



Politechnika Poznańska  
Wydział Inżynierii Lądowej i Transportu  
Instytut Inżynierii Lądowej  
Zakład Budownictwa Drogowego

# BUDOWNICTWO DROGOWE II

Ćwiczenia laboratoryjne nr 2

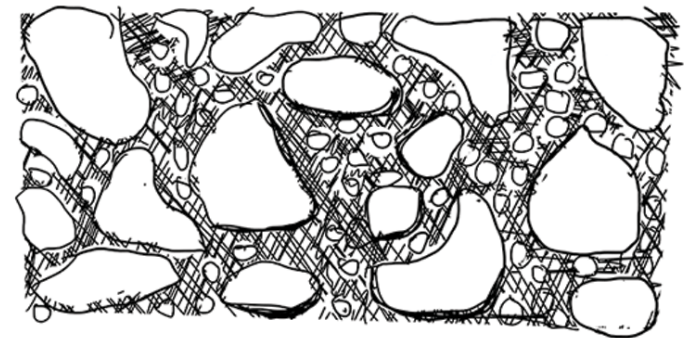
# ĆWICZENIA LABOLATORYJNE

## NR 2

Oznaczanie zawartości składników mieszanki mineralno-asfaltowej metodą ekstrakcji

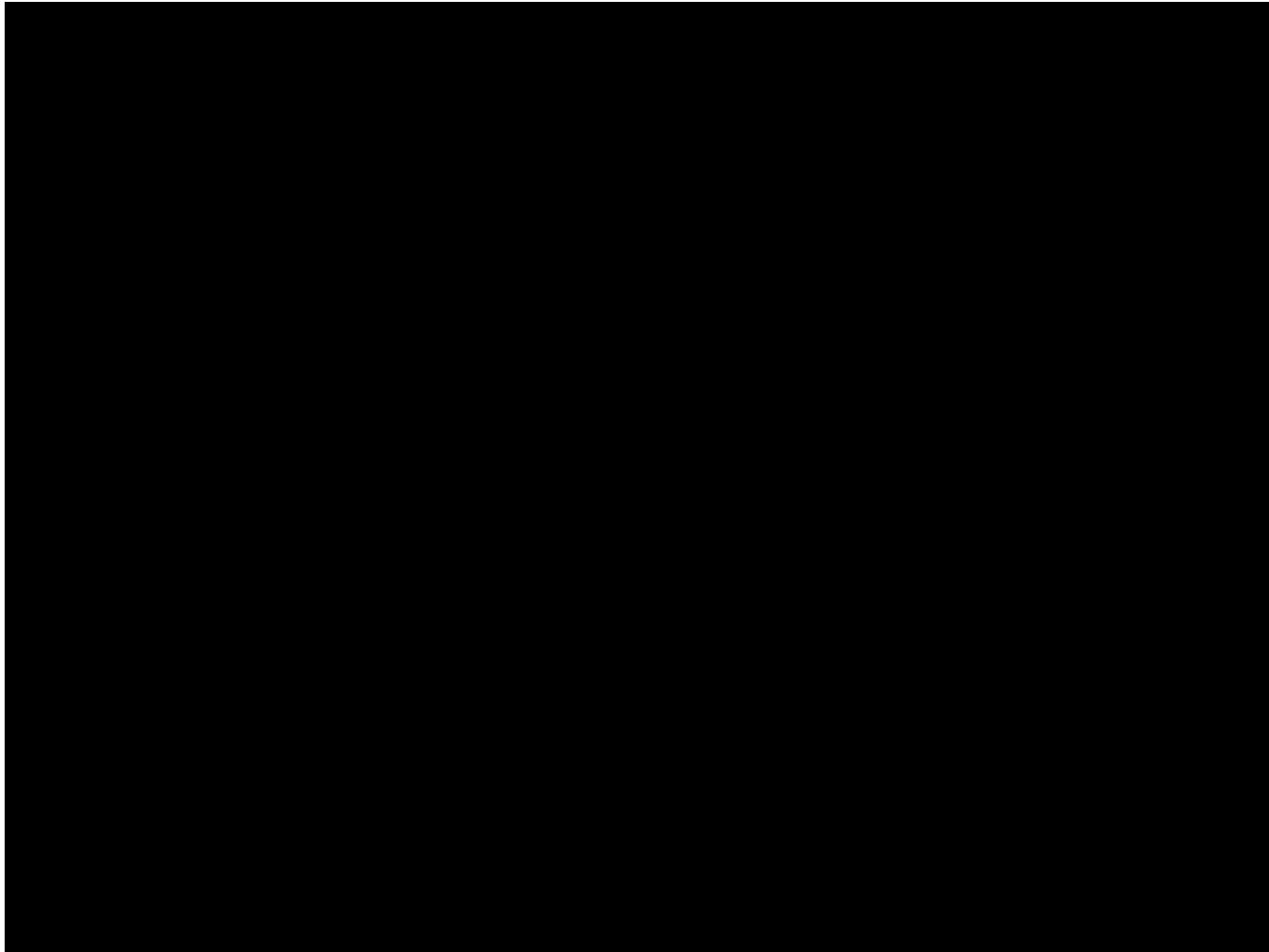
# Oznaczenie zawartości składników mma

mieszanka mineralno-asfaltowa – mieszanka kruszywa (w tym wypełniacza) oraz asfaltu w zaprojektowanych proporcjach [Błażejowski i Styk 2011]



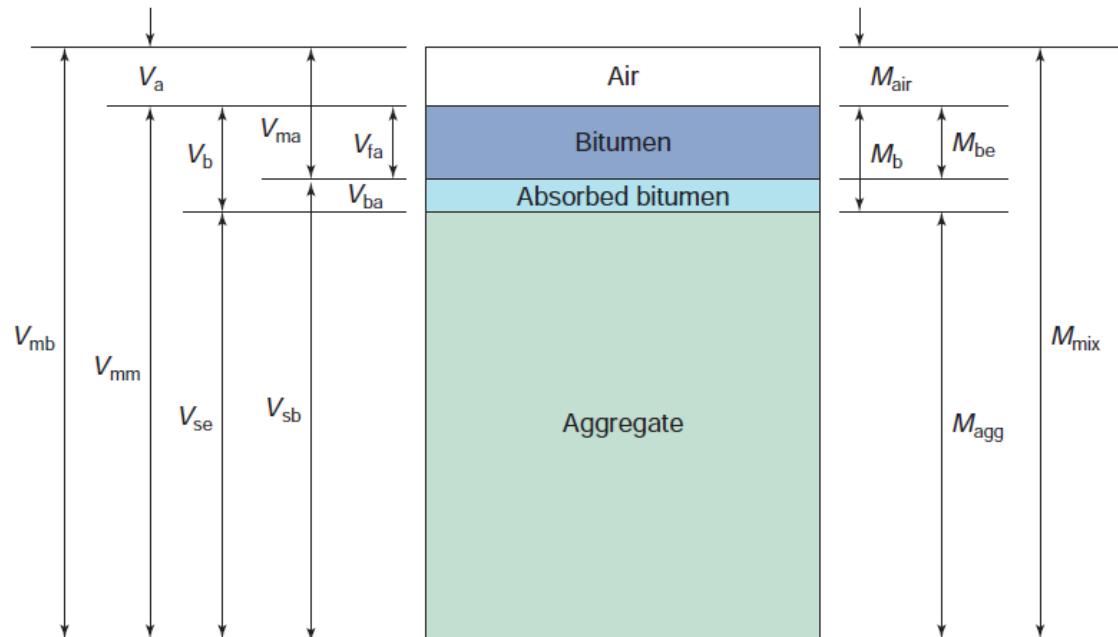
# Oznaczenie zawartości składników mma

---



# Oznaczenie zawartości składników mma

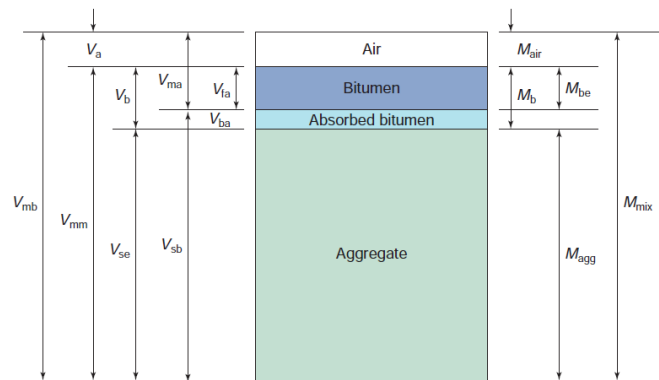
## The Shell Bitumen Handbook



$V_{ma}$  = 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

# Oznaczenie zawartości składników mma



$V_{ma}$  = 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

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

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

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

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

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

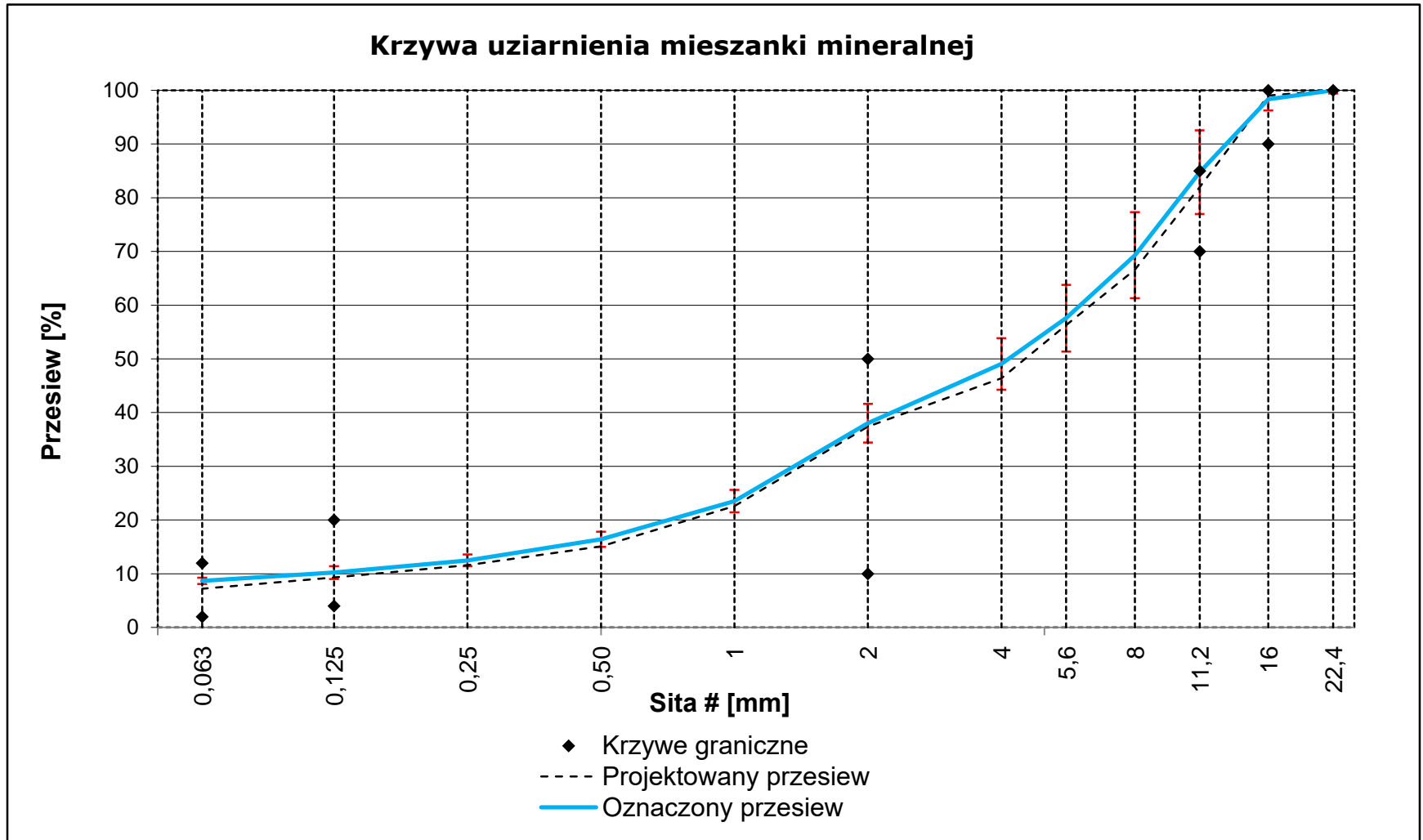
$P_b$  – efektywna zawartość asfaltu w masie mma wyrażona w [%],

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

# Oznaczenie zawartości składników 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	
	g	%	%	%	%	%	dolne %	górne %
<b>22,4</b>	0,0	0,0	<b>100,0</b>	+/- 0,6	100,0	0,0	100	
<b>16,0</b>	23,3	1,6	<b>98,4</b>	+/- 2,1	99,0	-0,6	90	100
<b>11,2</b>	192,5	13,6	<b>84,7</b>	+/- 7,8	82,0	2,7	70	85
<b>8,0</b>	218,7	15,5	<b>69,3</b>	+/- 8,0	66,6	2,7		
<b>5,6</b>	165,7	11,7	<b>57,6</b>	+/- 6,2	56,3	1,3		
<b>4,0</b>	120,3	8,5	<b>49,1</b>	+/- 4,8	46,4	2,7		
<b>2,0</b>	156,3	11,0	<b>38,0</b>	+/- 3,6	37,4	0,6	10	50
<b>1,0</b>	204,9	14,5	<b>23,5</b>	+/- 2,1	22,6	0,9		
<b>0,5</b>	100,6	7,1	<b>16,4</b>	+/- 1,4	15,1	1,3		
<b>0,25</b>	55,6	3,9	<b>12,5</b>	+/- 1,1	11,6	0,9		
<b>0,125</b>	32,0	2,3	<b>10,2</b>	+/- 1,2	9,3	0,9	4	20
<b>0,063</b>	21,9	1,5	<b>8,7</b>	+/- 0,6	7,2	1,5	2	12
<b>&lt;0,063</b>	122,7	8,7						
<b>Suma:</b>	1414,5	100,0						

# Oznaczenie zawartości składników mma





# Oznaczenie zawartości składników mma

---

## Typ mieszanki mineralno-asfaltowej

Oznaczenie próbki	Oznaczenie mieszanki
OS2	AC 11 S PMB 45/80-55 KR 5-6
OW2	AC 16 W 35/50 KR 5-7
IS2	AC 11 S PMB 45/80-55 KR 5-6
IIW2	AC 16 W 35/50 KR 5-7



# Oznaczenie zawartości składników mma

---

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

**Generalna Dykcja Dróg Krajowych  
i Autostrad**

**Nawierzchnie asfaltowe  
na drogach krajowych**

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

Warszawa 2014

# Oznaczenie zawartości składników mma

## Uziarnienie mieszanki mineralnej oraz zawartość lepiszcza do betonu asfaltowego do warstwy ścieralnej, KR3-6

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	$B_{\min 5,8}$		$B_{\min 5,8}$	

# Oznaczenie zawartości składników mma

## 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	$B_{min 4,8}$		$B_{min 4,6}$		$B_{min 4,6}$		$B_{min 4,4}$	

# Oznaczenie zawartości składników mma

## Badanie zawartości mieszanki mineralno-asfaltowej

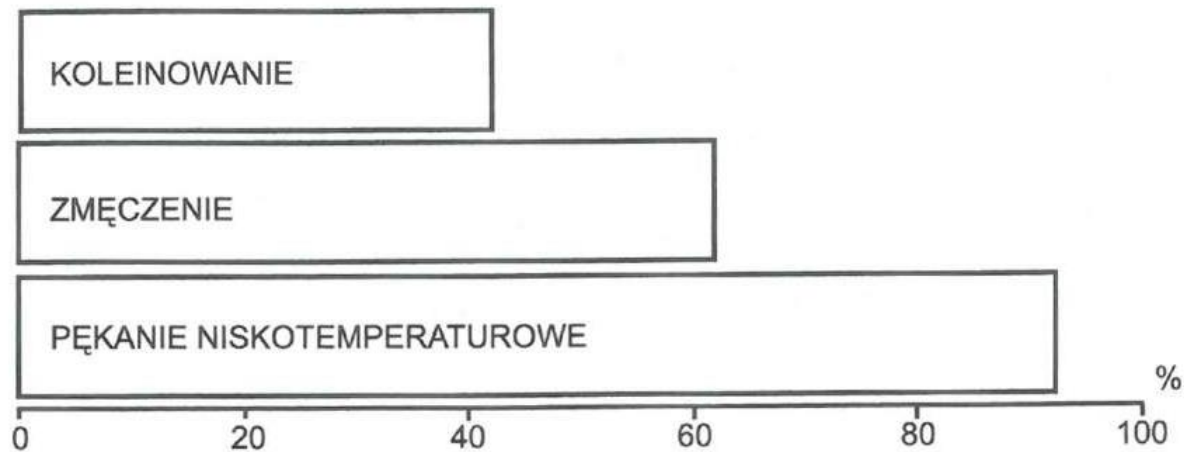
Oznaczenie próbki	[-]	
Oznaczenie mieszanki	[-]	
Masa próbki przed ekstrakcją	[g]	
Masa próbki bez asfaltu	[g]	
Masa próbki po przesiewie	[g]	

## WYKONANIE OZNACZENIA

Wymiar boku oczka sita	Oznaczony odsiew kruszywa	
	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

# Oznaczenie zawartości składników mma

## Asfalt jako najważniejszy składnik mma



Rys. 1.1. Wpływ lepiscza na powstawanie uszkodzeń nawierzchni drogowej [Gaweł i inni 2014]

# Oznaczenie zawartości składników mma

## Zestawienie wyrobów do warstw nawierzchni drogowych z uwzględnieniem obciążenia ruchem

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 <sup>a)</sup>	50/70	35/50 <sup>a)</sup> , 50/70 <sup>a)</sup> , 20/30 <sup>b)</sup> , PMB 10/40-65 <sup>b)</sup> , PMB 25/55-60 <sup>b)</sup> , <sup>c)</sup> MG 20/30-64/74 <sup>b)</sup> MG 35/50-57/69 MG 50/70-54/64	35/50 <sup>a)</sup> , 50/70 <sup>a)</sup> , 20/30 <sup>b)</sup> , PMB 10/40-65 <sup>b)</sup> , PMB 25/55-60 <sup>b)</sup> , <sup>c)</sup> PMB 25/55-80 <sup>b)</sup> , <sup>c)</sup> MG 20/30-64/74 <sup>b)</sup> 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 <sup>a)</sup>	50/70 MG 50/70-54/64	35/50 <sup>a)</sup> , 50/70 <sup>a)</sup> , 20/30 <sup>b)</sup> , PMB 10/40-65 <sup>b)</sup> , PMB 25/55-60 <sup>b)</sup> , <sup>c)</sup> MG 20/30-64/74 <sup>b)</sup> MG 35/50-57/69 MG 50/70-54/64	35/50 <sup>a)</sup> , 20/30 <sup>b)</sup> , PMB 10/40-65 <sup>b)</sup> , PMB 25/55-60 <sup>b)</sup> , <sup>c)</sup> PMB 25/55-80 <sup>b)</sup> , <sup>c)</sup> MG 20/30-64/74 <sup>b)</sup> 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 <sup>d)</sup> , BBTM 11	MA 8, MA 11, AC 8 S, AC 11 S, SMA 5 <sup>d)</sup> , SMA 8 <sup>d)</sup> , SMA 11, BBTM 8 <sup>d)</sup> , BBTM 11, PA 8 S, PA 11 S, PA 16 S <sup>e)</sup>	MA 8, MA 11, AC 8 S <sup>d)</sup> , AC 11 S <sup>d)</sup> , SMA 8 <sup>d)</sup> , SMA 11, BBTM 8 <sup>d)</sup> , BBTM 11, PA 8 S, PA 11 S, PA 16 S <sup>e)</sup>
	Lepiszczka asfaltowe <sup>a)</sup>	35/50 <sup>a)</sup> , 50/70, 70/100 PMB 45/80-55, PMB 45/80-65, PMB 65/105-60 <sup>a)</sup> MG 50/70-54/64	35/50 <sup>a)</sup> , 50/70, PMB 25/55-60, PMB 45/80-55, PMB 45/80-65, PMB 45/80-80 PMB 65/105-60 <sup>a)</sup> 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 <sup>a)</sup> PMB 65/105-80 <sup>a)</sup>
	Kruszywa mineralne	Tabele 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25 WT-1 2014		

<sup>a)</sup> do betonu asfaltowego  
<sup>b)</sup> do betonu asfaltowego o wysokim module sztywności AC WMS  
<sup>c)</sup> do betonu asfaltowego do warstwy podbudowy lub wiążącej  
<sup>d)</sup> zalecane, jeżeli wymagane jest zmniejszenie hałasu drogowego  
<sup>e)</sup> do cienkiej warstwy na gorąco z SMA lub BBTM o grubości nie większej niż 3,5 cm i do PA  
<sup>f)</sup> mogą być stosowane także inne lepiszcza nienormowe i asfalty specjalne wg aprobat technicznych lub europejskich ocen technicznych  
<sup>g)</sup> do asfaltu lanego  
<sup>h)</sup> do kategorii ruchu KR5+6 – w terenach górskich  
<sup>i)</sup> PA 16 S stanowi dolną warstwę, dwuwarstwowej nawierzchni porowatej. W konstrukcji zawsze występuje warstwa AC

# Oznaczenie zawartości składników mma

---

**Asfalt całkowity  $B$** , to asfalt dodany do mma z ewentualnym doliczeniem asfaltu z granulatu asfaltowego. Łączna ilość asfaltu dodanego i pochodzącego z granulatu nie może być mniejsza od wartości wymaganej  $B_{min}$  skorygowanej o gęstość kruszywa.

$$B \geq B_{min} \cdot \alpha$$

W przypadku gdy do mma NIE dodaje się granulatu asfaltowego lub innego składnika zawierającego asfalt, zawartość asfaltu całkowitego  $B$  równa jest zawartości asfaltu zadozowanego  $B_z$ .



# Oznaczenie zawartości składników mma

---

Zawartość lepiszcza (kategoria  $B_{min}$ ) podana w punkcie 8.2 jest to najmniejsza ilość lepiszcza całkowitego określona dla danego typu mieszanki mineralno-asfaltowej (np. AC 5 S dla KR1÷2, tabela 16, gdzie  $B_{min\ 6,2} = 6,2\%$ ) przy założonej gęstości mieszanki mineralnej  $2,650\text{ Mg/m}^3$ . Jeżeli stosowana mieszanka mineralna ma inną gęstość ( $\rho_a$ ), to do wyznaczenia minimalnej zawartości lepiszcza podaną wartość  $B_{min}$  należy pomnożyć przez współczynnik  $\alpha$  według równania:

$$\alpha = \frac{2,650}{\rho_a}$$

# Oznaczenie zawartości składników mma

Gęstość mieszanki mineralnej wyznaczamy ze wzoru:

$$\rho_a = \frac{P_1 + P_2 + \dots + P_n + F}{\frac{P_1}{\rho_{a1}} + \frac{P_2}{\rho_{a2}} + \dots + \frac{P_n}{\rho_{an}} + \frac{F}{\rho_f}}$$

gdzie:

$P_1, P_2, \dots, P_n$  – procentowa zawartość poszczególnych składników (kruszywa drobnego, grubego lub o ciągłym uziarnieniu) w mieszance mineralnej,

$F$  – procentowa zawartość wypełniacza w mieszance mineralnej,

$\rho_{a1}, \rho_{a2}, \dots, \rho_{an}$  – gęstość poszczególnych składników mieszanki mineralnej,  $\text{Mg/m}^3$ ,

$\rho_f$  – gęstość wypełniacza,  $\text{Mg/m}^3$ .

# Oznaczenie zawartości składników mma

- 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	

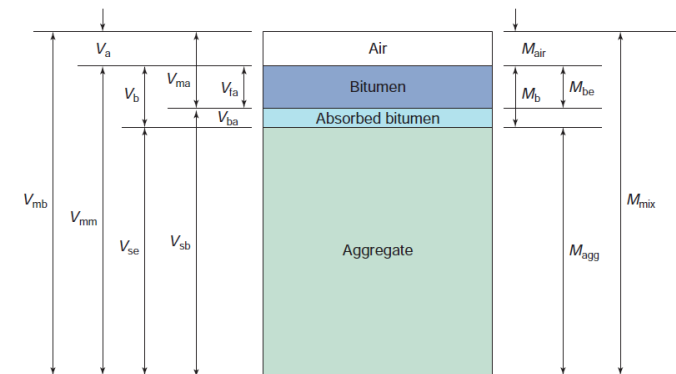
# Oznaczenie zawartości składników mma

## 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 $\rho_a$	2,700	2,652	2,664	2,704	2,725	2,762
Typ petrograficzny	wapień	granit	granit	wapień	wapień	melafir

# Oznaczenie zawartości składników mma

Oznaczenie próbki	[-]	<b>OS2</b>
Oznaczenie mieszanki	[-]	AC 11 S PMB 45/80-55 KR 5-6
Zawartość lepiszcza Bmin	[%]	5,8
Masa próbki przed ekstrakcją	[g]	854,6
Masa próbki bez asfaltu (z pyłami)	[g]	802,8



$V_{ma}$  = volume of voids in mineral aggregate

$V_{mb}$  = bulk volume of compact mix

$V_{mm}$  = voidless volume of paving mix

$V_a$  = volume of voids filled with asphalt

$V_b$  = 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

## Pytania:

1. Jak na podstawie powyższych danych obliczyć efektywną zawartość asfaltu w masie mma  $P_b$  (m/m) [%]?
2. Jak obliczyć efektywną zawartość objętościową asfaltu w mma  $V_{beff}$  (V/V) [%]?

# Oznaczenie zawartości składników mma

## Powtarzalność i odtwarzalność badań laboratoryjnych

Norma	Oznaczana wielkość	Jednostki	Powtarzalność r	Odtwarzalność R
PN-EN 12697-1: 2020-08	$P_b$	(m/m) [%]	0,3%	0,5%
PN-EN 12697-5: 2019-01	$G_{mm}$	[Mg/m <sup>3</sup> ]	0,011	0,022
PN-EN 12697-6: 2020-07	$G_{mb}$	[Mg/m <sup>3</sup> ]	$\frac{17 + 0,3 \cdot A}{1000}$	$\frac{22 + 0,6 \cdot A}{1000}$
PN-EN 12697-8: 2019-01	$V_a$	[%]	1,1	2,2

gdzie:

A – procent masy kruszywa mineralnego większego niż 11,2 mm w mieszance mineralno-asfaltowej

# DO ZROBIENIA



W sprawozdaniu należy wykonać (podpunkt 6 Wyniki):

- Tabelę oznaczenia składu ziarnowego mma
- Wykres krzywej uziarnienia
- Obliczenia zawartości asfaltu w mma
- Obliczenia procentowego udziału składników w mieszance (MM i MMA)
- Obliczenia gęstości kruszywa w mieszance mineralnej
- Obliczenia współczynnika  $\alpha$
- Obliczenia minimalnej całkowitej zawartości asfaltu
- Sprawdzenie czy zawartość asfaltu w mma jest większa niż minimalna całkowita zawartość asfaltu B.





## PRZYGOTOWANIE DO ĆWICZEŃ LABOLATORYJNYCH NR 3

Oznaczanie zawartości wolnych przestrzeni oraz  
wskaźnika zagęszczenia



# LITERATURA

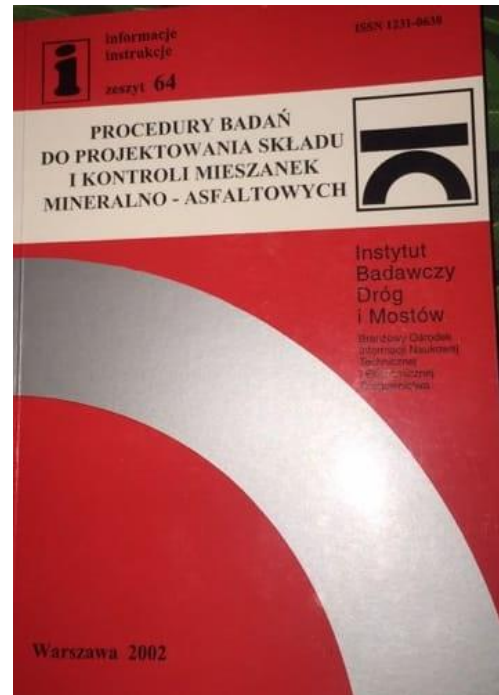


- **PN-EN 12697-5:2019-01** - Mieszanki mineralno-asfaltowe -- Metody badań -- Część 5: Oznaczanie gęstości
- **PN-EN 12697-6:2020-07** - Mieszanki mineralno-asfaltowe -- Metody badań -- Część 6: Oznaczanie gęstości objętościowej próbek mieszanki mineralno-asfaltowej
- **PN-EN 12697-8:2019-01** - Mieszanki mineralno-asfaltowe -- Metody badań -- Część 8: Oznaczanie zawartości wolnej przestrzeni próbek mineralno-asfaltowych

# LITERATURA



- Procedury badań do projektowania składu i kontroli mieszanek mineralno-asfaltowych, Instytut Badawczy Dróg i Mostów, Zeszyt 64, Warszawa 2002.  
Arkusze 08 Oznaczanie wskaźnika zagęszczenia warstwy asfaltowej.



**DZIĘKUJĘ ZA UWAGĘ**