynik z n próbek		Kategoria		Kategoria
Temperatura mięknięcia lepiszcza odzyskanego [°C]:	63,8	62,0		S ₇₀		S ₇₀
Jednorodność granulatu asfaltowego:						
Właściwość a_1	Jednostka	Rozpiętość wyników z n próbek		Rozstęp wyniku a_1		Dopuszczalny rozstęp wyników
Temperatura mięknięcia lepiszcza odzyskanego;	[°C]	59,4 - 63,8		4,4		8,0
Zawartość lepiszcza rozpuszczalnego (m/m);	[%]	5,8 - 6,2		0,4		1,0
Kruszywo o uziarnieniu < 0,063 mm, (m/m);	[%]	13,4 - 15,0		1,6		6,0
Kruszywo o uziarnieniu od 0,063 do 2,0 mm, (m/m);	[%]	23,5 - 30,0		6,5		16,0
Kruszywo o uziarnieniu > 2,0 mm, (m/m);	[%]	55,8 - 61,5		5,7		16,0
Dodatkowe parametry:						
Właściwość a_1	Jednostka	Rozpiętość wyników z n próbek		Rozstęp wyniku a_1		Dopuszczalny rozstęp wyników
Gęstość destruktu :	[kg/m ³]	2475 - 2484		14,0		-
Nawrót sprężysty asfaltu:	[%]	60 - 62		2		-



Wpływ granulowania na uziarnienie MM w GRA.



Parametry produkcji ...

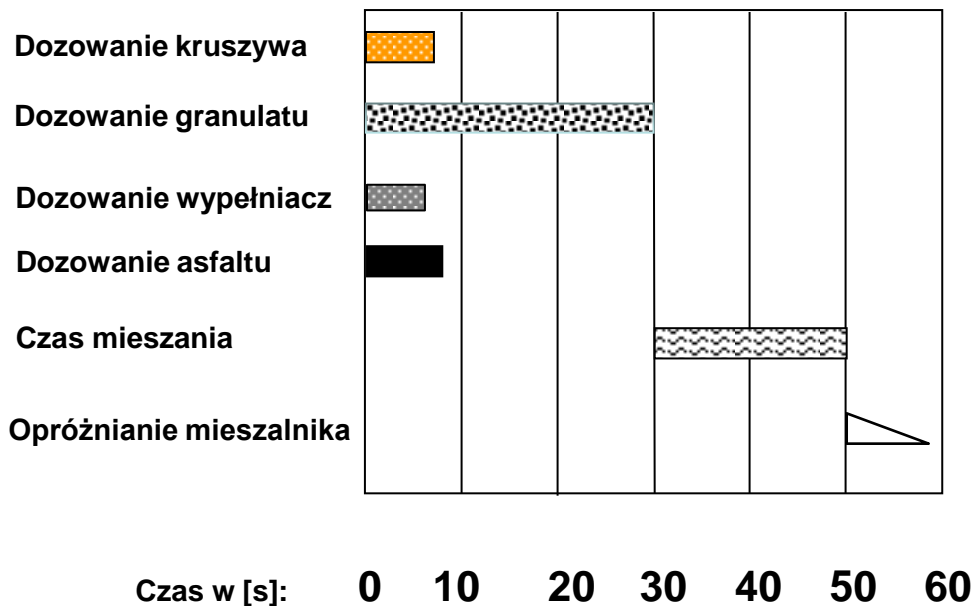


Parametry produkcji ...

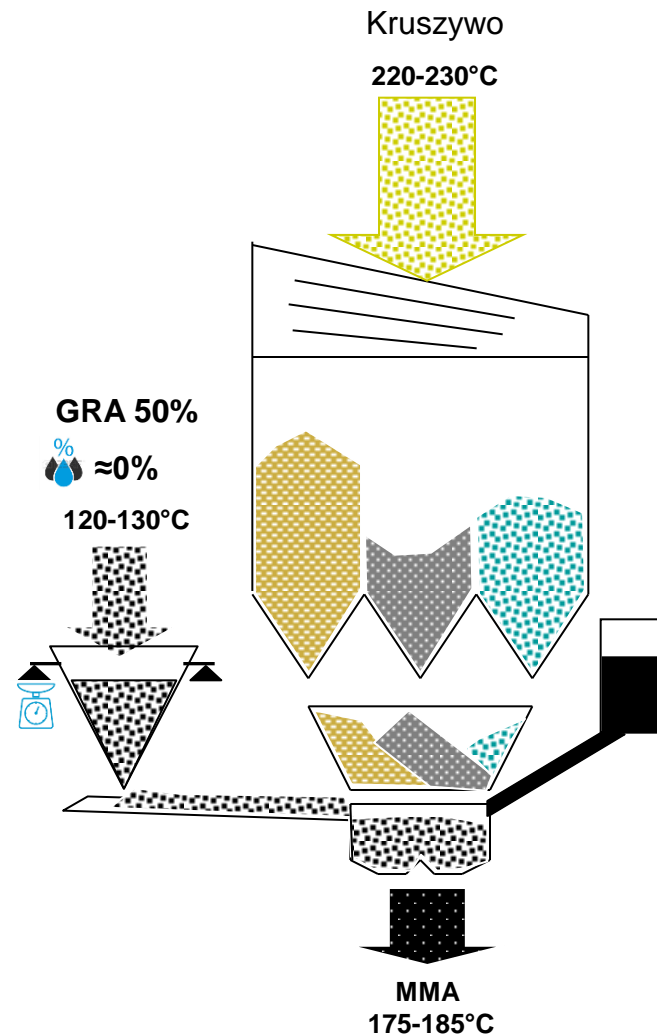
Zarób 2400 kg

Ilość zadozowanego GRA – 1200 kg

cykl mieszania



temperatury technologiczne



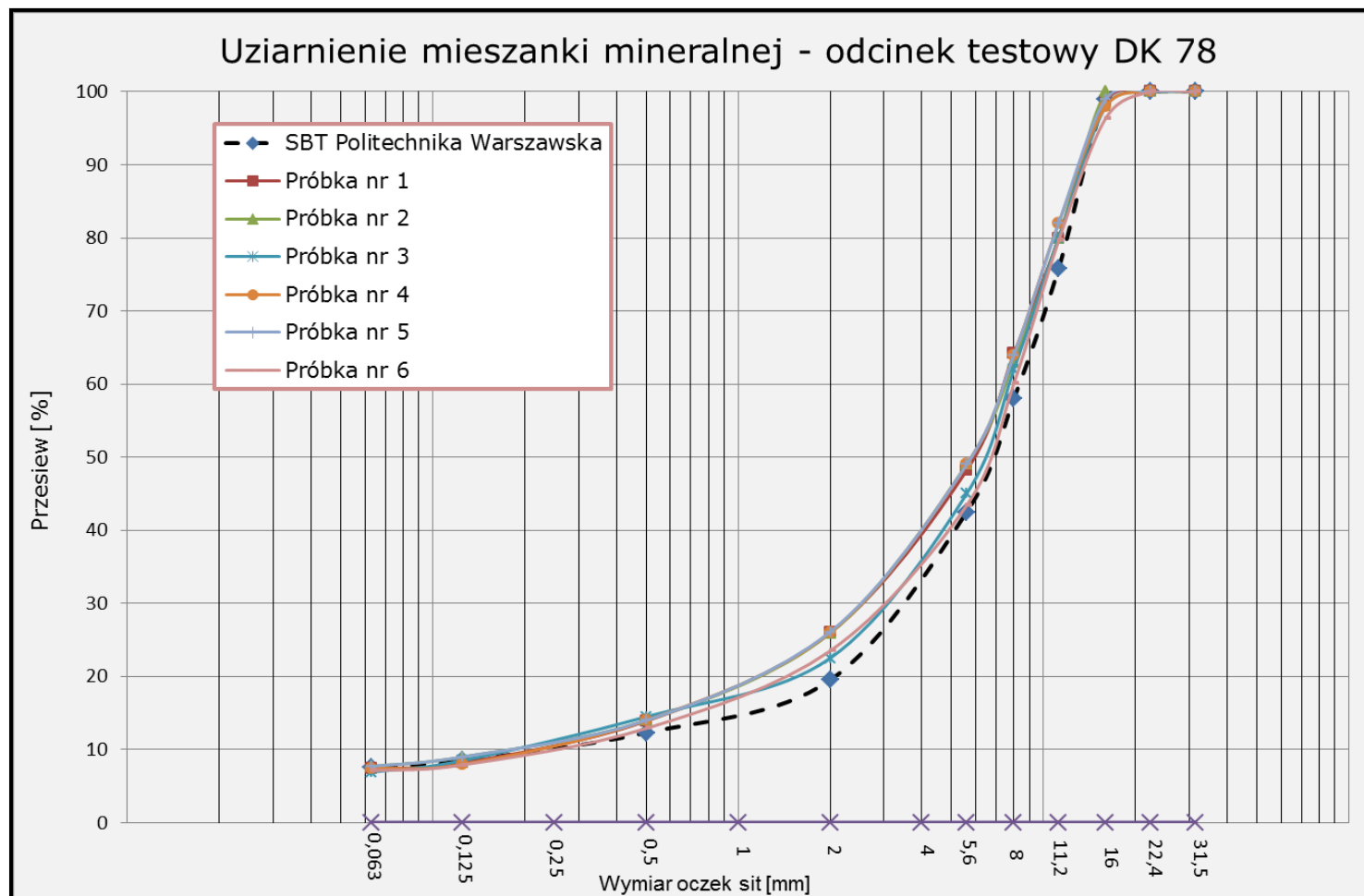
Z odcinka pobrano po 6 próbek – z każdego rodzaju MMA w celu określenia stabilności produkcji.



Wyniki AC WMS

		Badanie Typu	Próbka nr 1	Próbka nr 2	Próbka nr 3	Próbka nr 4	Próbka nr 5	Próbka nr 6
Uziarnienie MM		Przesiew	przesiew	przesiew	przesiew	przesiew	przesiew	przesiew
	22,4	100	100	100	100	100	100	100
	16	99,8	98,7	100	98,0	98,4	99,2	96,4
	11,2	75,8	79,9	80,0	80,4	82,0	82,3	79,6
	8	58,0	64,2	63,0	62,1	64,2	64,5	60,1
	5,6	42,5	48,2	49,0	45,0	49,1	49,0	43,4
	2,0	19,5	26,0	25,9	22,5	26,0	26,3	23,5
	0,5	12,3	13,9	14,0	14,5	14,2	14,4	12,9
	0,125	8,5	8,2	9,0	8,5	8,0	9,0	7,9
0,063	7,6	7,4	7,7	6,9	7,4	7,7	7,1	
Zawartość asfaltu	asfalt rozpuszczalny [%]	5,1	5,3	5,2	5,2	5,0	5,0	5,2
Właściwości fizyczne	gęstość w wodzie [kg/m ³]	2460	2485	2487	2489	2492	2496	2494
	gęstość objętościowa [kg/m ³]	2383	2435	2439	2421	2440	2435	2425
	wolna przestrzeń w MMA Vm [%]	3,1 (2,0-3,5)	2,0	1,9	2,7	2,1	2,4	2,8

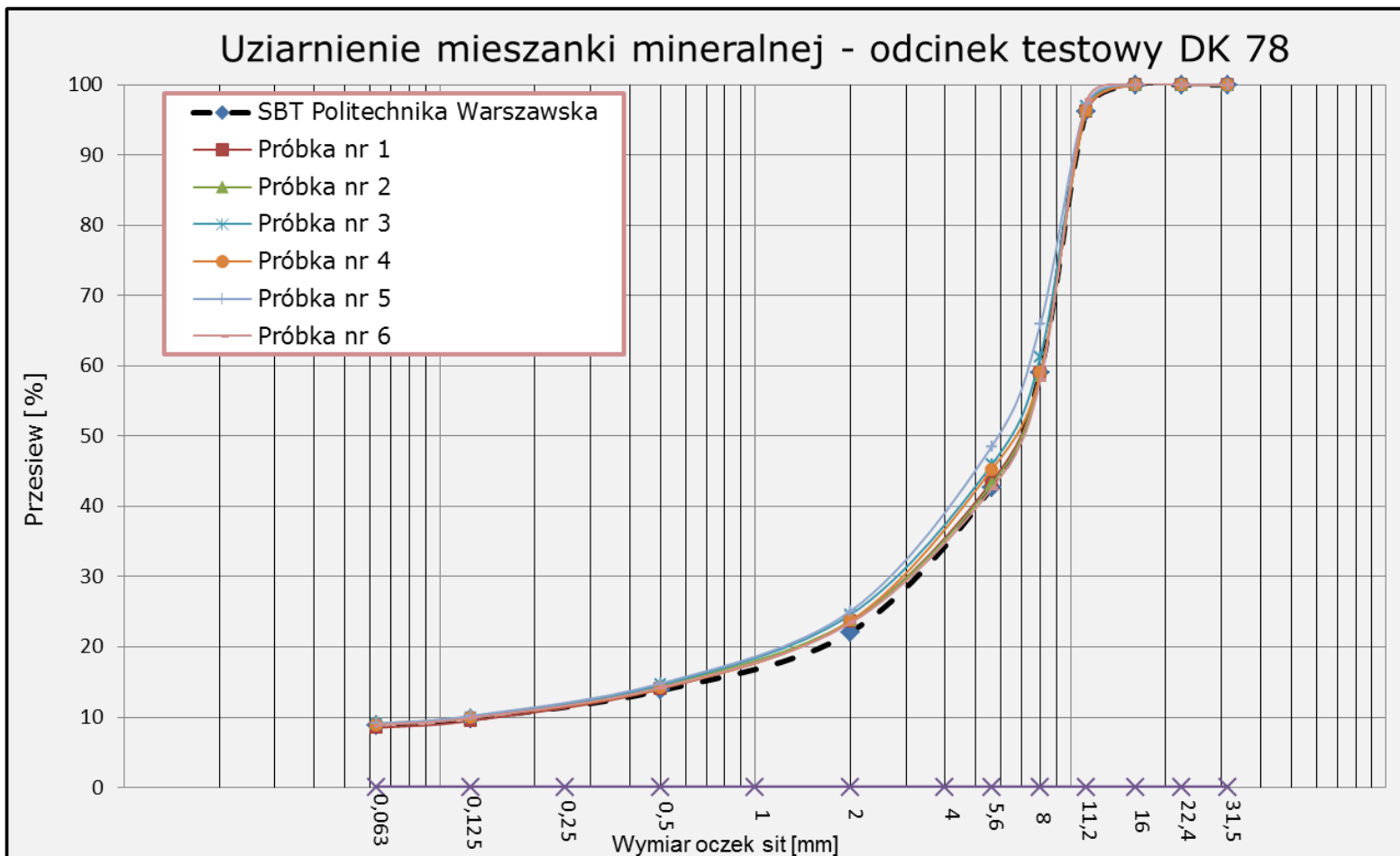
AC WMS – 50% GRA



Wyniki SMA

		Badanie Typu	Próbka nr 1	Próbka nr 2	Próbka nr 3	Próbka nr 4	Próbka nr 5	Próbka nr 6
Uziarnienie MM		Przesiew	przesiew	przesiew	przesiew	przesiew	przesiew	przesiew
	16	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
	11,2	96,2	96,1	97,7	96,4	97,2	96,9	96,3
	8	59,1	58,9	57,9	58,6	65,9	61,3	59,0
	5,6	42,7	43,5	42,5	43,1	48,5	45,9	45,2
	2,0	22,1	23,6	23,4	23,7	25,1	24,6	23,7
	0,5	13,8	14,0	14,2	14,5	14,8	14,6	14,1
	0,125	9,8	9,5	9,9	10,1	10,2	10,0	9,9
	0,063	8,8	8,5	8,9	9,1	9,1	9,0	8,9
Zawartość asfaltu	asfalt rozpuszczalny [%]	6,2	6,2	6,3	6,4	6,5	6,4	6,3
Właściwości fizyczne	gęstość w wodzie [kg/m ³]	2460	2422	2435	2437	2429	2428	2432
	gęstość objętościowa [kg/m ³]	2383	2340	2343	2343	2347	2347	2336
	wolna przestrzeń w MMA Vm [%]	3,1 (2,0-3,5)	3,4	3,8	3,9	3,4	3,3	3,9

SMA – 30% GRA



Parametry funkcjonalne wbudowanych mieszanek.

Parametr		AC WMS – 50% GRA	SMA – 30% GRA
Deformacje- mały aparat met. B w powietrzu, temp. 60 °C	proporcjonalna głębokość koleiny PRD _{AIR} [%]	-	5,5
	przyrost koleiny WTS _{AIR}	-	0,07
Deformacje - duży aparat temp. 60 °C, 30000 cykli	P [%]	4,5	6,3
Odporność na działanie wody.	ITSR %	83,5	90,4
Spękania niskotemperaturowe.	temperatura pęknięcia [°C]	-21,2	-27,5
	naprężenia niszczące [MPa]	3,3	3,9
Moduł sztywności - 4PB-PR temp. 60 °C, 10 Hz	S [MPa]	15074	-
	kąt przesunięcia fazowego [°]	10,8	-
Trwałość zmęczeniowa	ε ₆ [μm/m]	189	-

AC WMS 16 PMB 25/55-60 KR 3-7 – 50% GRA – gr 6,0 cm – 1100 ton



SMA 11 PMB 45/80-55 KR 3-7 – 30% GRA – gr 4,0 cm – 720 ton



Parametry wbudowanej warstwy wiążącej - AC WMS – 50% GRA

Parametr		Próbka nr 1	Próbka nr 2	Próbka nr 3	Próbka nr 4
Grubość warstwy [cm]:		6,6	6,5	6,4	6,7
Wskaźnik zagęszczenia Wz [%]		99,6	99,3	100,6	98,8
Wolna przestrzeń Vm [%]		2,4	2,4	2,2	4,0
Deformacje- mały aparat met. B w powietrzu, temp. 60 °C	proporcjonalna głębokość koleiny PRD _{AIR} [%]	3,7	2,6	3,2	3,9
	przyrost koleiny WTS _{AIR}	0,05	0,07	0,07	0,06

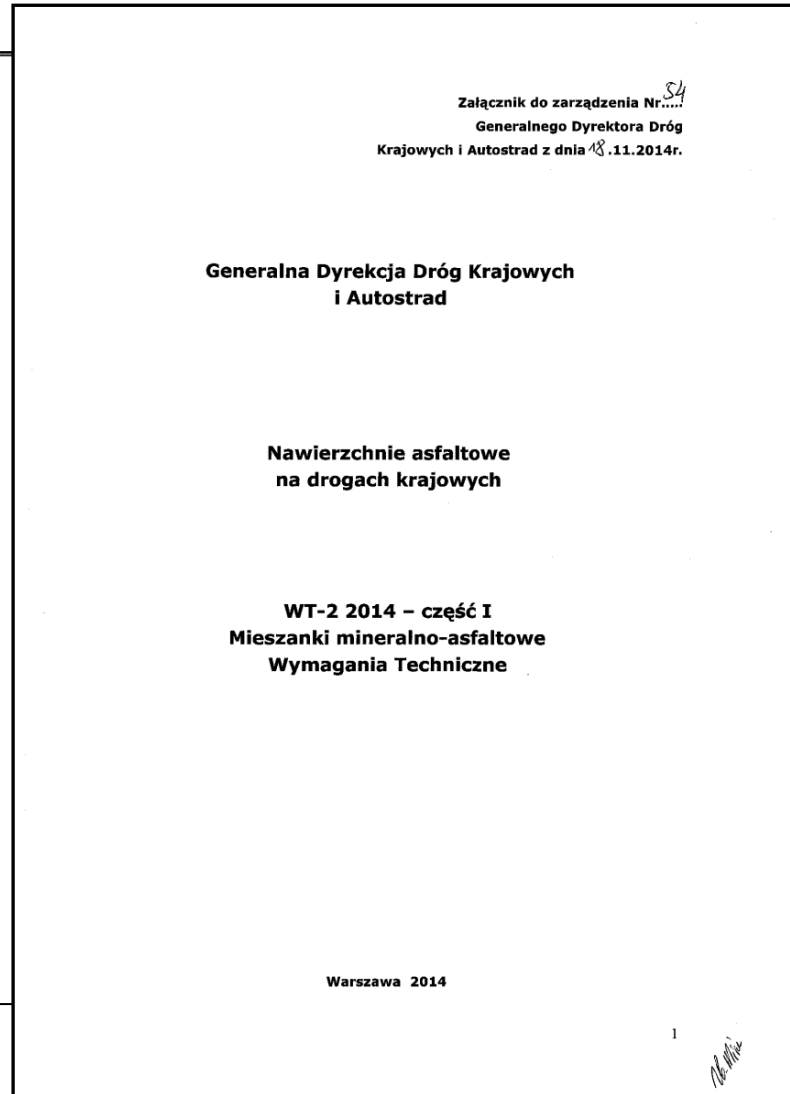
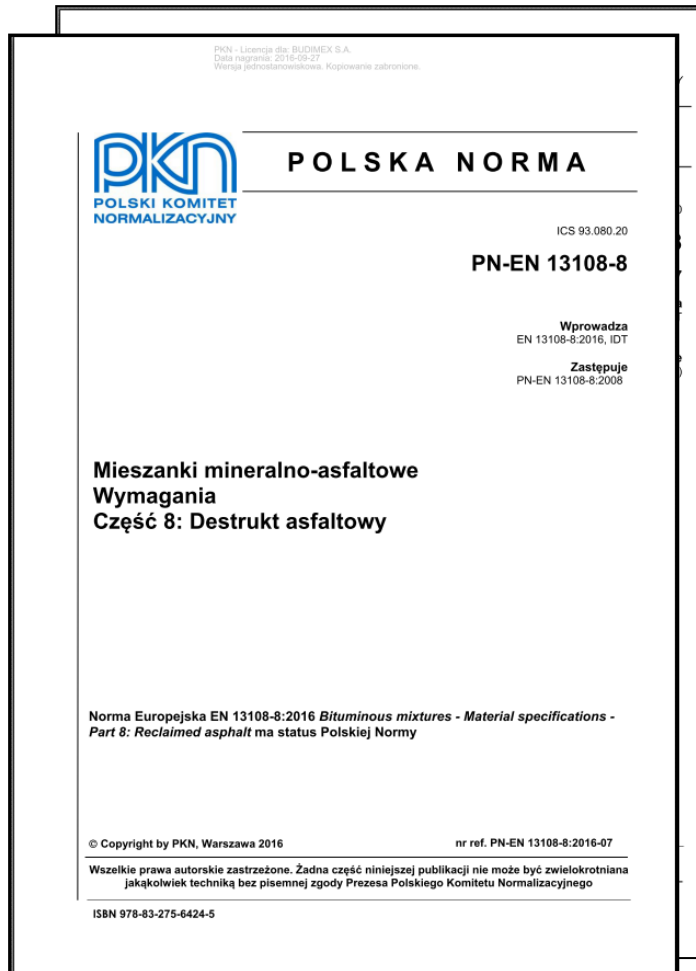
Parametry wbudowanej warstwy ścieralnej – SMA 30% GRA

Parametr		Próbka nr 1	Próbka nr 2	Próbka nr 3	Próbka nr 4
Grubość warstwy [cm]:		4,4	4,3	3,9	3,6
Wskaźnik zagęszczenia Wz [%]		100,2	100,9	100,8	96,4
Wolna przestrzeń Vm [%]		3,5	2,9	3,0	6,9
Deformacje- mały aparat met. B w powietrzu, temp. 60 °C	proporcjonalna głębokość koleiny PRD _{AIR} [%]	5,3	4,6	4,9	7,1
	przyrost koleiny WTS _{AIR}	0,1	0,05	0,04	0,09

Rok po wbudowaniu...



Wymagania krajowe dla GRA a „metoda na gorąco”



WT-2 2014 część I – wielkość kawałka *U*

Mieszanka SMA 11

Tabela 10. Materiały do betonu asfaltowego do warstw wiążącej i wyrównawczej

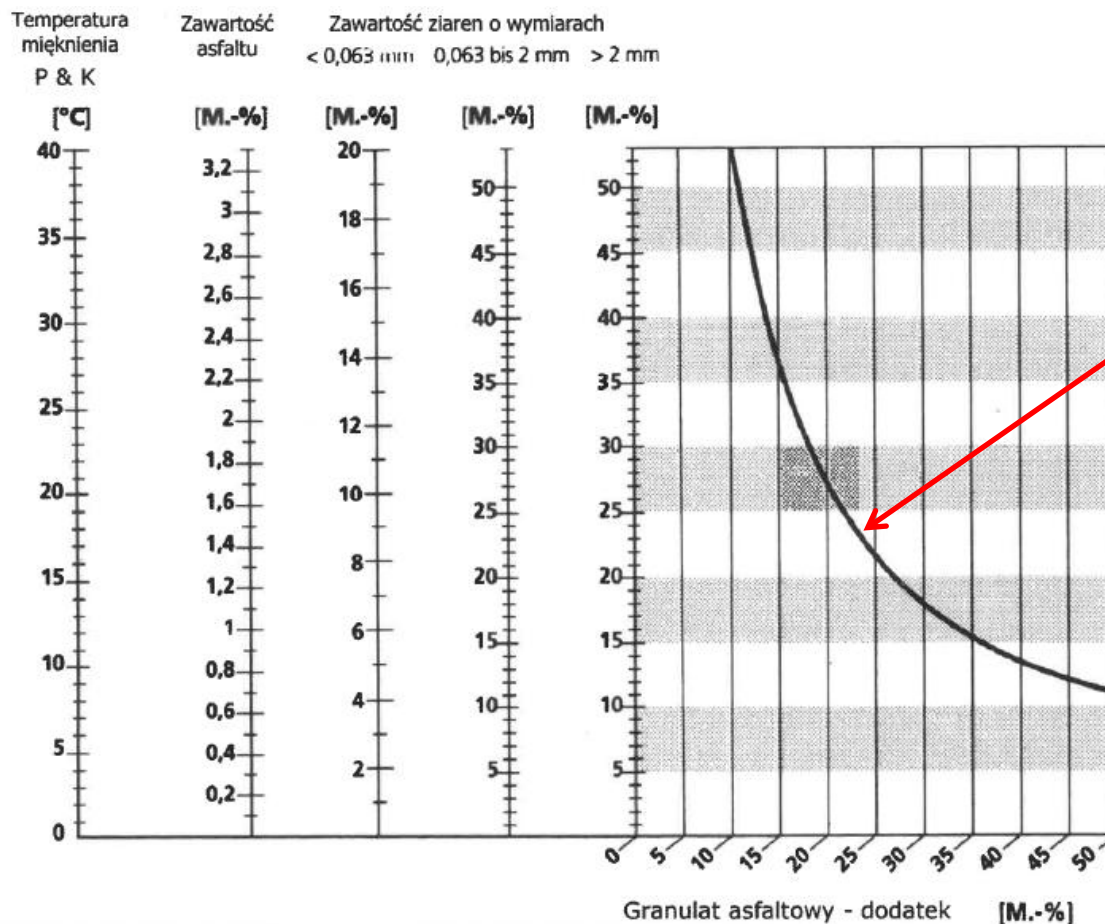
Materiał	Kategoria ruchu					
	KR1÷2		KR3÷4			
Mieszanka mineralno-asfaltowa o wymiarze <i>D</i> , [mm]	11		22			
Granulat asfaltowy			22,4	31,5	22,4	31,5
	50/70 MG 50/70-54/64		35/50, 50/70, PMB 25/55-60 MG 50/70-54/64 MG 35/50-57/69		35/50, PMB 25/55-60 PMB 25/55-80 MG 35/50-57/69	
Kruszywa mineralne	Tabele 8, 9, 10, 11 WT-1 2014					
a) dopuszcza się AC 11 do warstwy wyrównawczej dróg KR1 do KR4 przy spełnieniu wymagań z tabeli 13						

brak rozróżnienia na metodę dozowania

... propozycja zapisu

W metodzie „na gorąco” wielkość kawałka granulatu - *U* deklaruje wykonawca

Dodatkowa ocena jednorodności – propozycja



kompatybilność z DP-T 14

Podsumowanie

- Destrukt pozyskiwany z istniejących dróg klasy A, S, GP ... jest pełnowartościowym składnikiem mieszanek mineralno-asfaltowych.
- Zwiększony (do 50%) udział granulatu w MMA nie spowodował obniżenia parametrów funkcjonalnych mieszanek.
- SMA z 30 % udziałem granulatu to mieszanka niczym nie odbiegająca od mieszanek SMA bez udziału GRA.
- Obowiązujące Wymagania Techniczne nie uwzględniają specyfiki dodawania GRA „metodą na gorąco”.




INNOWACYJNA GOSPODARKA
PARADYGMATYCZNA STRATEGIA WZROSTU


InnG


Unia Europejska
Europejski Fundusz Rozwoju Regionalnego



Fundusze Europejskie - dla rozwoju innowacyjnej gospodarki

„Destrukt: Innowacyjna technologia mieszanek mineralno-asfaltowych z zastosowaniem materiału z recyklingu nawierzchni asfaltowej”

Odcinek prototypowy nawierzchni drogowej o długości 1,0 km z zastosowaniem zwiększonej ilości granulatu asfaltowego w technologii recyklingu na gorąco

warstwa ścieralna SMA 11 45/80-55 (30% GRA)
 warstwa wiążąca AC WMS 16 W 25/55-60 (50% GRA)


Instytut Badawczy Dróg i Mostów


Wydział Inżynierii Lądowej


50 budimex

Projekt współfinansowany przez unię europejską z europejskiego funduszu rozwoju regionalnego

Dziękujemy za uwagę