



---

POLITECHNIKA POZNAŃSKA

---

# Technologia Materiałów Drogowych

## ćwiczenia laboratoryjne

**prowadzący: dr inż. Marcin Bilski**

**Zakład Budownictwa Drogowego  
Instytut Inżynierii Lądowej  
pok. 324B (bud. A2); K4 (hala A4)  
*marcin.bilski@put.poznan.pl*  
*bilski.put.poznan.pl***



## WPROWADZENIE

**Lepkosprężystość** – właściwość grupy ośrodków ciągłych wykazujących częściowo sprężystość postaciową (jak w ciele stałym, gdzie naprężenia są zależne od deformacji ciała pod wpływem sił zewn.) i częściowo podatność kształtu (jak w cieczy, gdzie naprężenia są zależne od prędkości deformacji) [1]

[1] Jan Wojnowski (red.), *Wielka encyklopedia PWN*, Wydawnictwo Naukowe PWN, 2005, Warszawa



---

POLITECHNIKA POZNAŃSKA

---

**Indeks Penetracji *PI* (ang. Penetration Index) – jest to wielkość charakteryzująca wrażliwość termiczną asfaltu.**





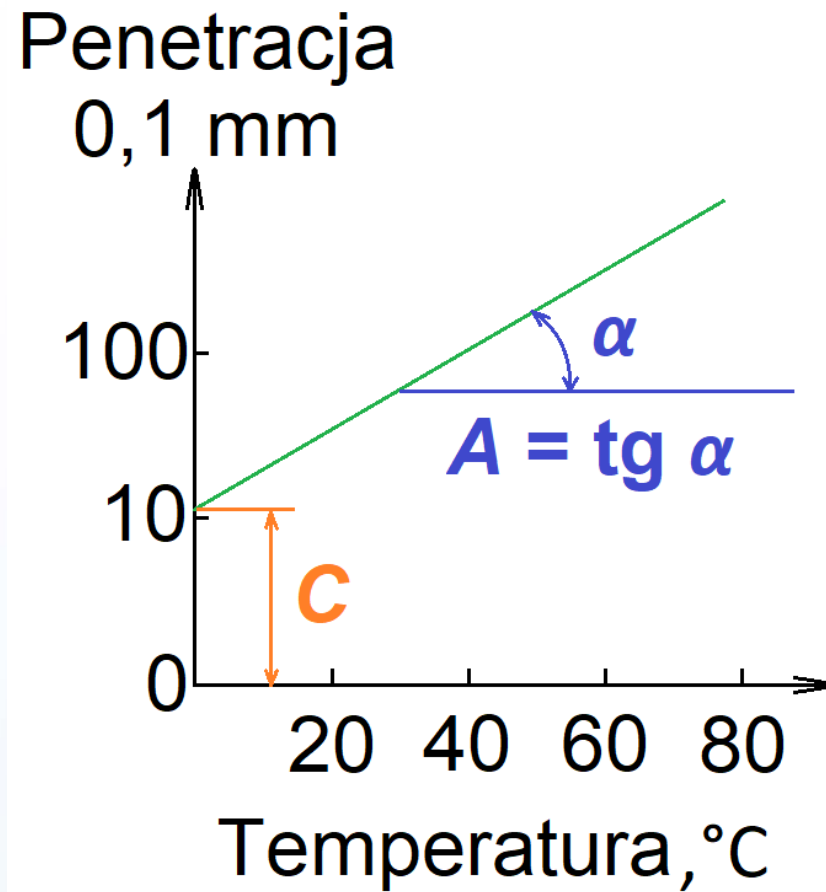
W celu obliczenia wartości *PI* należy wykonać pomiar penetracji w dwóch lub więcej temperaturach i nanieść wyniki na wykres półlogarytmiczny, tak aby otrzymać prostą spełniającą równanie:

$$\log (Pen) = A \cdot T + C$$

gdzie:

*A* – wrażliwość termiczna, *T* – temperatura,

*C* – stopień twardości asfaltu



*Rys. 1. Wykres penetracji w funkcji temperatury*



Indeks Penetracji  $PI$  oblicza się według wzorów:

$$A_I = \frac{\log(\text{Pen } T_1) - \log(\text{Pen } T_2)}{(T_1 - T_2)}, \quad \text{zał.: } T_1 > T_2$$

$$A_{II} = \frac{\log(\text{Pen } T_1) - \log(800)}{(T_1 - T_{PiK})}, \quad \text{zał.: } T_1 = 25,0 \pm 0,1^\circ\text{C}$$

$$\text{Pen } T_{PiK} = 800 \cdot 0,1 \text{ mm}$$

$$PI = \frac{20 - 500 \cdot A}{1 + 50 \cdot A}$$



gdzie:

$Pen T_i$  – wartość penetracji w  $i$ -tej temperaturze

$T_{PiK}$  – temperatura mięknienia asfaltu

Wg normy PN-EN 12591:2010:

$$PI = \frac{(20 \cdot T_{PiK}) + (500 \cdot \log(Pen T_1)) - 1952}{T_{PiK} - (50 \cdot \log(Pen T_1)) + 120},$$

zał.:  $T_1 = 25,0 \pm 0,1^\circ\text{C}$





## Interpretacja wartości indeksu penetracji:

**$PI < -2$**  – asfalty o wysokiej wrażliwości termicznej (charakteryzują się właściwościami lepkosprężystymi w wąskim zakresie temperatury; asfalt typu zol)

**$-2 < PI < 2$**  – asfalty drogowe (asfalt typu zol-żel)

**$PI > 2$**  – asfalty przemysłowe (charakteryzują się właściwościami lepkosprężystymi w szerokim zakresie temperatury; asfalt typu żel)





**Wartość  $PI$  asfaltów kształtują się zazwyczaj w zakresie od -3 do +3.**

**Należy pamiętać, że im mniejsza wartość  $PI$ , tym asfalt jest bardziej wrażliwy termicznie (szybciej mięknie podczas ogrzewania).**

**Najbardziej optymalny zakres  $PI$  wynosi od -1 do +1.**

**Wg normy PN-EN 12591:2010 asfalty drogowe powinny się charakteryzować  $PI$  od -1,5 do +0,7.**



## Powtarzalność i odtwarzalność wyników badań

**Powtarzalność** – jest to stopień zgodności kolejnych wyników oznaczeń tej samej wielkości, **wykonywanych w tych samych warunkach pomiarowych.**

Warunki powtarzalności obejmują:

- tą samą procedurę pomiarową i tego samego wykonawcę,
- ten sam przyrząd pomiarowy stosowany w tych samych warunkach i w tym samym miejscu.



**Odtwarzalność** – jest to stopień zgodności wyników oznaczeń tej samej wielkości, **wykonywanych w zmienionych warunkach pomiarowych.**

**Warunki, które mogą ulegać zmianie:**

- osoba wykonująca pomiar,
- przyrząd pomiarowy (inny model) stosowany w innych warunkach i w innym miejscu.



## Przykład: Powtarzalność wyników oznaczania penetracji asfaltów

Penetracja  $< 50 \cdot 0,1$  mm

wartość penetracji  $\leq r = 2 \cdot 0,1$  mm

Penetracja  $\geq 50 \cdot 0,1$  mm

wartość penetracji  $\leq r = 4\%$  wartości średniej



## Wyniki oznaczania penetracji w temp. 25,1°C:

1. 54,8 · 0,1 mm

2. 56,2 · 0,1 mm

3. 55,1 · 0,1 mm

4. 50,3 · 0,1 mm

5. 55,4 · 0,1 mm

6. 62,4 · 0,1 mm

7. 56,1 · 0,1 mm



$$4\% \text{ wartości średniej} = 0,04 \cdot 55,8 \cdot 0,1 \text{ mm} = \\ = 2,2 \cdot 0,1 \text{ mm}$$

(wartości penetracji od 53,6 do 58,0 · 0,1 mm)

**Warunek powtarzalności wyników spełniają oznaczenia**

1. 56,2 · 0,1 mm
2. 55,1 · 0,1 mm
3. 55,4 · 0,1 mm
4. 56,1 · 0,1 mm



## OPRACOWANIE WYNIKÓW

### OZNACZENIE PENETRACJI ASFALTÓW (PRZYKŁAD)

Wyniki oznaczania penetracji w temp. 7,8°C:

1. 4,8 · 0,1 mm

2. 5,2 · 0,1 mm

3. 3,8 · 0,1 mm

4. 4,9 · 0,1 mm

5. 5,5 · 0,1 mm

6. 8,1 · 0,1 mm

7. 7,4 · 0,1 mm

$$\begin{aligned}t_{\text{śr}} &= (t_p + t_k) \cdot 0,5 = \\ &= (6,7 + 8,9) \cdot 0,5 = \\ &= 7,8 \text{ °C}\end{aligned}$$

Wartość średnia

$$5,6 \pm 1,0 \cdot 0,1 \text{ mm}$$





Zgodnie z normą PN-EN 1426:2015 do dalszych obliczeń przyjęto:

1.  $5,2 \cdot 0,1$  mm

2.  $4,9 \cdot 0,1$  mm

3.  $5,5 \cdot 0,1$  mm

Wartość średnia  
 $5,2 \cdot 0,1$  mm

Wartość penetracji w temp.  $7,8^{\circ}\text{C}$  wynosi  $5 \cdot 0,1$  mm



POLITECHNIKA POZNAŃSKA

## OPRACOWANIE WYNIKÓW OZNACZENIE TEMPERATURY MIĘKNIENIA (PRZYKŁAD)

czas, min	$T$ , °C	$\Delta T$ , °C
0	5,8	-
1	9,9	4,1
2	14,9	5,0
3	20,1	5,2
4	25,3	5,2
5	30,6	5,3
6	35,8	5,2
7	41,1	5,3
8	46,3	5,2



$$\Delta T_{\acute{s}r, 3 \text{ min}} = 4,8^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta T_{\acute{s}r} = 5,1^{\circ}\text{C}$$

$$T_{\text{PiK } 1} = 47,2^{\circ}\text{C}$$

$$T_{\text{PiK } 2} = 47,4^{\circ}\text{C}$$

Temperatura mięknienia  $T_{\text{PiK}} = 47,3^{\circ}\text{C}$



## WYMAGANIA DLA ASFALTÓW DROGOWYCH

Tablica NA 1 A – Wymagania dotyczące asfaltów drogowych o penetracji od 20 × 0,1 mm do 220 × 0,1 mm, przeznaczonych do stosowania w budownictwie drogowym w Polsce

Właściwości stosowane dla wszystkich asfaltów drogowych wymienionych w tej tablicy

Właściwość	Metoda badania	Jednostka	Rodzaj asfaltu drogowego					
			20/30	35/50	50/70	70/100	100/150	160/220
Penetracja w 25 °C	EN 1426	0,1 mm	20 – 30	35 – 50	50 – 70	70 – 100	100 – 150	160 – 220
Temperatura mięknięcia	EN 1427	°C	55 – 63	50 – 58	46 – 54	43 – 51	39 – 47	35 – 43



---

POLITECHNIKA POZNAŃSKA

---

# TEMATYKA ĆWICZEŃ LABORATORYJNYCH NR 4 i 5

**Przeczytać o metodach modyfikacji asfaltów  
drogowych.**

**Zapoznać się z normami przedmiotowymi.**



---

POLITECHNIKA POZNAŃSKA

---

## **NORMY PRZEDMIOTOWE**

**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.**



**PN-EN 13043:2004 - Kruszywa do mieszanek bitumicznych i powierzchniowych utrwaleń stosowanych na drogach, lotniskach i innych powierzchniach przeznaczonych do ruchu.**

**PN-EN 933-10:2009 - Badania geometrycznych właściwości kruszyw - Część 10: Ocena zawartości drobnych cząstek - Uziarnienie wypełniaczy (przesiewanie w strumieniu powietrza).**





---

POLITECHNIKA POZNAŃSKA

---

**PN-EN 1097-5:2008 - Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw - Część 5: Oznaczanie zawartości wody przez suszenie w suszarce z wentylacją.**



---

POLITECHNIKA POZNAŃSKA

---

**DZIĘKUJĘ ZA UWAGĘ**

