



POLITECHNIKA POZNAŃSKA

Technologia Materiałów Drogowych

ćwiczenia laboratoryjne

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



WPROWADZENIE – ASFALTY MODYFIKOWANE

Proces modyfikacji asfaltów drogowych polega na zmianie (polepszeniu) ich właściwości w celu m. in. zwiększenia odporności mieszanki mineralno-asfaltowej na powstawanie odkształceń trwałych i wydłużeniu okresu jej eksploatacji.



Najczęściej stosowane modyfikatory asfaltów drogowych:

- polimery,
- miąż gumowy,
- asfalt naturalny,
- dodatki obniżające lepkość asfaltu.



POLIMERY

Polimery stosowane do modyfikacji asfaltów ze względu na sposób ich „twardnienia” można podzielić na:

- **termoplasty** – mięknią po ogrzaniu i twardnieją po oziębieniu; np. **EVA, SBS,**
- **duroplasty** – twardnieją nieodwracalnie pod wpływem wysokiej temperatury lub czynników chemicznych.



Polimery stosowane do modyfikacji asfaltów ze względu na ich „odkształcalność” można podzielić na:

- **elastomery** – charakteryzują się bardzo dużą odkształcalnością i właściwościami sprężystymi; np. **SBS** (kopolimer styren-butadien-styren), **SIS** (kopolimer styren-izopren-styren),



- **plastomery** – charakteryzują się niewielką odkształcalnością, tzn. przy niewielkim obciążeniu ulegają odwracalnym odkształceniom a pod większym mechanicznemu uszkodzeniu; np. **EVA** (etylen-octan winylu).



Asfalty modyfikowane elastomerami charakteryzują się sprężystością natychmiastową i opóźnioną (nawrót spężysty) oraz właściwościami lepkością w szerokim zakresie temperatury. Mieszanki mineralno-asfaltowej zawierające asfalt z dodatkiem elastomerów charakteryzują się większą odpornością na odkształcenia trwałe, spękania zmęczeniowe i indukowane termicznie.



Asfalty modyfikowane plastomerami charakteryzują się **większym udziałem trwałego odkształcenia i zwiększoną sztywnością w wysokiej temperaturze** w porównaniu z asfaltem stanowiącym bazę do modyfikacji. **Nie poprawiają niskotemperaturowych właściwości asfaltu.**



Rys. 1. Kopolimer SBS

(źródło: <https://images.ssstatic.com/akrylonitryl-butadien-styren-abs-granulki-1552607z3-000000164.jpg>)



GRANULAT GUMOWY

Granulat gumowy pochodzący m.in. z rozdrobnionych opon, taśm przenośnikowych.

Sposoby zastosowania:

- **metoda na mokro (modyfikacja asfaltu)** – granulat jest mieszany z asfaltem w celu uzyskania lepizcza modyfikowanego,
- **metoda na sucho** – zastąpienie części wypełniacza w mieszance mineralno-asfaltowej granulatem gumowym.



Rys. 2. Granulat gumowy

(źródło: <http://metacon.pl/wp-content/uploads/2014/03/2015-03-07-16.00.01.jpg>)



POLITECHNIKA POZNAŃSKA

ASFALT NATURALNY

Asfalt naturalny jest dodawany w ilości od 10% do 30% do asfaltu w celu jego **usztynienia**. **Mieszanki mineralno-asfaltowej** sporządzone z tak modyfikowanym asfaltem charakteryzują się **zwiększoną odpornością na odkształcenia trwałe** (szczególnie w wysokiej temperaturze).



Najczęściej wykorzystywane asfalty naturalne:

- Trynidad Epurè (TLA) (Trinidad i Tobago),
- Gilsonite (Stany Zjednoczone),
- Salenizza (Albania).

Asfalty z dodatkiem asfaltów naturalnym mają najczęściej **zastosowanie w mieszankach mineralno-asfaltowych typu asfalt lany.**



(a)



(b)

Rys. 3. Asfalt naturalny Gilsonite (a) i Trinidad Epurè (b)



POLITECHNIKA POZNAŃSKA

DODATKI OBNIŻAJĄCE LEPKOŚĆ ASFALTU

Dodatki obniżające lepkość asfaltu są stosowane w celu **obniżenia temperatur technologicznych** (tzn. przepompowywania i transportu, otaczania kruszywa asfaltem oraz wbudowywania mieszanki mineralno-asfaltowej w nawierzchnię).

Zastosowanie tych dodatków daje możliwość obniżenia kosztów produkcji i wbudowywania mieszanki mineralno-asfaltowej.



Inne modyfikatory asfaltów drogowych:

- wosk syntetyczny,
- oleje,
- kwas polifosforowy,
- związki organometaliczne,
- latex (kaczuk syntetyczny),
- siarka.





POLITECHNIKA POZNAŃSKA

BADANIA LABORATORYJNE NORMY

**PN-EN 14023:2011 - Asfalty i lepiszcza asfaltowe -
Zasady klasyfikacji asfaltów modyfikowanych
polimerami.**

**PN-EN 13398:2012 - Asfalty i lepiszcza asfaltowe -
Oznaczanie nawrotu sprężystego asfaltów
modyfikowanych.**



POLITECHNIKA POZNAŃSKA

OZNACZANIE NAWROTU SPRĘŻYSTEGO

Sposób oznaczania asfaltów modyfikowanych polimerami wg normy PN-EN 14023:2011:

np. **PMB 45/80 - 55**

- **PMB (skrót od Polymer Modified Bitumen) – asfalt modyfikowany polimerem,**
- **45/80 – zakres penetracji w temp. 25°C,**
- **55 – minimalna wartość temp. mięknięcia (T_{PiK}).**



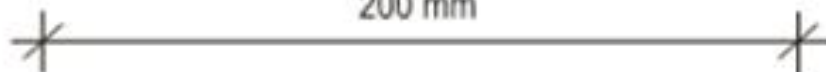
prędkość 50 mm/min



przecięcie w połowie



200 mm



pomiar odległości L

po 30 min



OPRACOWANIE WYNIKÓW NAWRÓT SPRĘŻYSTY

$$ER = \frac{L}{L_0} \cdot 100\%$$

gdzie:

ER – wartość nawrotu sprężystego, %

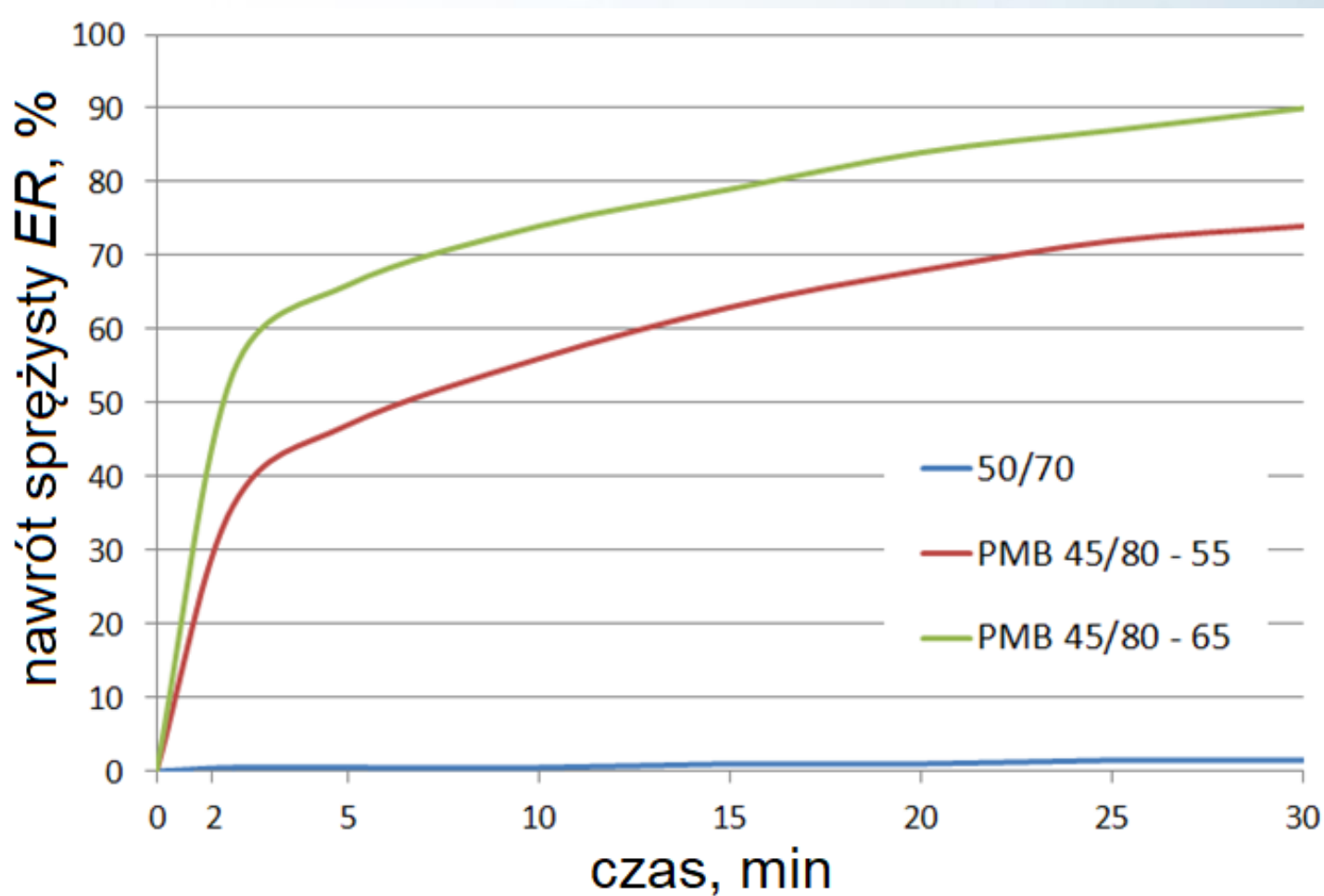
L_0 – pierwotne wydłużenie próbki po rozciągnięciu,
200 mm

L – odległość między końcami nitek przeciętej
próbki, mm



UWAGA !!!

Na ćw. laboratoryjnych do oznaczania wartości *ER* wykorzystujemy wyskalowaną płytkę z podziałką
10 mm = 5 % (tj. 200 mm = 100%)





WPROWADZENIE - KRUSZYWA

Kruszywo – ziarnisty materiał stosowany w budownictwie, który może być: naturalny, sztuczny lub z recyklingu.

Wymiar kruszywa – wielkość ziaren kruszywa, określona przez dolny (d) i górny (D) wymiar sita.

Kruszywo grube – kruszywo o wymiarach ziaren:
 $D \leq 45 \text{ mm}$ oraz $d \geq 2 \text{ mm}$.



Kruszywo drobne – kruszywo o wymiarach ziaren $D \leq 2$ mm, którego większa część pozostaje na sicie 0,063 mm.

Pyły – kruszywo o wymiarach ziaren $< 0,063$ mm.

Wypełniacz – kruszywo, którego większa część (min. 70%) przechodzi przez sito 0,063 mm.



Uziarnienie – skład ziarnowy kruszywa, wyrażony w procentach masy ziaren przechodzących przez określony zestaw sit.

Podziarno – część kruszywa przechodząca przez dolne sito zestawu sit używanego do oznaczania wymiaru kruszywa.

Nadziarno – część kruszywa pozostająca na górnym sicie zestawu sit używanego do oznaczania wymiaru kruszywa.



POLITECHNIKA POZNAŃSKA

Stała masa – masa próbki, która po kolejnych suszeniach co najmniej przez 1 h, nie różni się więcej niż o 0,1%.





OKREŚLENIA wg normy PN-87 B-01100:

Kruszywo naturalne – materiał uzyskany ze skał luźnych.

Kruszywo naturalne kruszone – kruszywo otrzymane w wyniku kruszenia surowca skalnego luźnego, charakteryzuje się zawartością ziarn ostrokrawędzistych o powierzchniach szorstkich.



Kruszywo łamane – materiał ziarnisty uzyskany przez mechaniczne rozdrobnienie skał litych.

Kruszywo łamane zwykłe – kruszywo uzyskane w wyniku co najmniej jednokrotnego przekruszenia skał litych, charakteryzujące się ziarnami ostrokrawędzistymi o nieforemnych kształtach.

Kruszywo łamane granulowane – kruszywo zwykłe poddane dodatkowemu uszlachetnieniu, charakteryzujące się przewagą ziarn o kształcie foremnym ze stępionymi krawędziami i narożami.

**Tabela 1. Podział kruszyw skalnych wg PN-87/B-01100
(norma nieaktualna)**

Rodzaj kruszywa	Wymiar ziaren wg oczek kwadratowych sit kontrolnych		Asortyment												
			Grupy												
			Kruszywa naturalne				Kruszywa łamane								
			Podgrupy												
	od	do	Naturalne niekruszone			Naturalne kruszone		Zwykłe		Granulowane					
Drobne	0,0	2,0	piasek zwykły	pospółka	mieszanka kruszywa naturalnego	piasek kruszony	mieszanka z otoczków	miął	niesort	piasek łamany	mieszanka kruszywa łamanego sortowana				
	2,0	4,0													
Grube	4,0	8,0	żwir							grys z otoczków		kliniec	grys		
	8,0	16,0													
	16,0	31,5													
	31,5	63,0					tłuczeń								
Bardzo grube	63,0	250,0	otoczaki					kamień naturalny							



**Tabela 2. Podział gysu na frakcje wg PN-B-11112:1996
(norma nieaktualna)**

kruszywa łamane granulowane	
rodzaj	frakcja lub grupa frakcji ¹⁾
3	4
grys	2,0 ÷ 4,0
grys	4,0 ÷ 6,3
grys	6,3 ÷ 10,0
grys	6,3 ÷ 12,8
grys	10,0 ÷ 12,8
grys	12,8 ÷ 16,0
grys	12,8 ÷ 20,0



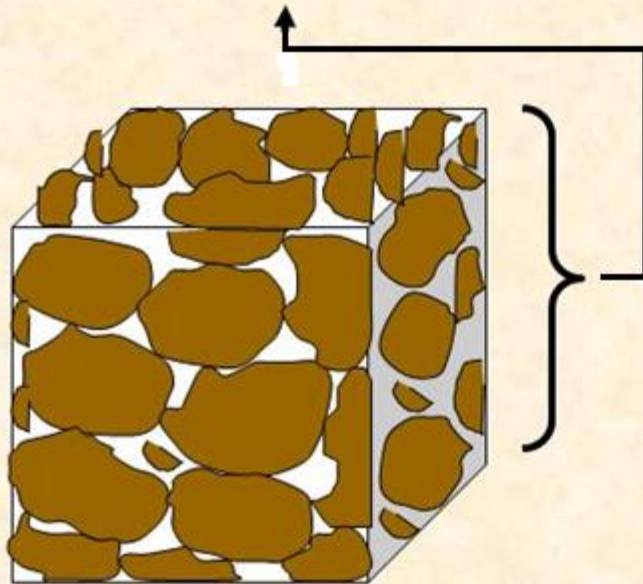
OZNACZANIE GĘSTOŚCI OBJĘTOŚCIOWEJ KRUSZYWA W PIKNOMETRZE

Gęstość kruszywa – iloraz masy kruszywa w stanie suchym i jego objętości (bez przestrzeni między ziarnami i porów wewnątrz ziaren).

Gęstość objętościowa kruszywa – iloraz masy kruszywa w stanie suchym i jego objętości z porami wewnątrz ziaren (bez przestrzeni między ziarnami).



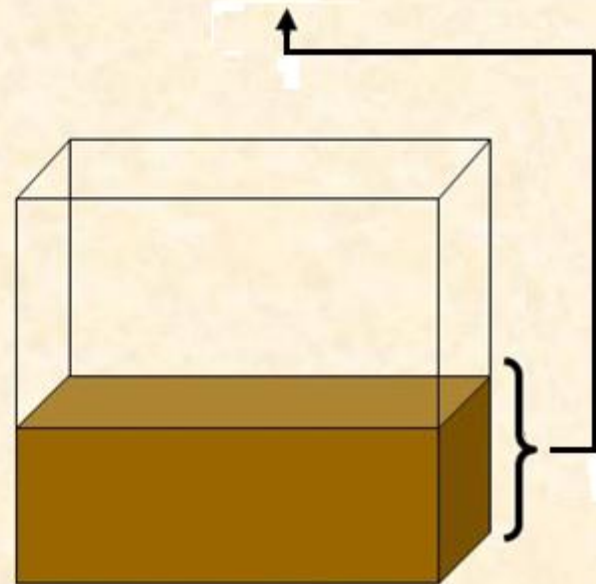
**Gęstość objętościowa =
Masa / Objętość całości**



np. **Gęstość objętościowa**

1.1 - 1.9 g/cm³

**Gęstość właściwa =
Masa / Objętość fazy stałej**



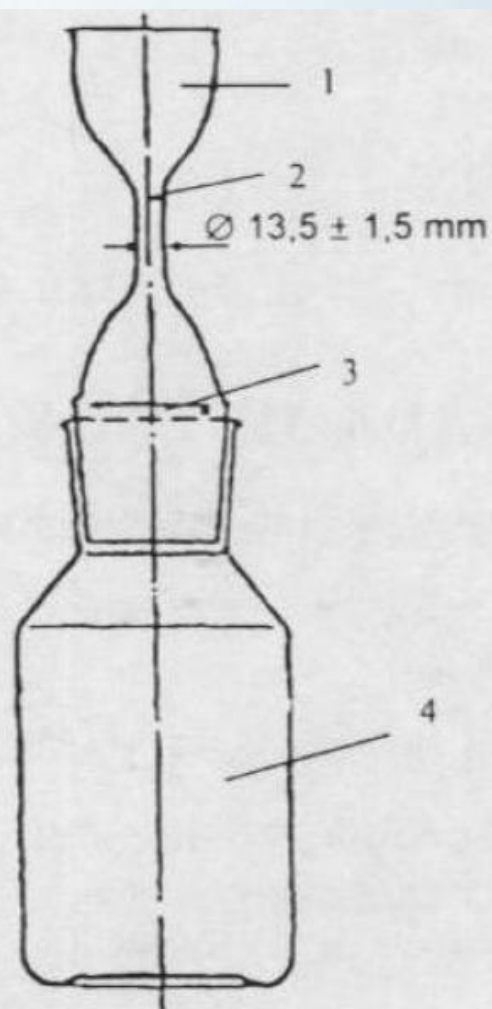
Gęstość właściwa

2.6 g/cm³



Piknometr do oznaczania
gęstości objętościowej kruszywa,
mieszanki mineralnej i mieszanki
mineralno-asfaltowej

1 - nasadka, 2 - kreska pomiarowa,
3 - szlif na nasadce dopasowany do
szyjki kolby, 4 - kolba (butelka)





Objętość piknometru:

$$V = \frac{M_2 - M_1}{\rho_w}$$

gdzie:

M_1 – masa piknometru, g

M_2 – masa piknometru napełnionego przegotowaną wodą destylowaną do kreski pomiarowej na nasadce w temperaturze $(20 \pm 1)^\circ\text{C}$, g

ρ_w – gęstość wody destylowanej w temperaturze oznaczania $(20 \pm 1)^\circ\text{C}$ równa $0,998 \text{ g/cm}^3$



Gęstość objętościowa kruszywa:

$$\rho_k = \frac{M_k}{V - \frac{M_3 - M_1 - M_k}{\rho_w}}$$

gdzie:

M_k – masa kruszywa, g

M_3 – masa piknometru z próbką i wodą destylowaną, g



Gęstość:

granit – od 2,26 do 2,67 g/cm³

melafir – od 2,73 do 2,75 g/cm³

wapień – od 1,95 do 2,7 g/cm³

Źródło: Kamieński, M.; Skalmowski, W.: Kamienie budowlane i drogowe. Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa 1957.



POLITECHNIKA POZNAŃSKA

BADANIA LABORATORYJNE

Arkusze IBDiM: 02, 04, 07.





POLITECHNIKA POZNAŃSKA

TEMATYKA ĆWICZEŃ LABORATORYJNYCH NR 5

Przeczytać o typach mieszanek mineralno-asfaltowych (m. in. z WT-2 2014 – część I – Mieszanki mineralno-asfaltowe – Wymagania Techniczne).

Zapoznać się normami przedmiotowymi i arkuszami IBDiM.



POLITECHNIKA POZNAŃSKA

NORMY PRZEDMIOTOWE

**PN-EN 12697-30:2012 Mieszanki mineralno-asfaltowe -
Metody badań mieszanek mineralno-asfaltowych na
gorąco - Część 30: Przygotowanie próbek zagęszczonych
przez ubijanie**

**PN-EN 12697-34:2012 Mieszanki mineralno-asfaltowe -
- Metody badań mieszanek mineralno-asfaltowych na
gorąco - Część 34: Badanie Marshalla**



POLITECHNIKA POZNAŃSKA

**PN-S-96025:2000 Drogi samochodowe i lotniskowe -
Nawierzchnie asfaltowe - Wymagania (norma
nieaktualna)**

**Arkusze IBDiM: 02, 05, 08 (gęstość strukturalna MMA i
wskaźnik zagęszczenia warstwy asfaltowej)**



POLITECHNIKA POZNAŃSKA

DZIĘKUJĘ ZA UWAGĘ

A faint, light blue graphic of interlocking gears is visible in the background on the right side of the slide.