



POLITECHNIKA POZNAŃSKA

Budownictwo Drogowe II

ćwiczenia laboratoryjne

Ćwiczenia laboratoryjne nr 2

prowadzący: dr inż. Marcin Bilski

**Zakład Budownictwa Drogowego
Instytut Inżynierii Lądowej
pok. 324B (bud. A2)**

marcin.bilski@put.poznan.pl

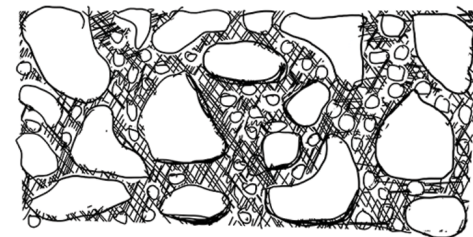
marcin.bilski.pracownik.put.poznan.pl



POLITECHNIKA POZNAŃSKA

Oznaczanie zawartości składników mieszanki mineralno-asfaltowej metodą ekstrakcji

mieszanka mineralno-asfaltowa – mieszanka kruszywa (w tym wypełniacza) oraz asfaltu w zaprojektowanych proporcjach





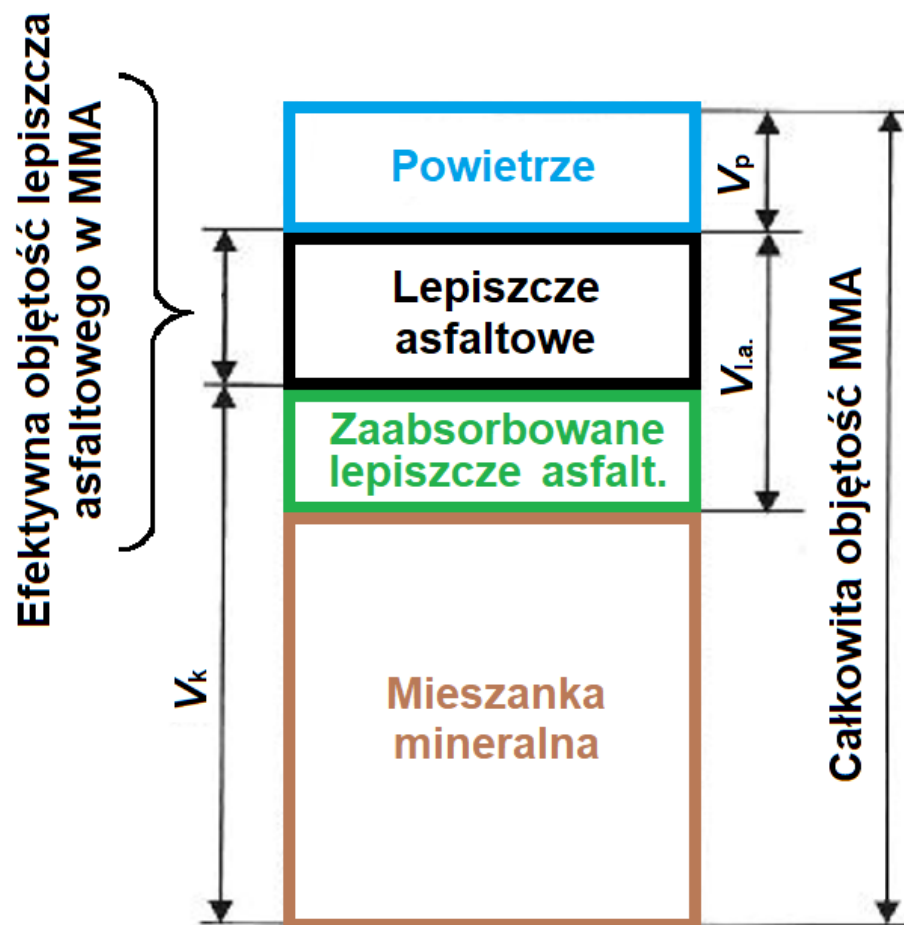
POLITECHNIKA POZNAŃSKA



Ekstraktor asfaltu

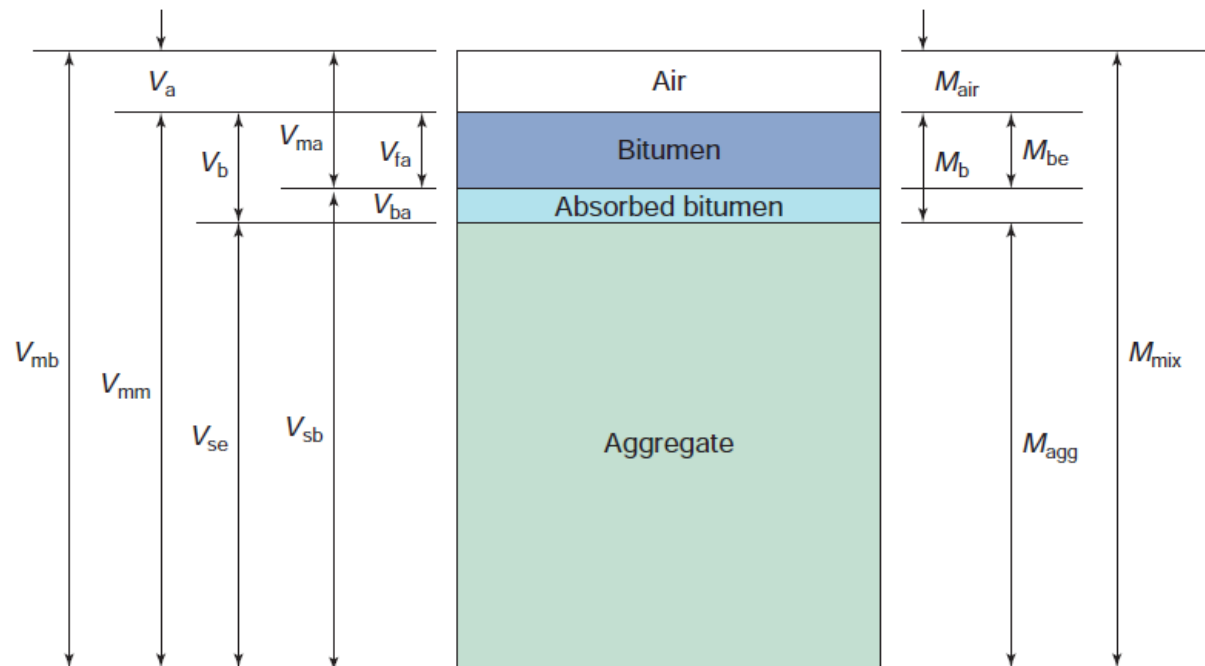


objętość składników mieszanki mineralno-asfaltowej





The Shell Bitumen Handbook



V_{ma} = volume of voids in mineral aggregate
 V_{mb} = bulk volume of compact mix
 V_{mm} = voidless volume of paving mix
 V_{fa} = volume of voids filled with asphalt
 V_a = volume of air voids
 V_b = volume of asphalt binder
 V_{ba} = volume of absorbed asphalt binder
 V_{sb} = volume of mineral aggregate (by bulk specific gravity)
 V_{se} = volume of mineral aggregate (by effective specific gravity)

M_{mix} = total mass of asphalt mixture
 M_b = mass of asphalt binder
 M_{be} = mass of effective asphalt binder
 M_{agg} = mass of aggregate
 M_{air} = mass of air = 0



OPIS

G_{mm} – gęstość mieszanki mineralno-asfaltowej [Mg/m^3], (oznaczenie europejskie ρ_m)

G_{mb} – gęstość objętościowa mieszanki mineralno-asfaltowej [Mg/m^3], (oznaczenie europejskie ρ_b)

G_b – gęstość asfaltu [Mg/m^3], (oznaczenie europejskie ρ_B)

V_a – zawartość wolnej przestrzeni w mma [%], (oznaczenie europejskie V_m)

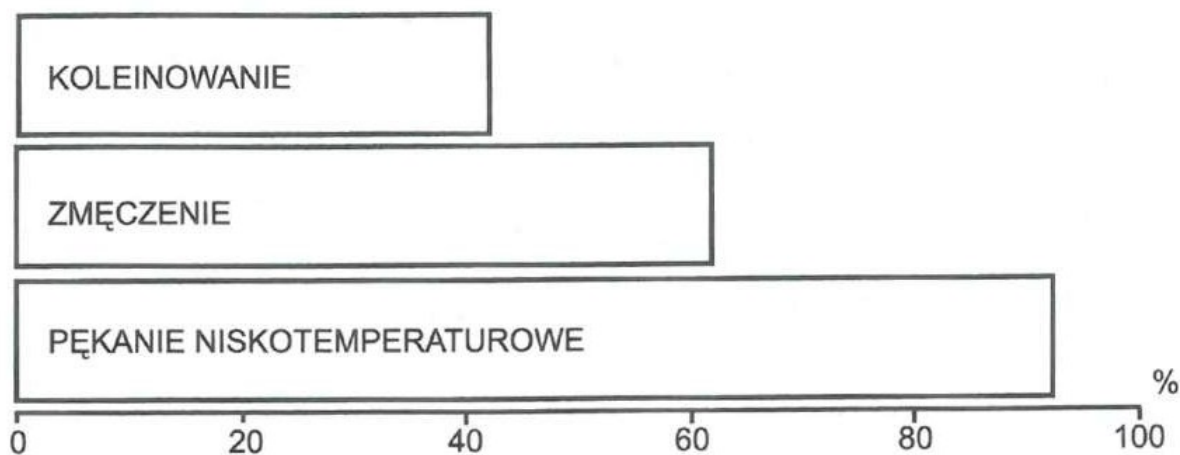
B – całkowita zawartość asfaltu w masie mma wyrażona w [%]

P_b – efektywna zawartość asfaltu w masie mma wyrażona w [%]

V_{beff} – efektywna zawartość objętościowa asfaltu w mma (v/v) [%]



POLITECHNIKA POZNAŃSKA



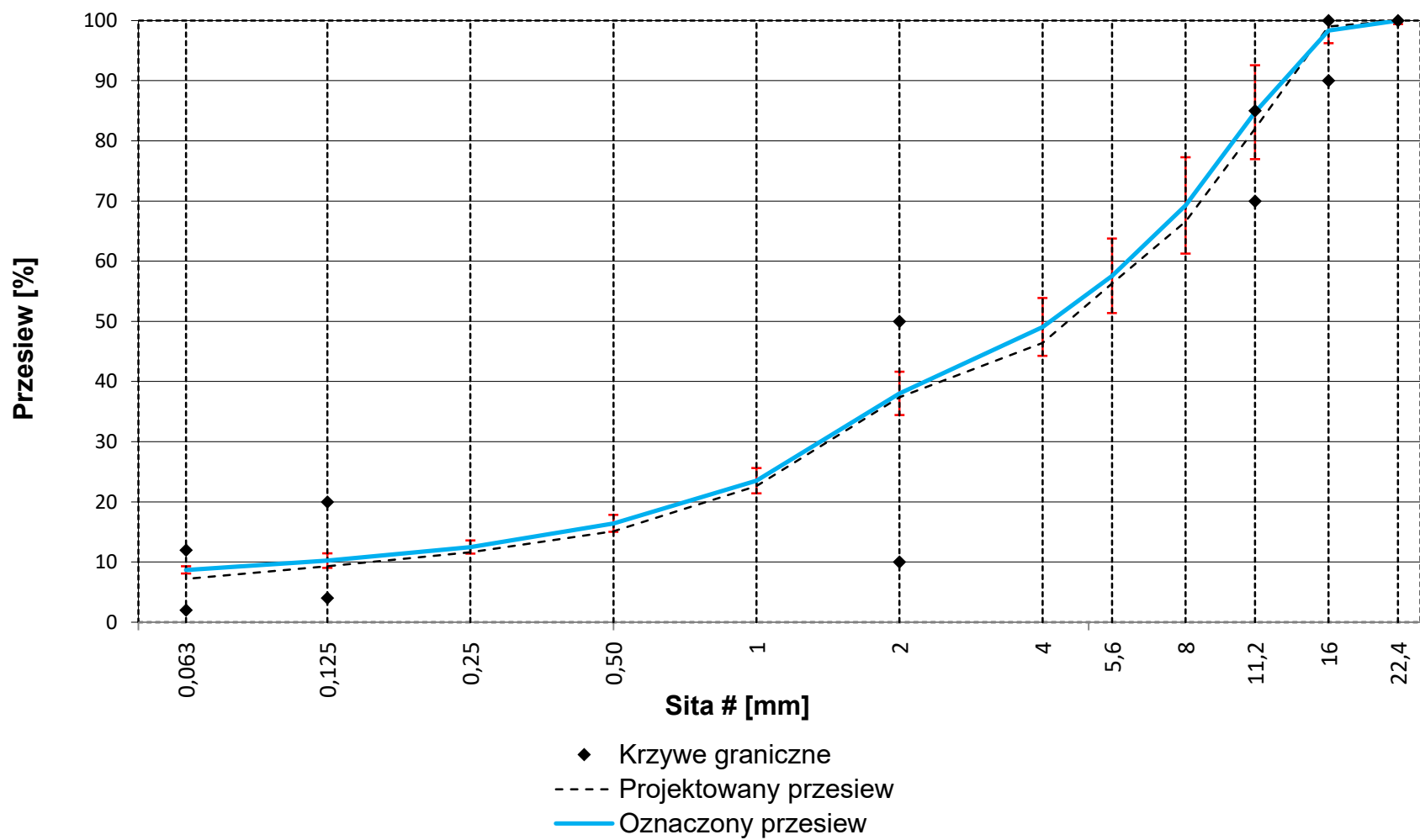
Wpływ lepiszcza na powstawanie uszkodzeń nawierzchni drogowej [Gaweł i inni 2014]



UZIARNIENIE MMA

wymiar boku oczka sita	oznaczony odsiew kruszywa		oznaczony przesiew kruszywa	niepewność pomiaru	projektowany przesiew kruszywa	odchylenie od projektowanego przesiewu	punkty graniczne pola dobrego uziarnienia	
#, mm	g	%	%	%	%	%	dolne %	górne %
22,4	0,0	0,0	100,0	+/- 0,6	100,0	0,0	100	
16,0	23,3	1,6	98,4	+/- 2,1	99,0	-0,6	90	100
11,2	192,5	13,6	84,7	+/- 7,8	82,0	2,7	70	85
8,0	218,7	15,5	69,3	+/- 8,0	66,6	2,7		
5,6	165,7	11,7	57,6	+/- 6,2	56,3	1,3		
4,0	120,3	8,5	49,1	+/- 4,8	46,4	2,7		
2,0	156,3	11,0	38,0	+/- 3,6	37,4	0,6	10	50
1,0	204,9	14,5	23,5	+/- 2,1	22,6	0,9		
0,5	100,6	7,1	16,4	+/- 1,4	15,1	1,3		
0,25	55,6	3,9	12,5	+/- 1,1	11,6	0,9		
0,125	32,0	2,3	10,2	+/- 1,2	9,3	0,9	4	20
0,063	21,9	1,5	8,7	+/- 0,6	7,2	1,5	2	12
<0,063	122,7	8,7						
Suma:	1414,5	100,0						

Krzywa uziarnienia mieszanki mineralnej





POLITECHNIKA POZNAŃSKA

LITERATURA

PN-EN 12697-2+A1:2019-12 - Mieszanki mineralno-asfaltowe -- Metody badania -- Część 2: Oznaczanie uziarnienia

PN-EN 933-1:2012 - Badania geometrycznych właściwości kruszyw -- Część 1: Oznaczanie składu ziarnowego -- Metoda przesiewania

Wymagania techniczne nr 2, Nawierzchnie asfaltowe na drogach krajowych, część I – Mieszanki mineralno-asfaltowe, Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad, Warszawa 2014



POLITECHNIKA POZNAŃSKA

Załącznik do zarządzenia Nr.....⁵⁴
Generalnego Dyrektora Dróg
Krajowych i Autostrad z dnia 18.11.2014r.

**Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych
i Autostrad**

**Nawierzchnie asfaltowe
na drogach krajowych**

**WT-2 2014 – część I
Mieszanki mineralno-asfaltowe
Wymagania Techniczne**

Warszawa 2014



Warstwa	Wyrób	Kategoria ruchu		
		KR 1÷2	KR 3÷4	KR 5÷7
Podbudowa	Mieszanki mineralno-asfaltowe	AC 16 P, AC 22 P	AC 16 P, AC 22 P, AC 32 P, AC WMS 16, AC WMS 22	AC 16 P, AC 22 P, AC 32 P, AC WMS 16, AC WMS 22
	Lepiszczka asfaltowe ^{o)}	50/70	35/50 ^{a)} , 50/70 ^{a)} , 20/30 ^{b)} PMB 10/40-65 ^{b)} PMB 25/55-60 ^{b), c)} MG 20/30-64/74 ^{b)} MG 35/50-57/69 MG 50/70-54/64	35/50 ^{a)} , 50/70 ^{a)} , 20/30 ^{b)} PMB 10/40-65 ^{b)} PMB 25/55-60 ^{b), c)} PMB 25/55-80 ^{b), c)} MG 20/30-64/74 ^{b)} MG 35/50-57/69 MG 50/70-54/64
	Kruszywa mineralne	Tabele 4, 5, 6, 6a, 7 WT-1 2014		
Wiążąca i warstwa wyrównawcza	Mieszanki mineralno-asfaltowe	AC 11 W, AC 16 W	AC 16 W, AC 22 W, AC WMS 16, AC WMS 22,	AC 16 W, AC 22 W, AC WMS 16, AC WMS 22,
	Lepiszczka asfaltowe ^{o)}	50/70 MG 50/70-54/64	35/50 ^{a)} , 50/70 ^{a)} , 20/30 ^{b)} PMB 10/40-65 ^{b)} PMB 25/55-60 ^{b), c)} MG 20/30-64/74 ^{b)} MG 35/50-57/69 MG 50/70-54/64	35/50 ^{a)} , 20/30 ^{b)} , PMB 10/40-65 ^{b)} PMB 25/55-60 ^{b), c)} PMB 25/55-80 ^{b), c)} MG 20/30-64/74 ^{b)} MG 35/50-57/69
	Kruszywa mineralne	Tabele 8, 9, 10, 11 WT-1 2014		
Ścieralna	Mieszanki mineralno-asfaltowe	MA 8, MA 11 AC 5 S, AC 8 S, AC 11 S, SMA 5, SMA 8, SMA 11, BBTM 8 ^{d)} , BBTM 11	MA 8, MA 11, AC 8 S, AC 11 S, SMA 5 ^{d)} , SMA 8 ^{d)} , SMA 11, BBTM 8 ^{d)} , BBTM 11, PA 8 S, PA 11 S, PA 16 S ⁱ⁾	MA 8, MA 11, AC 8 S ^{h)} , AC 11 S ^{h)} , SMA 8 ^{d)} , SMA 11, BBTM 8 ^{d)} , BBTM 11, PA 8 S, PA 11 S, PA 16 S ⁱ⁾
	Lepiszczka asfaltowe ^{o)}	35/50 ^{a)} , 50/70, 70/100 PMB 45/80-55, PMB 45/80-65, PMB 65/105-60 ^{e)} MG 50/70-54/64	35/50 ^{a)} , 50/70, PMB 25/55-60, PMB 45/80-55, PMB 45/80-65, PMB 45/80-80 PMB 65/105-60 ^{e)} MG 50/70-54/64	PMB 25/55-60, PMB 45/80-55, PMB 45/80-65, PMB 45/80-80 PMB 65/105-60 ^{e)} PMB 65/105-80 ^{e)}
	Kruszywa mineralne	Tabele 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25 WT-1 2014		

^{a)} do betonu asfaltowego

^{b)} do betonu asfaltowego o wysokim module sztywności AC WMS

^{c)} do betonu asfaltowego do warstwy podbudowy lub wiążącej

^{d)} zalecane, jeżeli wymagane jest zmniejszenie hałasu drogowego

^{e)} do cienkiej warstwy na gorąco z SMA lub BBTM o grubości nie większej niż 3,5 cm i do PA

^{o)} mogą być stosowane także inne lepiszcza nienormowe i asfalty specjalne wg aprobat technicznych lub europejskich ocen technicznych

^{g)} do asfaltu lanego

^{h)} do kategorii ruchu KR5÷6 – w terenach górskich

ⁱ⁾ PA 16 S stanowi dolną warstwę, dwuwarstwowej nawierzchni porowatej. W konstrukcji zawsze występuje warstwa AC



Uziarnienie mieszanki mineralnej oraz zawartość lepiszcza do betonu asfaltowego do warstwy ścieralnej

Właściwość	Przesiew, [% (m/m)]			
	AC 8 S KR3÷6		AC 11 S KR3÷6	
Wymiar sita #, [mm]	od	do	od	Do
16	-	-	100	-
11,2	100	-	90	100
8	90	100	60	90
5,6	60	80	48	75
4,0	48	60	42	60
2	40	55	35	50
0,125	8	22	8	20
0,063	5,0	12,0	5,0	11,0
Zawartość lepiszcza	$B_{min\ 5,8}$		$B_{min\ 5,8}$	



Uziarnienie mieszanki mineralnej oraz zawartość lepiszcza do betonu asfaltowego do warstw wiążącej i wyrównawczej

Właściwość	Przesiew, [% (m/m)]							
	AC 11 W KR1÷2		AC 16 W KR1÷2		AC 16 W KR3÷7		AC 22 W KR3÷7	
Wymiar sita #, [mm]	od	do	od	do	od	do	od	Do
31,5	-	-	-	-	-	-	100	-
22,4	-	-	100	-	100	-	90	100
16	100	-	90	100	90	100	65	90
11,2	90	100	65	80	70	90	-	-
8	60	85	-	-	55	80	45	70
2	30	55	25	55	25	50	20	45
0,125	6	24	5	15	4	12	4	12
0,063	3,0	8,0	3,0	8,0	4,0	10,0	4,0	10,0
Zawartość lepiszcza	$B_{min\ 4,8}$		$B_{min\ 4,6}$		$B_{min\ 4,5}$		$B_{min\ 4,4}$	



POLITECHNIKA POZNAŃSKA

Wymiar boku oczka sita	Oznaczony odsiew kruszywa	
#, mm	g	%
22,4		
16,0		
11,2		
8,0		
5,6		
4,0		
2,0		
1,0		
0,5		
0,25		
0,125		
0,063		
<0,063		+ g
Suma:		100,0



Gęstość ρ_{MM} mieszanki mineralnej określa się na podstawie gęstości składników i ich zawartości w mieszance mineralnej wg wzoru:

$$\rho_{MM} = \frac{100}{\frac{P_1}{\rho_{P1}} + \dots + \frac{P_n}{\rho_{Pn}} + \frac{F}{\rho_F}} \quad [\text{g/cm}^3]$$

w którym:

$P_1, \dots, P_n$ – procentowa zawartość poszczególnych składników (kruszywa drobnego, grubego lub o ciągłym uziarnieniu) w mieszance mineralnej

F – procentowa zawartość wypełniacza w mieszance mineralnej

$\rho_{P1}, \dots, \rho_{Pn}$ – gęstość poszczególnych składników mieszanki mineralnej, g/cm^3

ρ_F – gęstość wypełniacza g/cm^3



Właściwości kruszyw do mieszanki mineralnej

Właściwość	Nr materiału składowego					
	1	2	3	4	5	6
Uziarnienie	0,063 wypełniacz	0/2	2/5	4/8	8/11	11/16
Gęstość ρ_a	2,700	2,652	2,664	2,704	2,725	2,762
Typ petrograficzny	wapień	granit	granit	wapień	wapień	melafir



POLITECHNIKA POZNAŃSKA

Oznaczenie próbki		[-]	OS2	OW2	
Oznaczenie mieszanki		[-]	AC 11 S PMB 45/80-55 KR 5-6	AC 16 W 35/50 KR 5-7	
Zawartość lepiszcza Bmin		[%]	5,8	4,6	
Masa próbki przed ekstrakcją		[g]	854,6	1234,5	
Masa próbki bez asfaltu		[g]	802,8	1175,3	Niepewność pomiaru
Brakujące pyły		[g]	46,0	86,0	
			Projektowany przesiew kruszywa		[%]
Wymiar boku oczka sita	22,4	#, [mm]	100,0	100,0	+/- 0,6
	16,0		100,0	98,2	+/- 2,1
	11,2		95,4	76,8	+/- 7,8
	8,0		74,6	66,6	+/- 8,0
	5,6		64,4	54,4	+/- 6,2
	4,0		54,2	44,7	+/- 4,8
	2,0		42,5	30,5	+/- 3,6
	1,0		31,1	24,8	+/- 2,1
	0,5		21,2	18,4	+/- 1,4
	0,25		14,8	13,4	+/- 1,1
	0,125		9,8	9,4	+/- 1,2
	0,063		8,4	7,2	+/- 0,6
	<0,063				



POLITECHNIKA POZNAŃSKA

Oznaczenie próbki		[-]	IS2	IIIW2	
Oznaczenie mieszanki		[-]	AC 11 S PMB 45/80-55 KR 5-6	AC 16 W 35/50 KR 5-7	
Zawartość lepiszcza Bmin		[%]	5,8	4,6	
Masa próbki przed ekstrakcją		[g]	860,0	1199,5	
Masa próbki bez asfaltu		[g]	808,0	1141,8	Niepewność pomiaru
Brakujące pyły		[g]	46,0	58,0	
			Projektowany przesiew kruszywa		[%]
Wymiar boku oczka sita	22,4	#, [mm]	100,0	100,0	+/- 0,6
	16,0		100,0	98,2	+/- 2,1
	11,2		95,4	76,8	+/- 7,8
	8,0		76,6	66,6	+/- 8,0
	5,6		62,5	54,4	+/- 6,2
	4,0		54,2	44,7	+/- 4,8
	2,0		42,5	32,5	+/- 3,6
	1,0		31,1	24,6	+/- 2,1
	0,5		22,2	16,8	+/- 1,4
	0,25		14,8	12,6	+/- 1,1
	0,125		11,8	9,4	+/- 1,2
	0,063		9,2	8,2	+/- 0,6
	<0,063				



Całkowita zawartość asfaltu B w mieszance mineralno-asfaltowej musi spełniać warunek:

$$B \geq B_{\min} \cdot \alpha \quad , \text{ gdzie: } \alpha = 2,650/\rho_{MM}$$

- Procentowy udział składników w mieszance

Tablica nr 6. Skład mieszanki

L.p.	Nazwa materiału składowego	Udział w mieszance [%]	
		MM	MMA
1	Mączka wapienna	4,5	4,3
2	Kruszywo drobne 0/2 (łamane)	26,0	24,6
3	Kruszywo grube 2/5	6,5	6,2
4	Kruszywo grube 2/5	5,0	4,7
5	Kruszywo grube 4/8	27,0	25,6
6	Kruszywo grube 8/11	5,0	4,7
7	Kruszywo grube 11/16	10,0	9,5
8	Kruszywo grube 8/16	16,0	15,2
9	Asfalt drogowy 20/30	-	5,2
10	Wetfix BE	0,4% w stosunku do asfaltu	



W sprawozdaniu należy zamieścić:

- tabelę oznaczenia składu ziarnowego MMA
- wykres krzywej uziarnienia
- obliczenia gęstości kruszywa w mieszance mineralnej
- obliczenia współczynnika α
- oznaczenie całkowitej zawartości asfaltu w MMA
- obliczenia procentowego udziału składników w mieszance (MM i MMA)



POLITECHNIKA POZNAŃSKA

DZIĘKUJĘ ZA UWAGĘ

