

# Opracowanie zagadnień

## Zagadnienia

### Zielińska

1. Znajomość niżej wymienionych polimerów (nazwa, skrót, struktura)
  1. Polietylen PE
  2. Polipropylen PP
  3. Polistyren PS
  4. Poli(tereftalan etylenu) PET
  5. Poli(kwas mlekowy) PLA
  6. Poli(alkohol winylowy) PVA
  7. Poli(octan winylu) PVAc
  8. Poliakrylonitryl PAN
  9. Poli(metakrylan metylu) PMMA
  10. Poli(chlorek winylu) PVC
  11. Poliamid 6 PA6
  12. Poliamid 6.6 PA66
  13. Poli(tlenek etylenu) PEO
  14. Poliwęglan PC
  15. Politetrafluoroetylen PTFE
2. Definicja mikroplastiku.
3. Rodzaje procesów degradacji zachodzących w tworzywach sztucznych.
4. Degradacja tworzyw semikrystalicznych i amorficznych – porównanie.
5. Charakterystyka procesu biodegradacji.
6. Klasyfikacja polimerowych materiałów biodegradowalnych wraz z przykładami.
7. Polimery syntetyczne rozpuszczalne w wodzie – przykłady i charakterystyka.
8. Polimery pochodzenia naturalnego – przykłady i charakterystyka.
9. Skrobia termoplastyczna – otrzymywanie i właściwości.
10. Metody otrzymywania porowatych materiałów polimerowych – odlewanie z roztworu z wymywaniem poroforu, termicznie indukowana separacja faz.
11. Naprężenia w spoinach – podział i omówienie.
12. Klasyfikacja teorii adhezji i sił wiązań adhezyjnych.
13. Mechanizmy przyczepności.
14. Praca adhezji – definicja.
15. Klasyfikacja spoiw wraz z przykładami.
16. Elastomery – podział, charakterystyka wybranych elastomerów ogólnego przeznaczenia.
17. Wybrane monomery dienowe – struktura chemiczna i polimeryzacja (izopren, butadien, chloropren)
18. Wybrane kauczuki – oznaczenia ASTM, nazwy pospolite i chemiczne wg tabeli 1.
19. Charakterystyka procesu wulkanizacji kauczuków dienowych i wpływ przebiegu tego procesu na właściwości gumy.
20. Wpływ masy cząsteczkowej i polidispersyjności na właściwości polimeru.
21. Wpływ rodzaju połączeń międzyłańcuchowych na właściwości gumy.
22. Przykłady polimerów polarnych i niepolarnych.
23. Mechanizm polimeryzacji rodnikowej.
24. Charakterystyka poliaddycji i polikondensacji.
25. Czynniki wpływające na właściwości polimerów.
26. Wpływ chemicznej budowy łańcucha (grup funkcyjnych) na właściwości polimerów.
27. Konfiguracja, konformacja – definicja.
28. Tworzywa sztuczne – klasyfikacja.

### Korbut

1. Podział włókien ze względu na pochodzenie
2. Przykłady włókien naturalnych oraz ich właściwości (co najmniej 3)
3. Różnica między włóknami syntetycznymi a sztucznymi
4. Nanowłókna (definicja, właściwości, kierunki zastosowań)
5. Metody formowania nanowłókien (wymienić i krótko opisać)
6. Etapy procesu wytwarzania włókien syntetycznych

7. Przykłady polimerów włóknotwórczych otrzymywanych w wyniku polikondensacji (wzór, właściwości, zastosowanie)
8. Przykłady polimerów włóknotwórczych otrzymywanych w wyniku poliaddycji (wzór, właściwości, zastosowanie)
9. Włókna węglowe (otrzymywanie, właściwości, zastosowanie)
10. Włókna polietylenowe o dużej wytrzymałości (otrzymywanie, właściwości, zastosowanie)

## Opracowanie

### Zielińska

#### 1. Znajomość niżej wymienionych polimerów (nazwa, skrót, struktura)

1. Polietylen PE
2. Polipropylen PP
3. Polistyren PS
4. Poli(tereftalan etylenu) PET
5. Poli(kwas mlekowy) PLA
6. Poli(alkohol winylowy) PVA
7. Poli(octan winylu) PVAc
8. Poliakrylonitryl PAN
9. Poli(metakrylan metylu) PMMA
10. Poli(chlorek winylu) PVC
11. Poliamid 6 PA6
12. Poliamid 6.6 PA66
13. Poli(tlenek etylenu) PEO
14. Poliwęglan PC
15. Politetrafluoroetylen PTFE

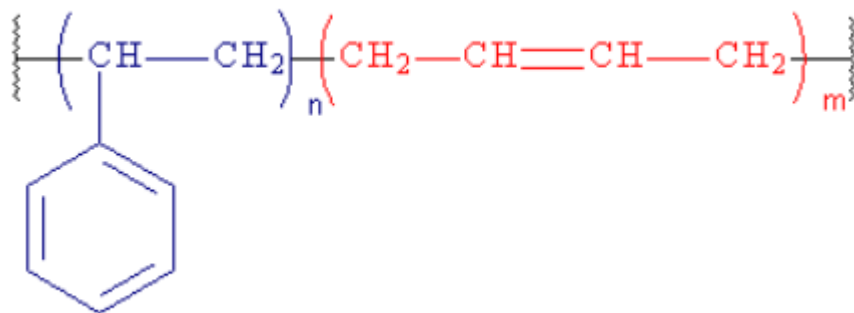
#### 16. Elastomery – podział, charakterystyka wybranych elastomerów ogólnego przeznaczenia.

Podział ogólny:

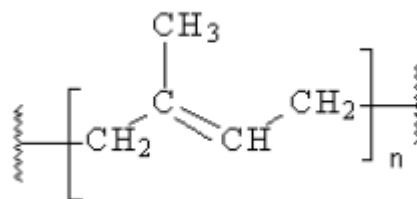
- termoutwardzalne
- termoplastyczne

Podział ze względu na przeznaczenie:

- ogólnego przeznaczenia
  - kopolimer styren-butadien (SBR) -

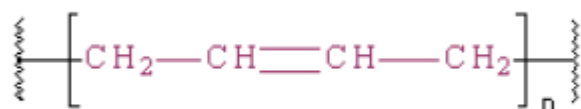


,  $T_g = -55^\circ\text{C}$ , zawartość styrenu 23%, powstaje w polimeryzacji emulsyjnej (wolnorodnikowej) lub polimeryzacji w roztworze

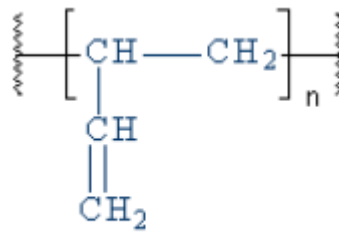


- poliizopren naturalny (NR) - kauczuk naturalny,  $T_g = -70^\circ\text{C}$ , stabilizatory: amoniak, formaldehyd, siarczan sodu, wyróżniamy kauczuk naturalny odtłuszczony, izomeryzowany, deproteinowany i epoksydowany.

- Polibutadien (BR) -



1,4-polibutadien



1,2-polibutadien

, polimeryzacja anionowa

(90% 1,4 ; 10% 1,2) lub koordynacyjna + katalizator Zieglera-Natta (cis 1,4 - krystalizuje), dodatek aminy lub korozpuszczalnika powoduje wzrost udziału struktury 1,2. Mały udział 1,2  $\rightarrow T_g = -100^\circ\text{C}$ , Duży udział 1,2  $\rightarrow T_g = 0^\circ\text{C}$

- Poliizopren syntetyczny (IR) - polimeryzacja anionowa (95% cis)/ polimeryzacja koordynacyjna + katalizator Zieglera-Natta (98% cis, mniejszy moduł sprężystości niż anionowy IR, większe wydłużenie przy zerwaniu niż NR)
- specjalne
  - dienowe
  - winylowe
  - silikonowe
  - pozostałe

## 18. Wybrane kauczuki – oznaczenia ASTM, nazwy pospolite i chemiczne wg tabeli 1.

Tabela 1 Oznaczenia, nazwy chemiczne i zwyczajowe wybranych kauczków.

Oznaczenie ASTM	Nazwa zwyczajowa	Nazwa chemiczna
NR	Kauczuk naturalny	cis-poliizopren
IR	Kauczuk syntetyczny	cis-poliizopren
BR	Kauczuk butadienowy	cis-polibutadien
SBR	Kauczuk SBR	poli(butadien-co-styren)
IIR	Kauczuk butylowy	poli(izobutylen-co-izopren)
CIIR	Kauczuk chlorobutyłowy	chlorowany poli(izobutylen-co-izopren)
BIIR	Kauczuk bromobutyłowy	bromowany poli(izobutylen-co-izopren)
EPM	Kauczuk EPM	poli(etylen-co-propylen)
EPDM	Kauczuk EPDM	poli(etylen-co-propylen-co-dien)
CR	Neopren	polichloropren
NBR	Kauczuk nitylowy	poli(butadien-co-akrylonitryl)
MQ	Kauczuk silikonowy	polidimetylosiloksan
VMQ	Kauczuk silikonowy	poliwinyłometylosiloksan
PMQ	Kauczuk silikonowy	polifenylometylosiloksan
PVMQ	Kauczuk silikonowy	polifenylowinyłometylosiloksan

## 20. Wpływ masy cząsteczkowej i polidispersyjności na właściwości polimeru.

- Wpływa głównie na zakres topnienia i płynięcia
- Właściwości w stanie stałym zależne od  $M_w$  ("ślizganie" łańcuchów)
- Długołańcuchowe, amorficzne polimery są sztywniejsze i odporniejsze chemicznie (splątania łańcuchów)
- Krótkołańcuchowe polimery są łatwiej formowane
- Długie łańcuchy podnoszą lepkość stopu i poprawiają stabilność właściwości chemicznych i mechanicznych w czasie
- Krótkie łańcuchy powodują ograniczenie stabilności czasowej
- $M_w > M_v > M_n$  - cokolwiek to znaczy

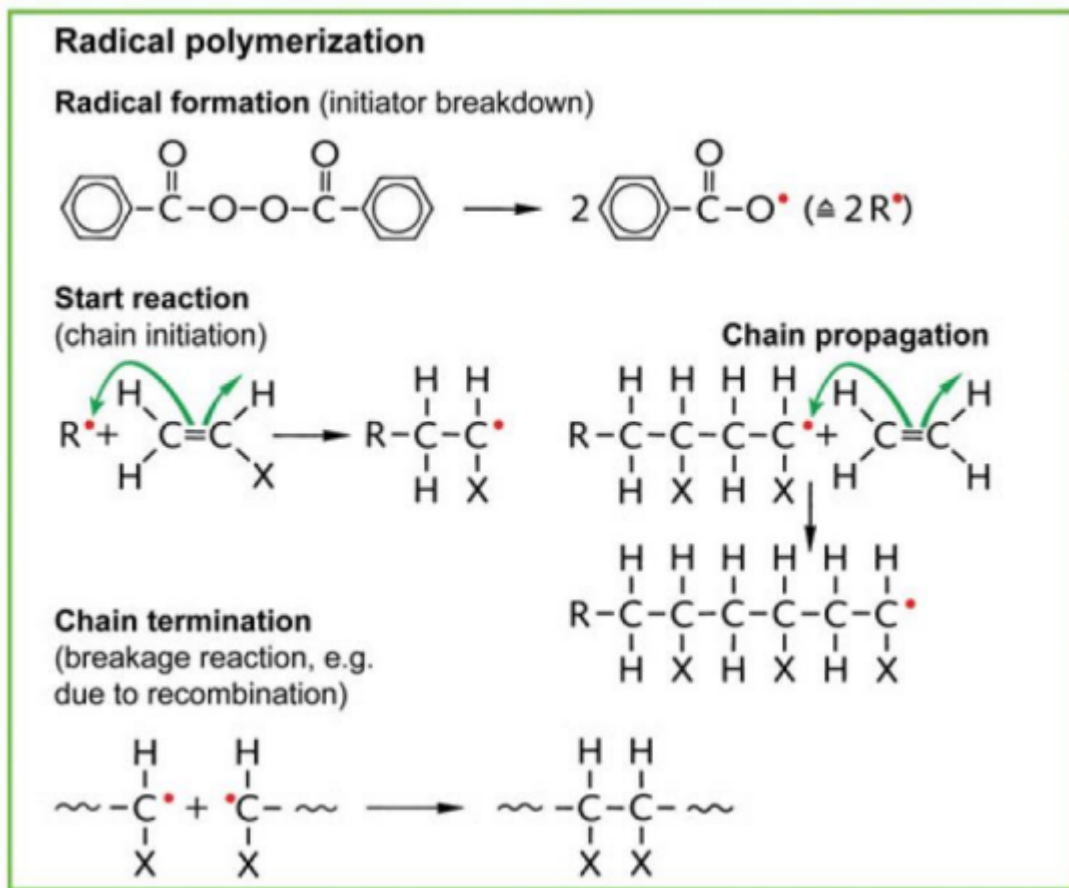
Polidispersyjność  $P$

Wagowo średnia masa cząsteczkowa  $\overline{M}_w$

Liczbowo średnia masa cząsteczkowa  $\overline{M}_n$

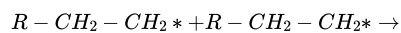
$$P \geq 1 \Leftrightarrow \overline{M}_w > \overline{M}_n$$

## 23. Mechanizm polimeryzacji rodnikowej.



inicjacja -> propagacja -> terminacja

Mechanizmy terminacji:



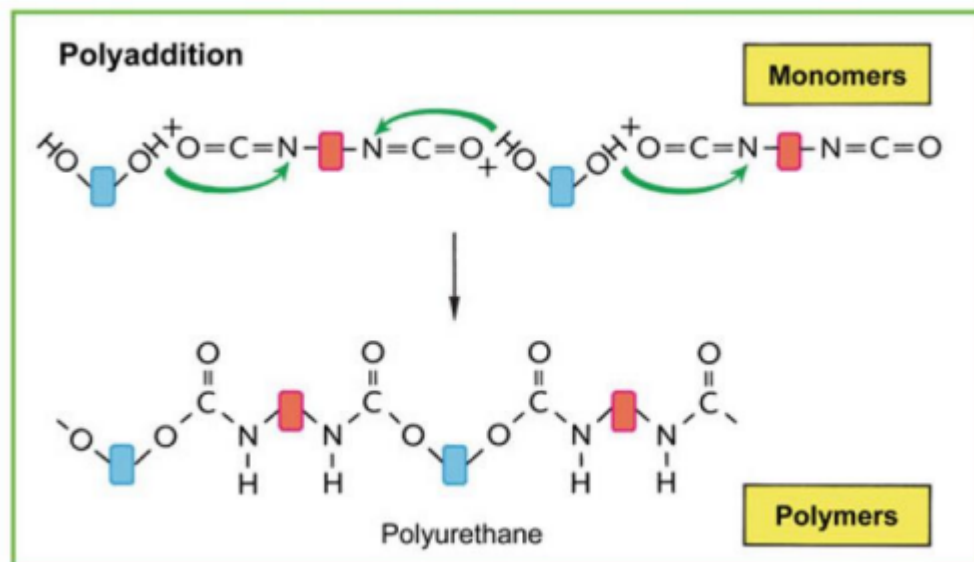
1. Rekombinacja:  $\text{R}-(\text{CH}_2)_4-\text{R}$

2. Dysproporcjonowanie:  $\text{R}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 + \text{R}-\text{CH}=\text{CH}_2$

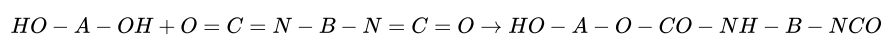
Związki takie jak metakrylan metylu (MMA) preferują drogę 2. Większość jednak terminuje drogą 1.

## 24. Charakterystyka poliaddycji i polikondensacji.

Poliaddycja



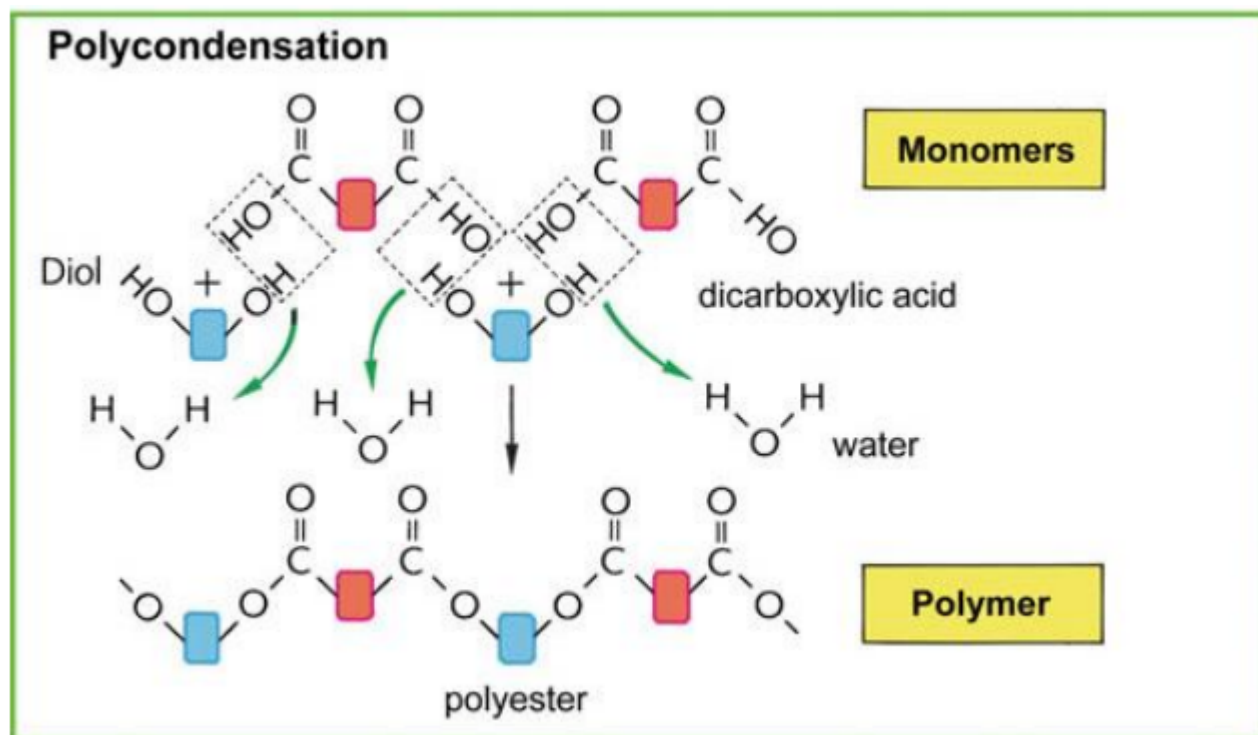
W ten sposób powstają poliuretany z dioli i diizocyjanianów.



-O-CO-NH- - wiązanie uretanowe

Polikondensacja

grupa hydroksylowa + grupa karbonylowa -> polimer + woda



W ten sposób powstają: polikwas mlekowy (polilaktyt - PLA), poliester, poliamidy, poliwęglan

## 25. Czynniki wpływające na właściwości polimerów.

Termoplasty	Elastomery / Duroplasty
Masa cząsteczkowa	Stopień usieciowania
PDI	Długości sekwencji w kopolimerach
Stopień rozgałęzienia	Składniki niskocząsteczkowe
Taktyczność	
Pozostałości monomerów	
Pozostałości substancji pomocniczych	

## 26. Wpływ chemicznej budowy łańcucha (grup funkcyjnych) na właściwości polimerów.

Polarność (moment dipolowy) – stabilność chemiczna (W jaki sposób? Nie wiadomo.)

Temperatura zeszklenia jest związana z zawadą steryczną (mobilnością). Im mniejsza zawada (nieduże podstawniki) tym niższa temperatura zeszklenia.

Polimer	Temperatura zeszklenia °C
PE	-100
PP	0
PS	80

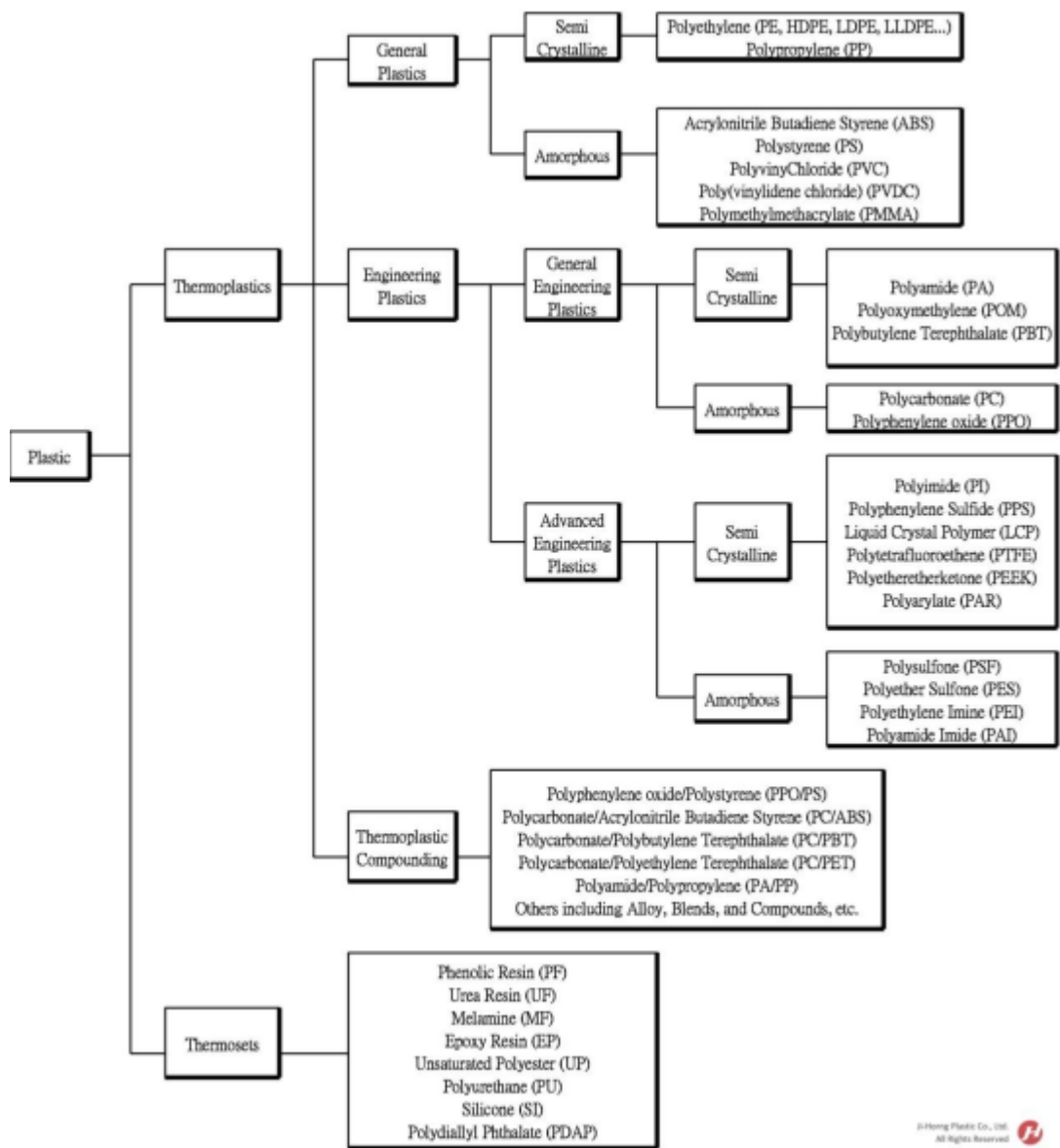
## 27. Konfiguracja, konformacja – definicja.

- konfiguracja - przestrzenne rozmieszczenie atomów i grup atomów
- konformacja - przestrzenne warianty ułożenia cząsteczki o określonej konfiguracji

## 28. Tworzywa sztuczne - klasyfikacja

### Tworzywa sztuczne

- termoplasty
  - tworzywa ogólne
    - semikrystaliczne
      - PE (HDPE, LDPE, LLDPE)
      - PP
    - amorficzne
      - PS
      - PCV
      - PMMA
  - tworzywa inżynierskie
    - tworzywa ogólnoinżynierskie
      - semikrystaliczne
        - PA
        - POM (Polyoxymethylene)
        - PBT (Polybutylene Terephthalate)
      - amorficzne
        - PC (Polycarbonate)
        - PPO (Polyphenylene oxide)
    - tworzywa inżynierskie zaawansowane
      - semikrystaliczne
        - PI (Polyimide)
        - PPS (Polyphenylene Sulphide)
      - amorficzne
        - PSF (Polysulfone)
        - PES (Polyether Sulphone)
  - tworzywa łączone
    - PPO/PS
    - PA/PP
    - stopy, blendy itp.
  - duroplasty
    - PF (żywice fenylowe)
    - EP (żywice epoksydowe)
    - SI (silikony)



## Korbut

### 1. Podział włókien ze względu na pochodzenie

- naturalne
  - roślinne
  - zwierzęce
  - mineralne
- chemiczne
  - nieorganiczne
  - sztuczne
  - syntetyczne

### 2. Przykłady włókien naturalnych oraz ich właściwości (co najmniej 3)

#### Przykłady

- roślinne
  - bawełna
  - len
  - juta
- zwierzęce
  - wełna - posiada charakterystyczne cechy (łuskowatość, lanolina, karbikowatość), właściwości termoregulacyjne, nie pochłania zapachów
  - jedwab - wytwarzane przez gąsienice motyli jedwabników, najbardziej wytrzymałe spośród włókien naturalnych
  - bisior - włókna powstające z szybko krzepnącej wydzieliny małżów morskich
- mineralne
  - azbest - cienkie, miękkie i lśniące włókna o barwie białej lub szarej - wytrzymałość na wysoką temperaturę, słabe przewodnictwo ciepłe, słabe przewodnictwo elektryczne

Właściwości tkanin z włókien naturalnych:

- są wytrzymałe na wysoką temperaturę
- są odporne na czynniki chemiczne
- mają dobre właściwości termoizolacyjne
- są przewiewne
- są higroskopijne
- pochłaniają promieniowanie UV
- nie elektryzują się
- mają właściwości dźwiękochłonne

### 3. Różnica między włóknami syntetycznymi a sztucznymi

- Włókna syntetyczne to włókna chemiczne wytwarzane w różnych procesach technologii chemicznej z polimerów niewystępujących w przyrodzie otrzymywanych z monomerów w procesach polimeryzacji lub polikondensacji.
- Włókna sztuczne to włókna chemiczne, które są wytwarzane w procesach technologii chemicznej, modyfikujących strukturę naturalnych biopolimerów (np. włókna wiskozowe z celulozy, kazeinowe z białka) oraz surowców mineralnych (np. włókna szklane, włókna metaliczne)

### 4. Nanowłókna (definicja, właściwości, kierunki zastosowań)

Nanowłókna - włókna grubości poniżej 100 nm

Właściwości

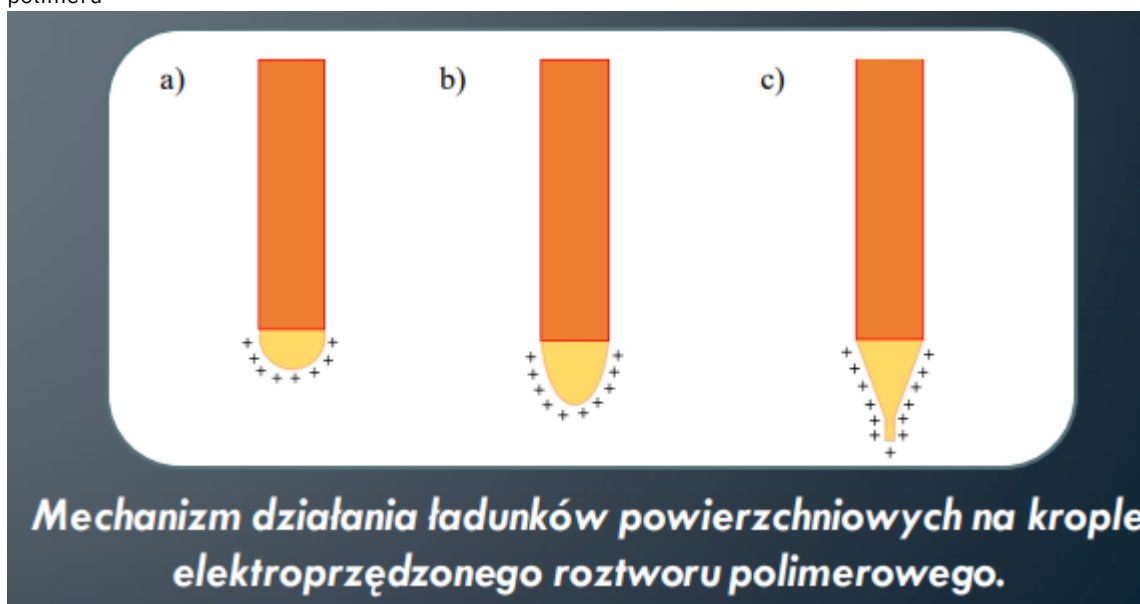
- duża powierzchnia właściwa
- duży stosunek długości do przekroju
- występują w materiałach naturalnych (włókna kolagenowe) i wytworzonych przez człowieka

Kierunki zastosowań:

- militaria
- kosmetyka
- sensory
- filtry
- medycyna i inżynieria tkankowa
- inne

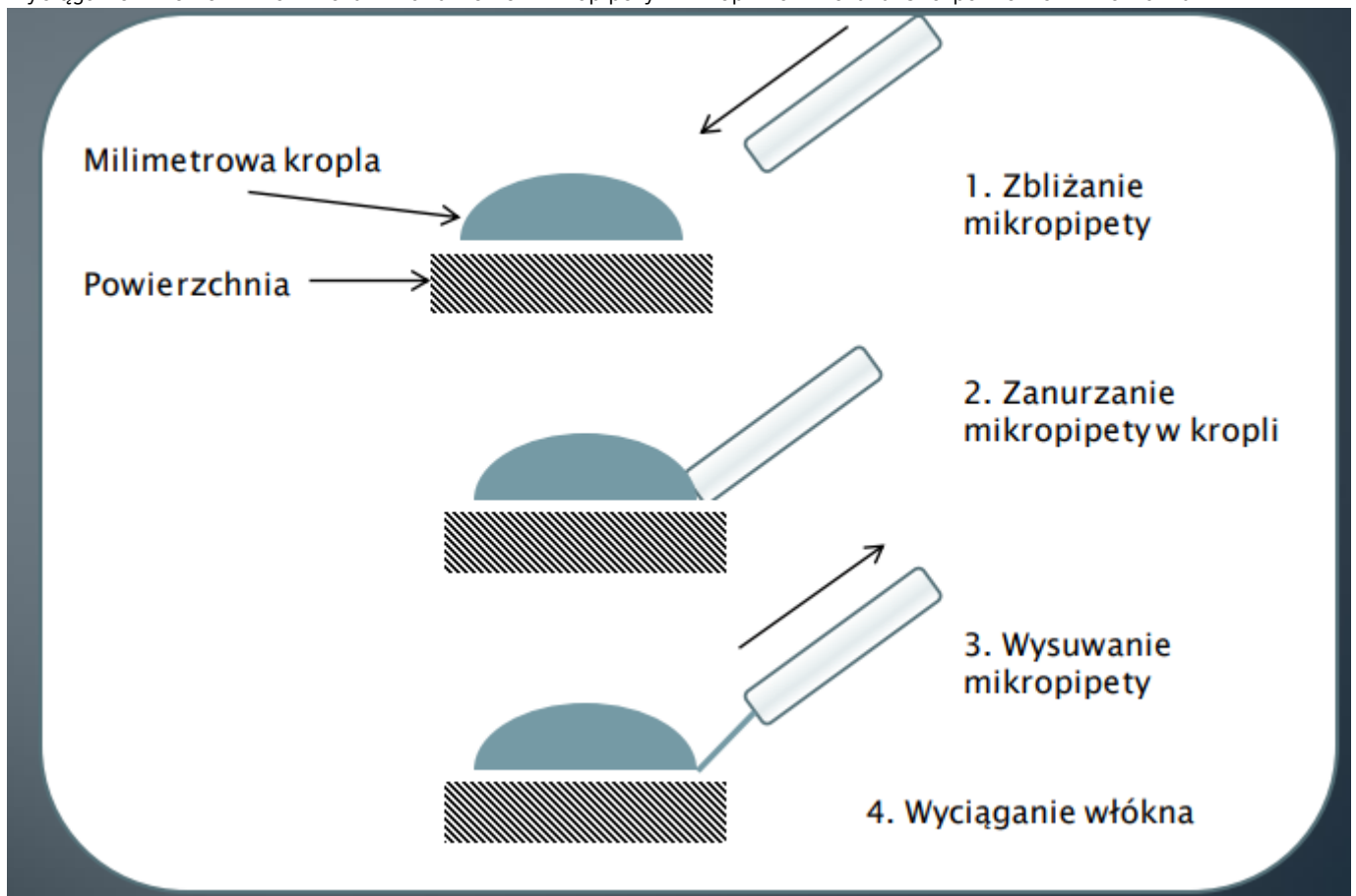
### 5. Metody formowania nanowłókien (wymienić i krótko opisać)

- elektroprzędzenie - wykorzystanie sił elektrostatycznych działających na elektrycznie naładowany strumień roztworu polimeru

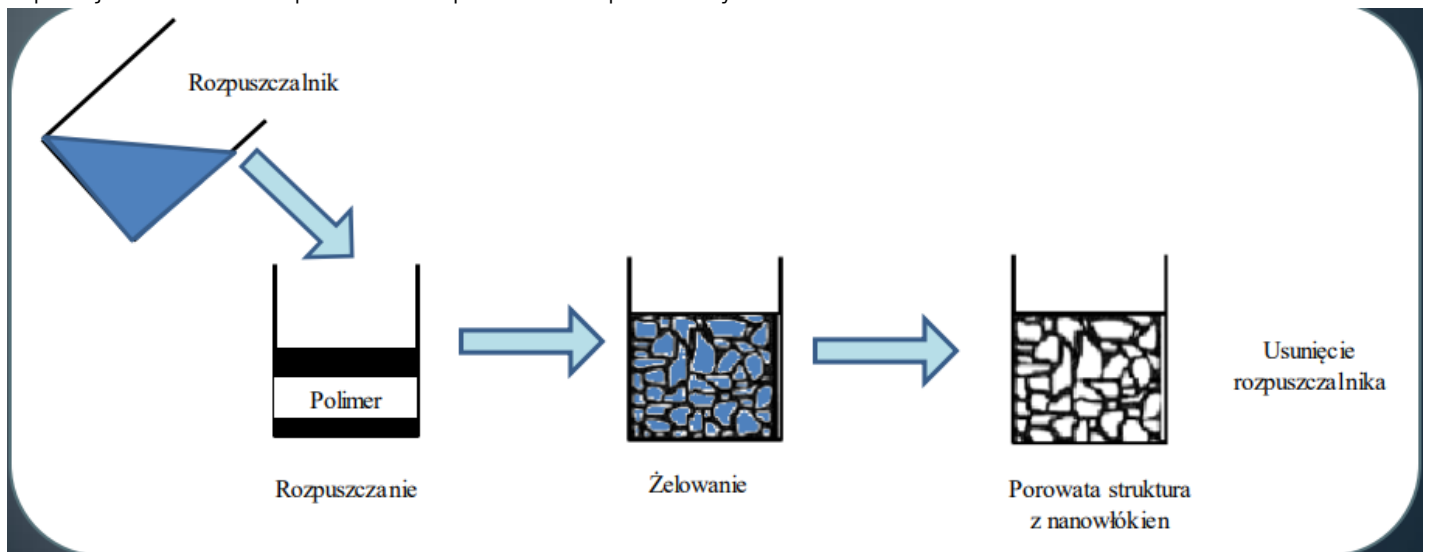




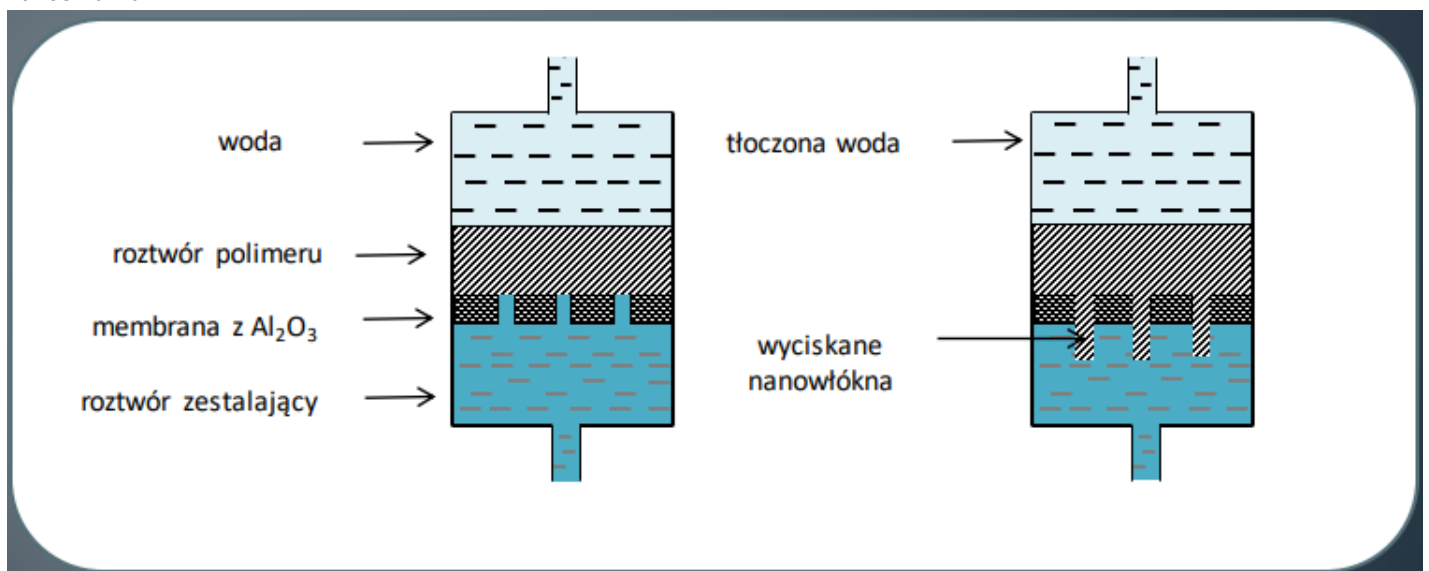
- wyciąganie włókien z roztworu - zanurzenie mikropipety w kropli roztworu blisko powierzchni kontaktu



- separacja faz - roztwór polimeru i rozpuszczalnika poddawany żelowaniu



- synteza według szablonu - zastosowanie specjalnego wzornika decydującego o kształcie i rozmiarach wytworzonych nanostruktur



- samoorganizacja molekularna - tworzenie się zorganizowanych struktur pod wpływem sił międzycząsteczkowych

## 6. Etapy procesu wytwarzania włókien syntetycznych

Proces wytwarzania włókien syntetycznych

- otrzymywanie monomerów
- prowadzenie procesu polimeryzacji (lub polikondensacji)
- przygotowanie płynów przędzalniczych (stapianie lub rozpuszczanie)
- formowanie włókien, np. wytłaczanie przez dysze przędzalnicze (filiery)
- wykończanie, czyli obróbka włókien, nadająca im pożądane właściwości (np. sieciowanie metodami poliaddycji, rozciąganie, karbikowanie, skręcanie, cięcie, karbonizowanie, barwienie).

## 7. Przykłady polimerów włóknotwórczych otrzymywanych w wyniku polikondensacji (wzór, właściwości, zastosowanie)

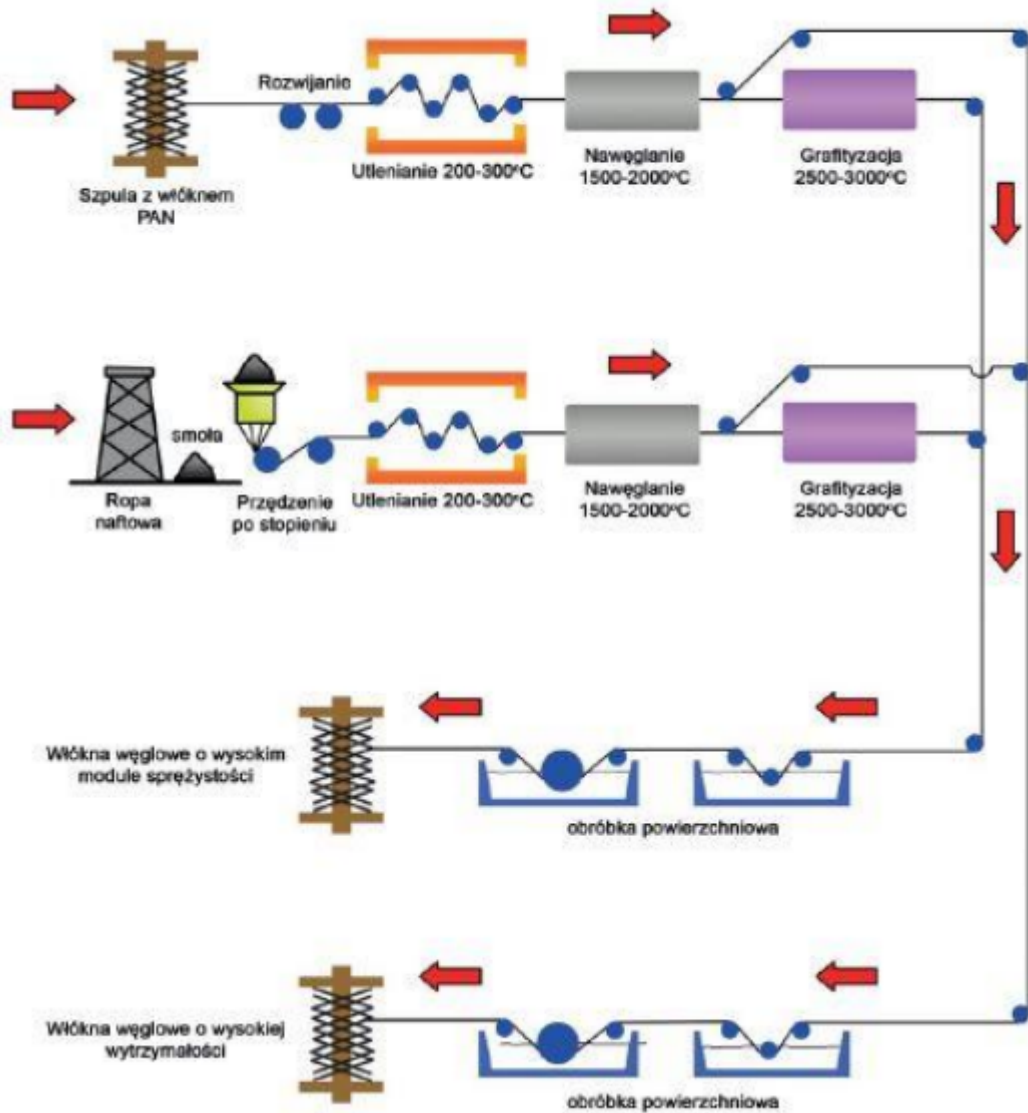
- Poliamidy
  - budowa - polimery o budowie łańcuchowej, w których poszczególne segmenty węglowodorowe połączone są wiązaniami amidowymi  $-CO-NH-$
  - właściwości
    - Niezbyt wysoka chłonność – wielokrotnie niższy wynik zdolności absorpcji płynów od wełny czy lnu (ale wyższy od poliestru)
    - Sztywność – poliamidu nie można pognieść
    - Bardzo wysoka odporność mechaniczna – mało podatne na wycieranie czy rozdarcia
    - Niska odporność na promieniowanie UV- wystawione na długotrwałe działanie światła blakną lub żółkną oraz szybciej się starzeją
    - Skłonność do pillingu (mechacenia się)
  - zastosowania
    - Poliamid 66
      - pończochy
      - szczoteczki do zębów
      - liny cumownicze
      - spadochrony
- Włókna aramidowe
  - budowa - polimery, które w łańcuchu głównym posiadają ugrupowania aromatyczne (im więcej, tym większa odporność mechaniczna, termiczna i pożarowa, ale gorsza rozpuszczalność)
  - właściwości
    - Wytrzymałość na rozrywanie
    - Odporność na pociski (pochłanianie i rozpraszanie siły uderzenia)
    - Odporność na przecięcie i przekłucie
    - Odporność na wysokie temperatury
    - Niska przewodność cieplna
    - Brak przewodności elektrycznej
    - Degradacja pod wpływem promieniowania UV
  - zastosowania
    - kamizeli kuloodporne
    - hełmy
    - pancerz pojazdów
    - środki ochrony indywidualnej (np. rękawice ochronne)
    - lotnictwo
    - motoryzacja
    - element wzmacniający światłowody
    - górnictwo
- włókna poliestrowe
  - budowa - polimery zawierające wiązania estrowe w swoich łańcuchach głównych  $-COO-$
  - właściwości
    - Duża wytrzymałość na rozerwanie, zginanie i ścieranie
    - Dobra odporność na działanie światła
    - Odporność na słabe kwasy i zasady
    - Są odporne biologicznie
    - Są niehigroskopijne
    - Łatwo się elektryzują
    - Są skłonne do pillingu
    - Wysoka sprężystość
  - zastosowania

- dzianiny i tkaniny
  - polar
  - dakron
  - tergal (płótna żaglowe)
- liny

## 8. Jak się umie 7 to nie trzeba 8

## 9. Włókna węglowe (otrzymywanie, właściwości, zastosowanie)

- otrzymywanie - kontrolowana piroliza poliakrylonitrylu (PAN) i innych polimerów organicznych



- właściwości
  - Mała gęstość
  - Wysoka wytrzymałość na rozciąganie
  - Wysoki moduł Younga
  - Wysoka wytrzymałość zmęczeniowa
  - Wysoka wytrzymałość na pełzanie
  - Dobrze tłumią drgania
  - Duża odporność na ścieranie
  - Duża stabilność wymiarowa
  - Mała przewodność cieplna w niskich temperaturach
  - Dobra przewodność elektryczna
  - Odporność cieplna
  - Niewielka udarność
  - Mała odporność na utlenianie w podwyższonej temperaturze
  - Niewielki stopień adhezji do polimerów i spoiw nieorganicznych
  - Mała powierzchnia właściwa i niejednolita mikrostruktura
- zastosowanie
  - jako zbrojenie laminatów opartych na żywicach epoksydowych wysokiej jakości

- do produkcji łopatek elektrowni wiatrowych
- do wytwarzania śmigieł i komponentów wzmacniających strukturę kadłuba i skrzydeł w konstrukcjach kosmicznych i lotniczych
- w produkcji jachtów do elementów szczególnie narażonych na duże obciążenia
- w przemyśle sportowym (rowery, wędkę, łuki sportowe)
- w dziedzinie sportów ekstremalnych (pojazdy Formuły 1)
- Do konstrukcji mikroelektrod, elektrod do ogniów galwanicznych i paliwowych

## **10. Włókna polietylenowe o dużej wytrzymałości (otrzymywanie, właściwości, zastosowanie)**

- otrzymywanie
  - z polietylenu o szczególnie dużym ciężarze cząsteczkowym UHMWPE (ultra high molecular weight polyethylene)
  - z zastosowaniem nowych katalizatorów metallocenowych pozwalających wytwarzać polimery zawierające nawet do 250 000 jednostek monomerycznych i cechujące się bardzo wąskim rozkładem ciężarów cząsteczkowych
  - Podczas przędzenia te długie łańcuchy polietylenu ulegają orientacji równoległej do osi włókna w ponad 95%, a stopień krystaliczności osiąga nawet 85%
- właściwości
  - Szczególnie mała gęstość wynosząca ok. 0.979 g/cm<sup>3</sup>
  - Bardzo dobre właściwości mechaniczne odniesione do ciężaru właściwego
  - Duża energia zniszczenia
  - Znikoma nasiąkliwość wodą
  - Duża odporność na ścieranie i mały współczynnik tarcia
  - Odporność na działanie promieniowania UV
  - Odporność na chemikalia i warunki korozyjne oraz mikroorganizmy
  - Znakomite właściwości elektryczne
- zastosowanie
  - liny cumownicze (pływają, nie nasiąkają wodą)