

Wytwarzanie i modyfikacja aerożeli krzemionkowych dla zastosowań biomedycznych

Prezentacja otwierająca przewód doktorski

Mgr inż. Bartosz Babiarczuk

Promotor: Prof. dr hab. inż. Jerzy Kaleta

Promotor pomocniczy: Dr inż. Justyna Krzak

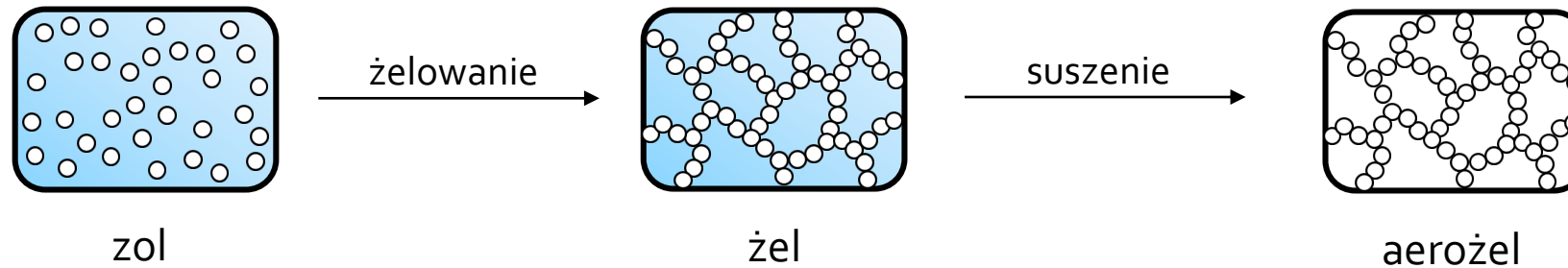


Plan prezentacji

1. Wstęp
2. Synteza aerożeli
3. Modyfikacja właściwości mechanicznych
4. Teza i cel
5. Funkcjonalizacja materiałów
6. Plan



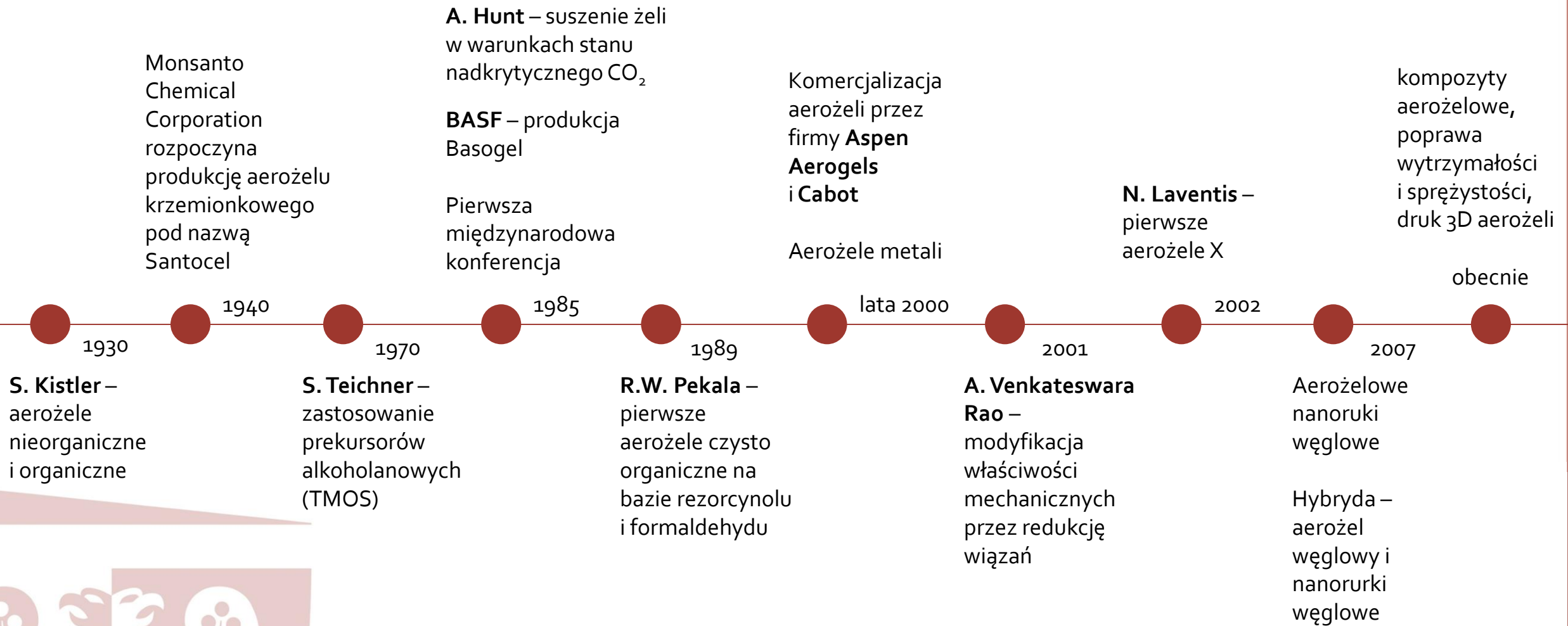
Aerożel – definicja



Aerożel – sucha, niskogęstościowa, porowata, lita rama żelu (składnik odpowiadający za spójność), odizolowana od płynnego składnika żelu (część, która wypełnia większość objętości żelu)

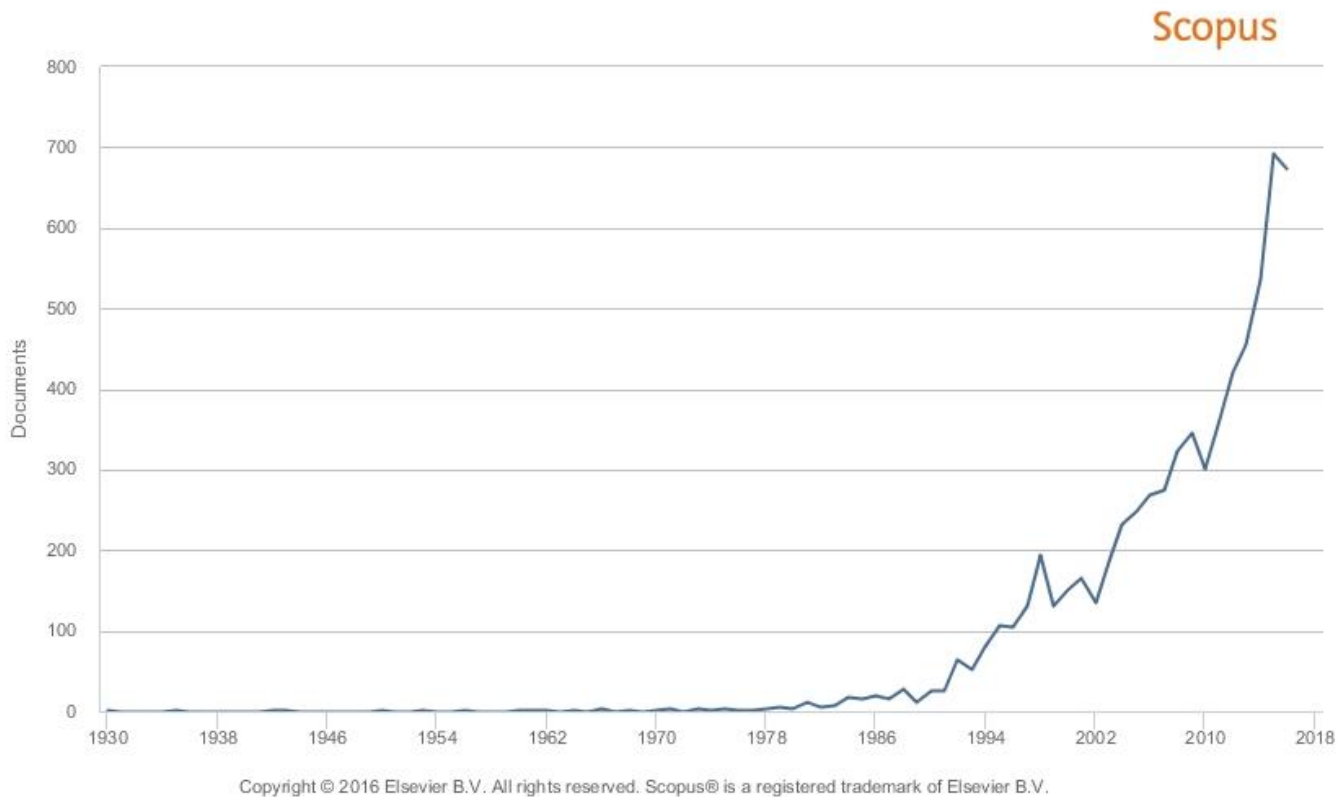


Historia aerożeli

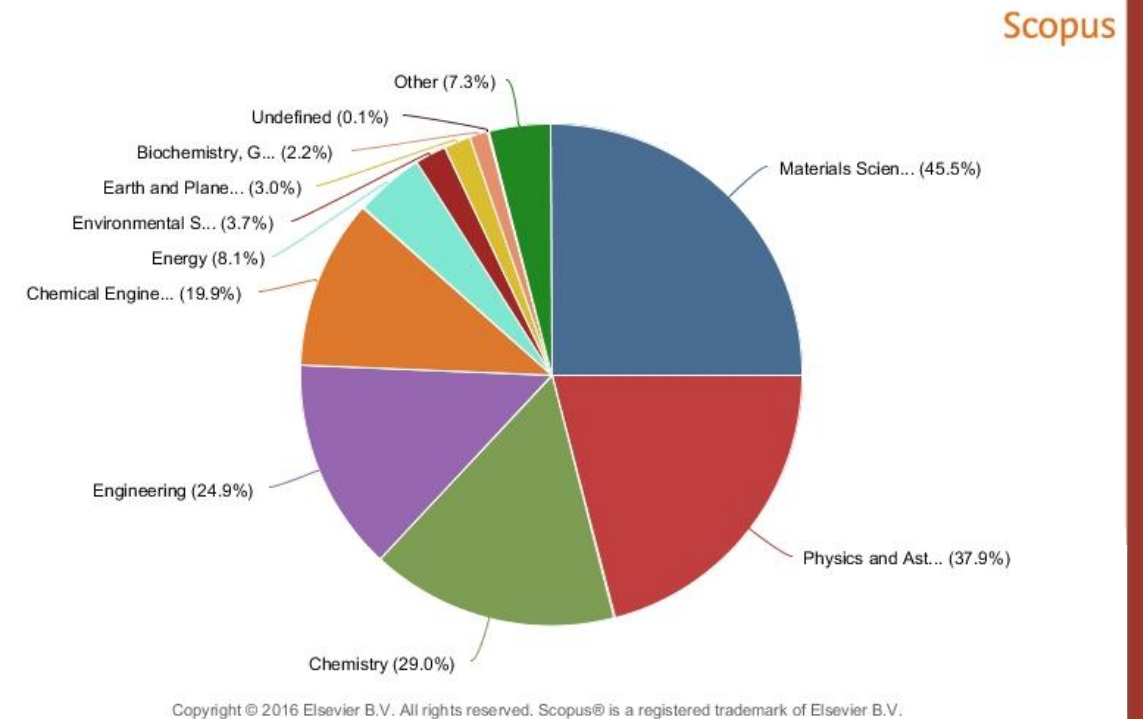


Publikacje

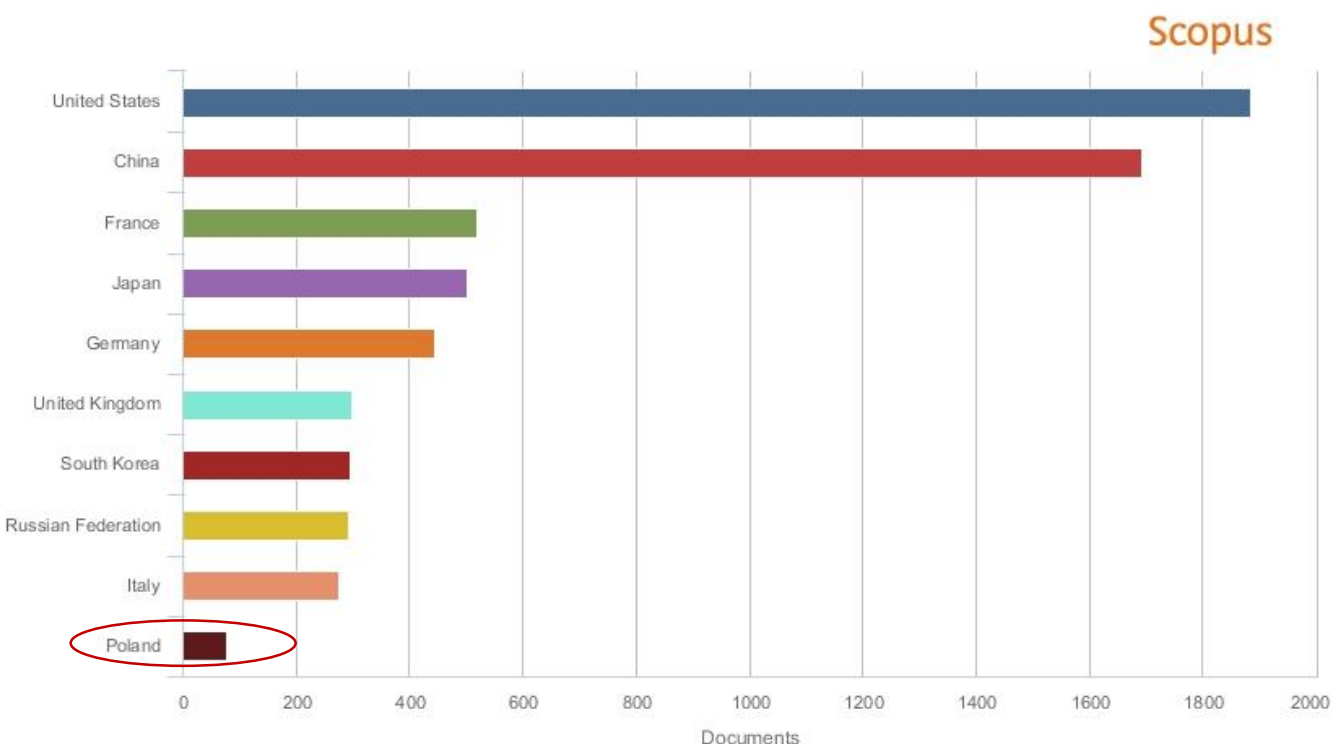
- dynamiczny i ciągły wzrost liczby publikacji od kilkunastu lat



- szeroki obszar tematyczny



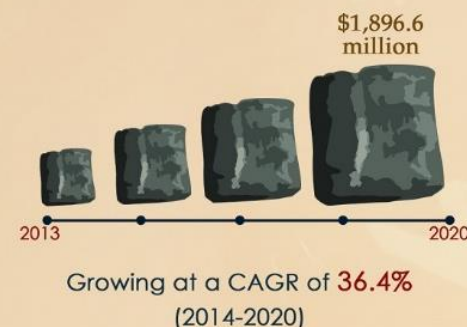
Perspektywy rozwoju aerożeli



Copyright © 2016 Elsevier B.V. All rights reserved. Scopus® is a registered trademark of Elsevier B.V.

GLOBAL AEROGEL MARKET

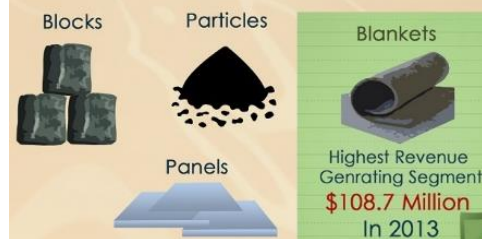
Global Aerogel Market estimated to reach **\$1,896.6 million** by 2020,



GLOBAL AEROGEL MARKET BY RAW MATERIAL



GLOBAL AEROGEL MARKET BY FORM



GLOBAL AEROGEL MARKET BY APPLICATION

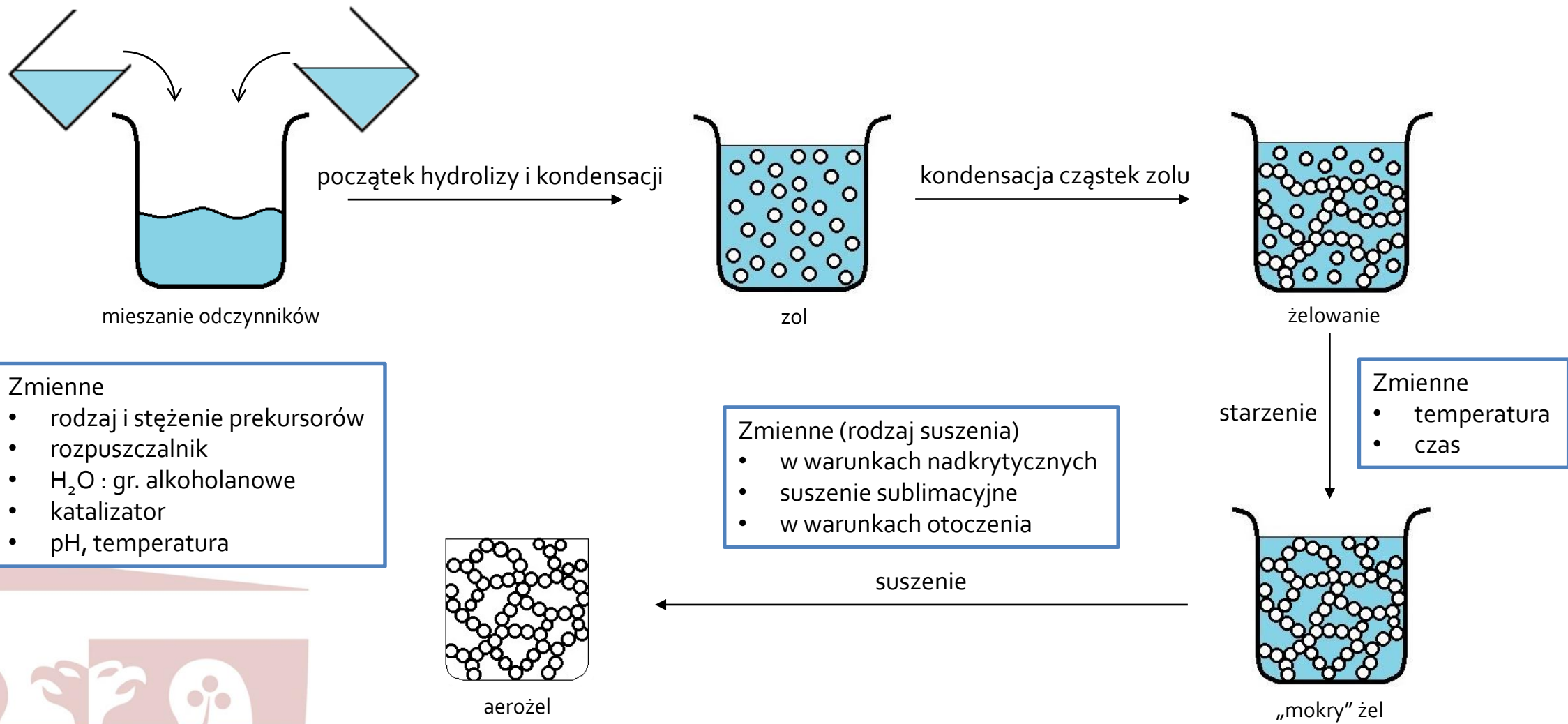


<http://www.alliedmarketresearch.com/>

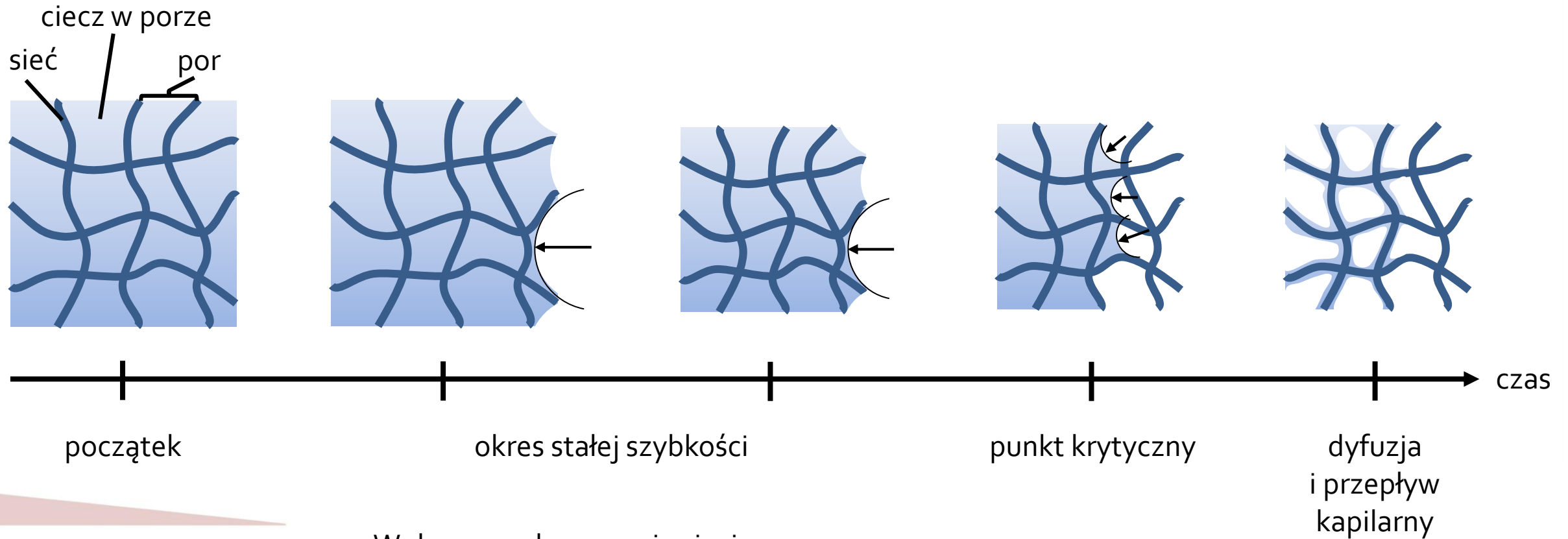


Politechnika Wroclawska

Synteza aerożeli



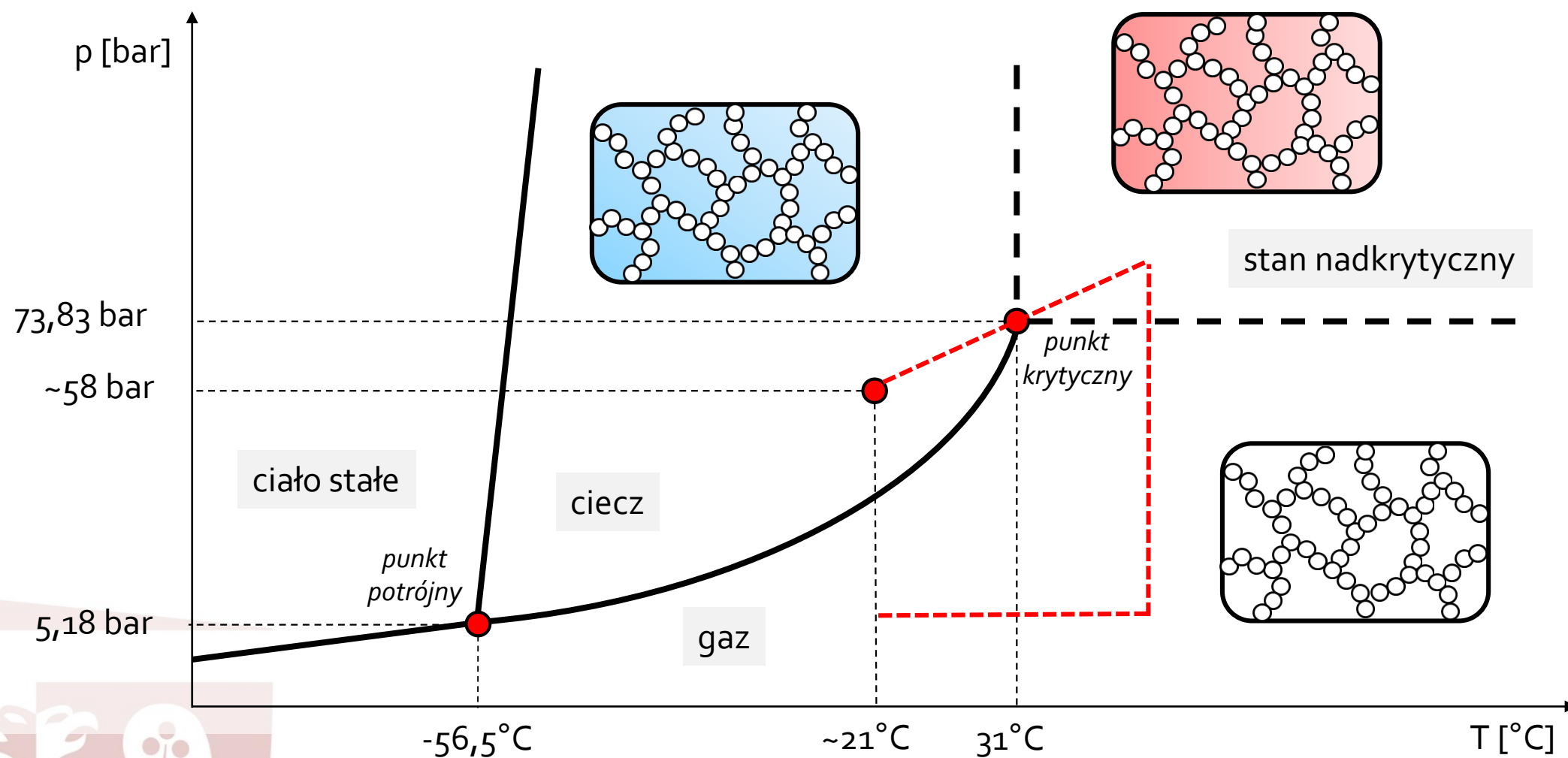
Suszenie żelu



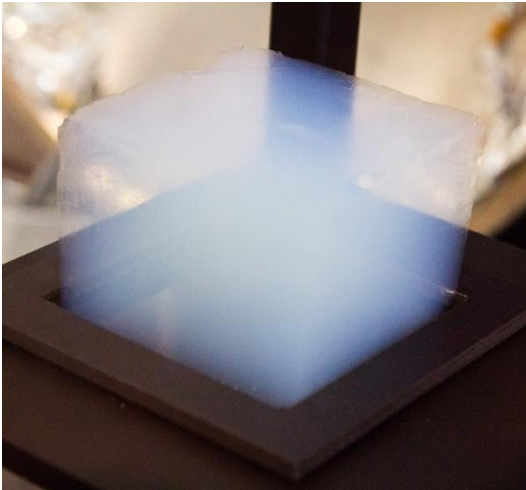
Wpływ na załamывanie sieci:
1) różnica w tempie kurczenia,
2) różnica w wielkości porów.



Suszenie w warunkach stanu nadkrytycznego CO₂



Właściwości i zastosowanie aerożeli SiO_2



Właściwości

- gęstość:
 $0,0011 - 0,6 \text{ g/cm}^3$
- przewodność cieplna:
 $0,016 - 0,03 \text{ W/m}\cdot\text{K}$
- współczynnik załamania światła:
 $1,002 - 1,046$
- prędkość dźwięku w materiale:
 70 m/s
- powierzchnia właściwa:
 $500 - 950 \text{ m}^2/\text{g}$
- porowatość:
do $99,98\%$

Zastosowanie

- izolacja – termiczna i akustyczna
- katalizatory
- sorpcja
- eksploracja kosmosu
- biomedycyna



Problem komercjalizacji aerożeli

Przyczyny

1. Kruchość
2. Hydrofilowość
3. Suszenie

Metody modyfikacji właściwości mechanicznych aerożeli

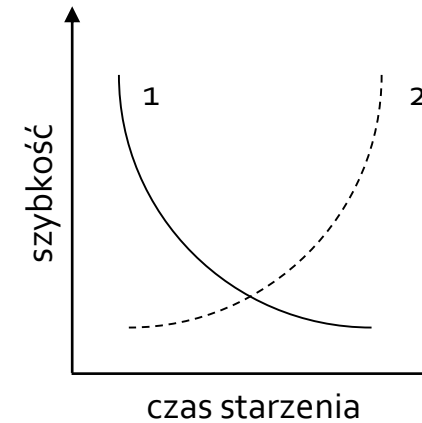
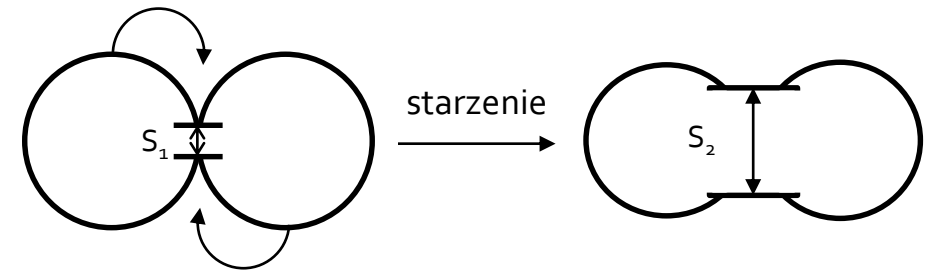
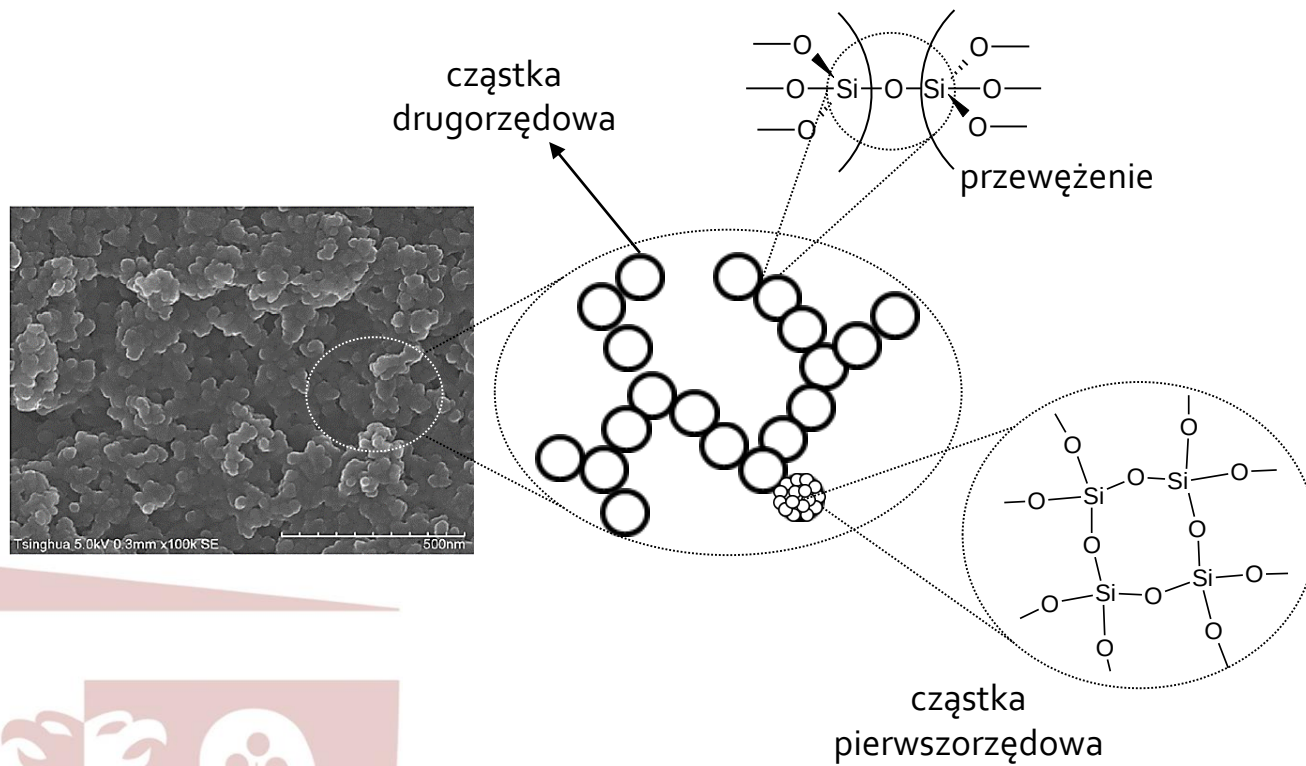
1. Starzenie
2. Wzmocnienie strukturalne
3. Sieciowanie
4. Wzmocnienie włóknami



Modyfikacja właściwości mechanicznych

Starzenie

- Zwiększenie ilości wiązań siloksanowych
- 2 mechanizmy

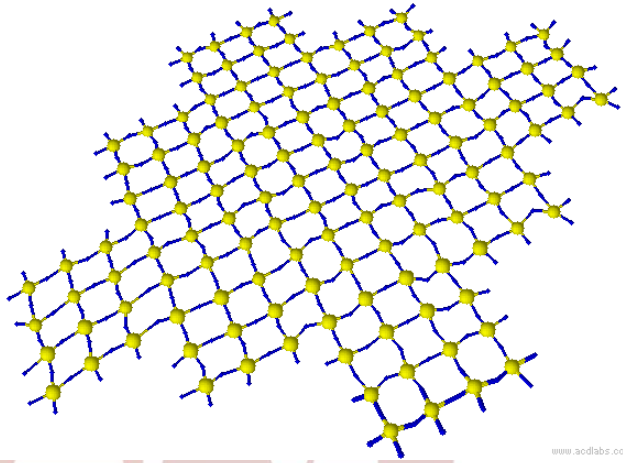
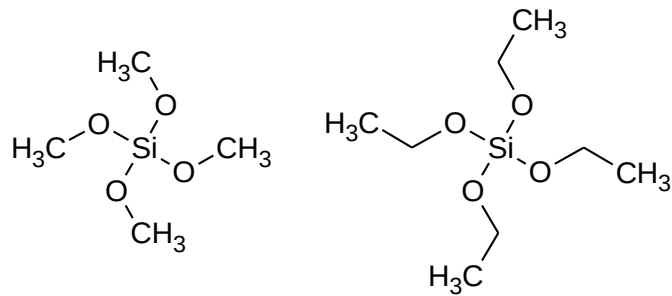


Modyfikacja właściwości mechanicznych

Wzmocnienie strukturalne

TMOS, TEOS

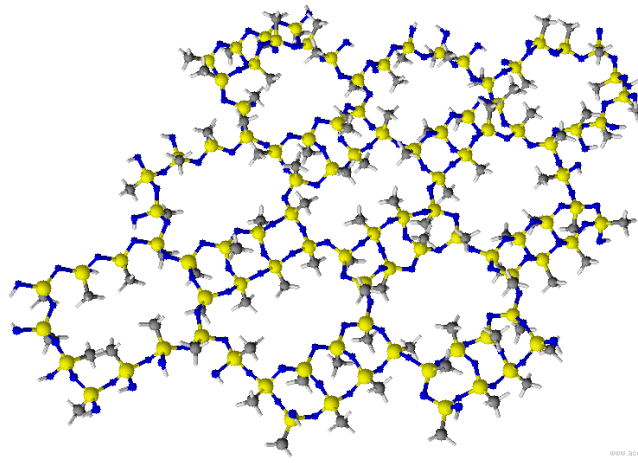
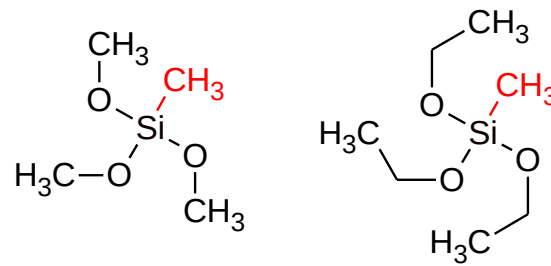
- 4 mostki siloksanowe



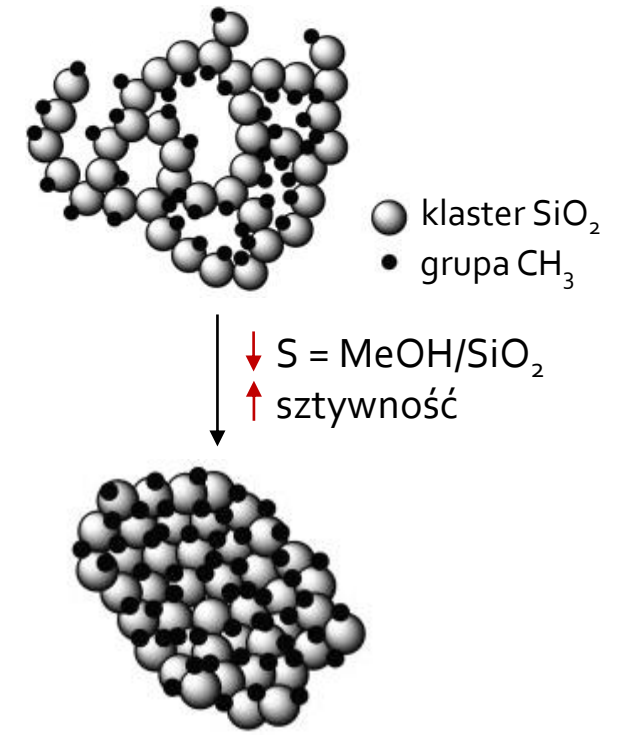
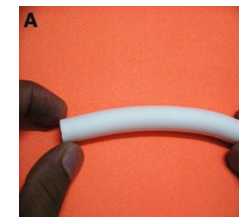
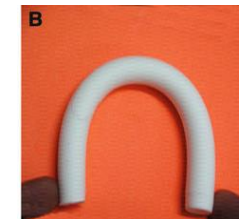
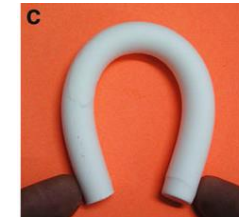
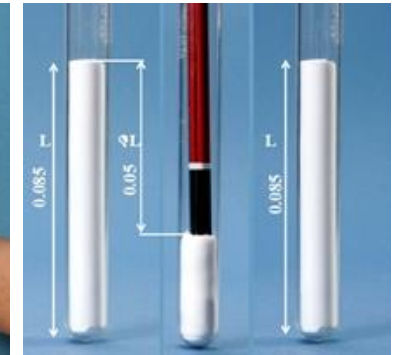
www.acdlabs.com

MTMS, MTES

- 3 mostki siloksanowe



www.acdlabs.com

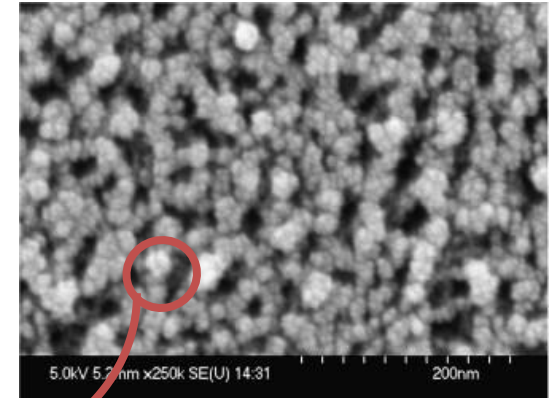
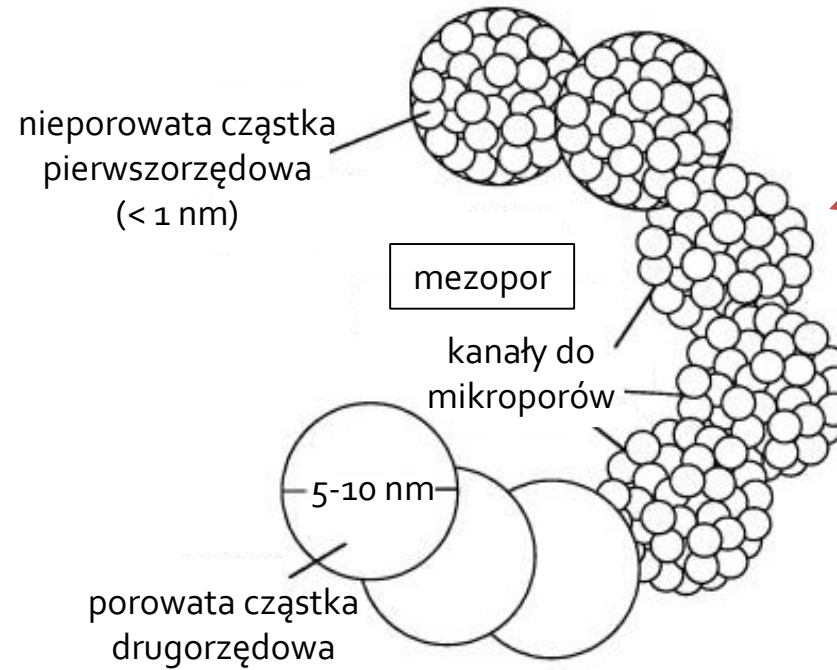
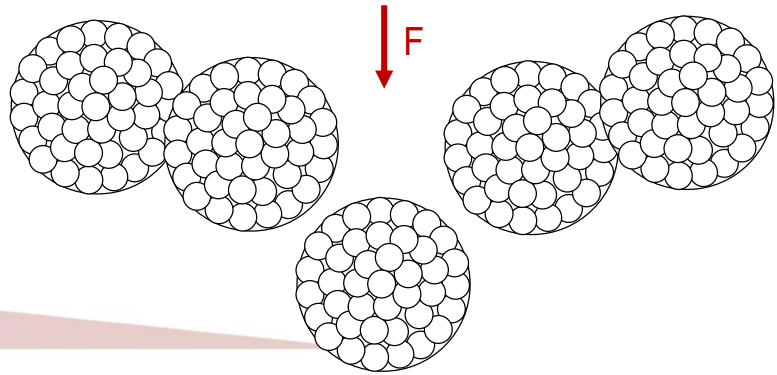


Politechnika Wrocławska

Modyfikacja właściwości mechanicznych

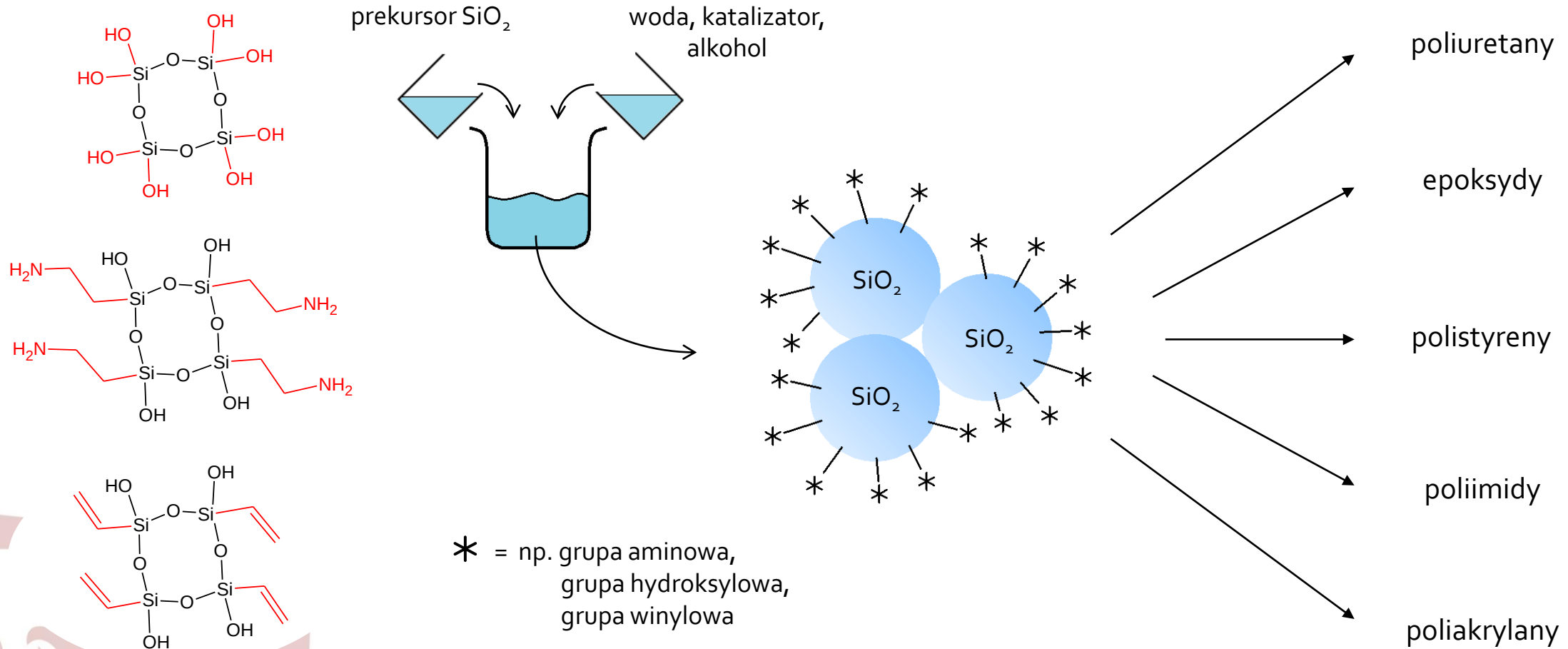
Sieciowanie

- Struktura
 - cząstki pierwszorzędowe
 - cząstki drugorzędowe
- Słaby punkt – połączenia pomiędzy cząstkami drugorzędownymi



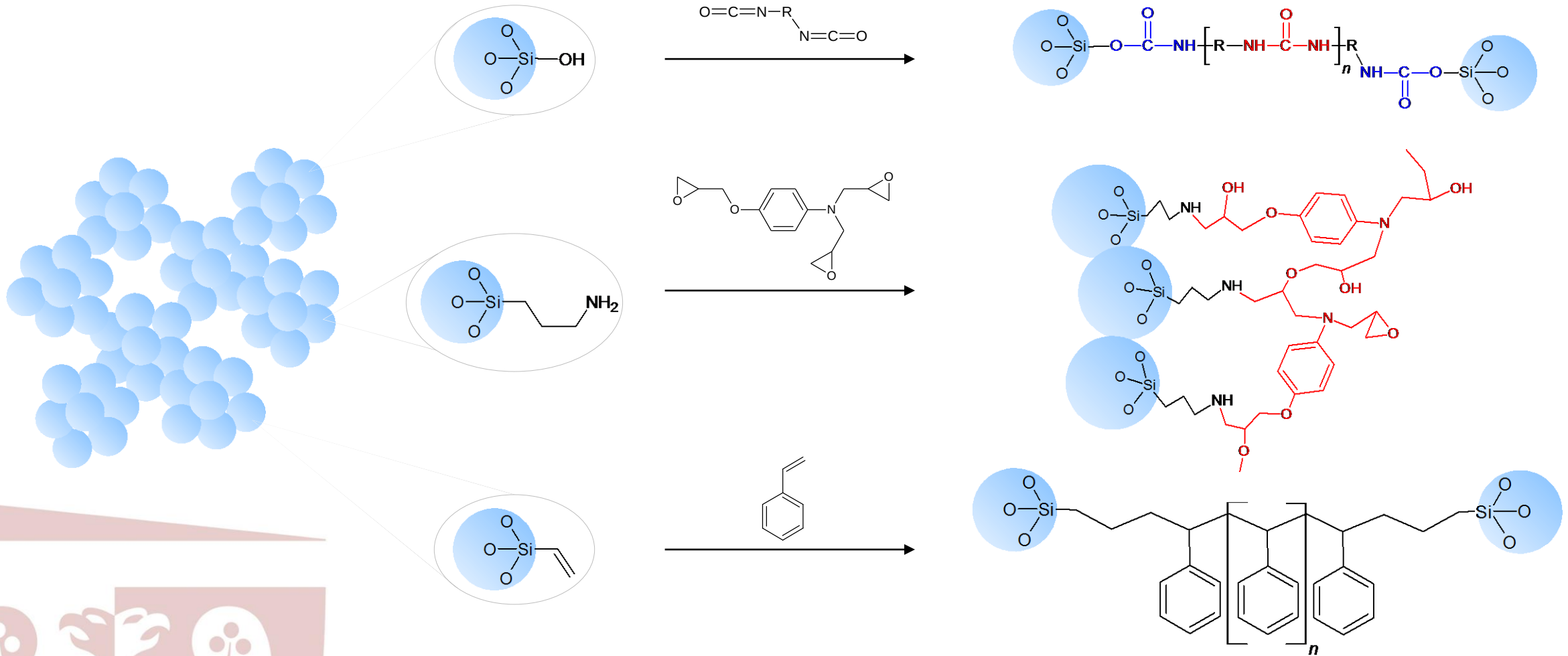
Modyfikacja właściwości mechanicznych

Sieciowanie



Modyfikacja właściwości mechanicznych

Sieciowanie



Modyfikacja właściwości mechanicznych

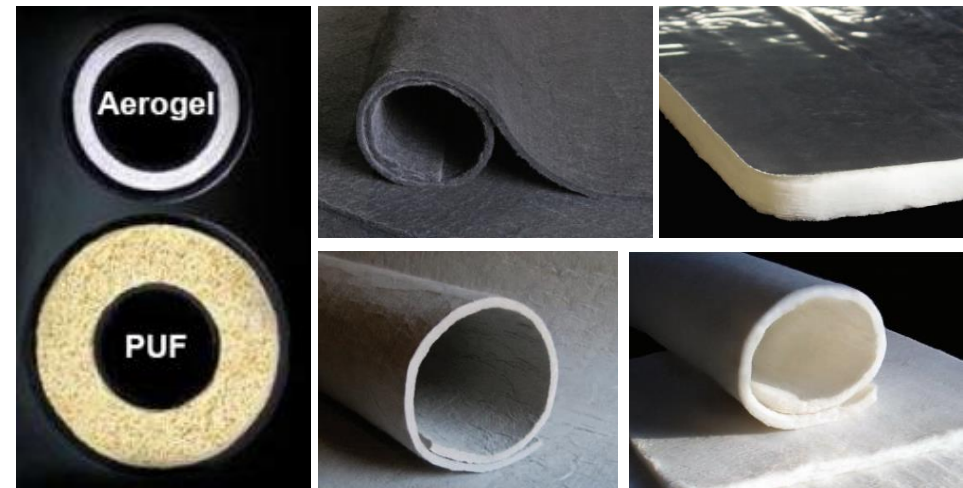
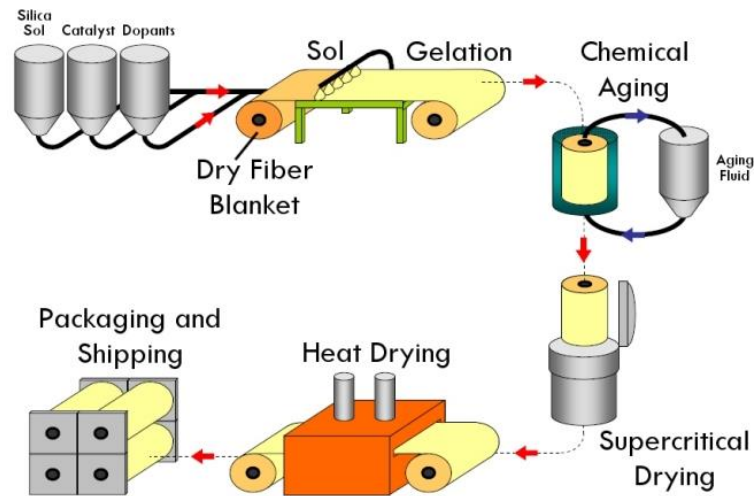
Wzmocnienie włóknami

Włókna:

- nanowłókna węglowe
- włókna szklane
- bawełna
- włókna polipropylenowe
- PET
- celuloza



- 2001 – start firmy Aspen Aerogels



Teza

Dobór substratów oraz parametrów fizykochemicznych syntezy metodą zol-żel pozwala na modyfikacje struktury wewnętrznej oraz funkcjonalizację powierzchni aerożeli w celu uzyskania materiałów o kontrolowanych właściwościach mechanicznych, chemicznych i biologicznych odpowiednich dla zastosowań biomedycznych.

Cel

Celem pracy będzie dobranie optymalnych składników i parametrów syntezy zol-żelowej dla wytworzenia aerożelowej sieci krzemionkowej o pożądanych właściwościach mechanicznych. Modyfikacje chemiczne i fizyczne będą miały na celu kontrolowanie porowatości matrycy oraz funkcjonalizację aktywnymi grupami chemicznymi. Finalny tlenkowy produkt syntezy będzie spełniał wymogi aplikacyjne stawiane biomateriałom.



Funkcjonalizacja

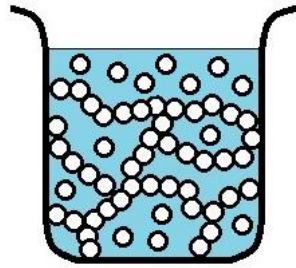
- proces dodania nowych funkcji, cech, możliwości czy właściwości materiału poprzez zmianę składu chemicznego jego powierzchni
- wykorzystywany w chemii, inżynierii materiałowej czy nanotechnologii
- funkcjonalizację przeprowadza się poprzez przyłączenie do powierzchni materiału innych cząstek – zarówno wiązaniami chemicznymi, jak i przez adsorpcję

Przykłady funkcjonalizacji:

- modyfikacja powierzchni absorbującej wodę w wodoodporną
- zmiana koloru materiału
- prezentacja antybiotyku na powierzchni
- sensory chemiczne

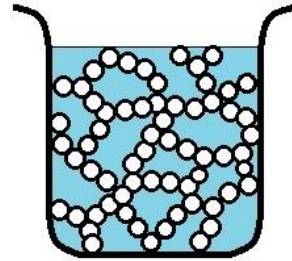


Funkcjonalizacja aerożelu



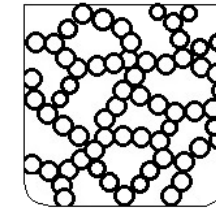
żelowanie

- Prostota procesu
- Trudność w opracowaniu odpowiedniej receptury żelu



„mokry” żel

- Zapewnia prawidłową funkcjonalizację i większą kontrolę nad całym procesem
- Wymaga dłuższego czasu potrzebnego na dyfuzję oraz rozpuszczalników nie reagujących z cząstką funkcjonalizującą

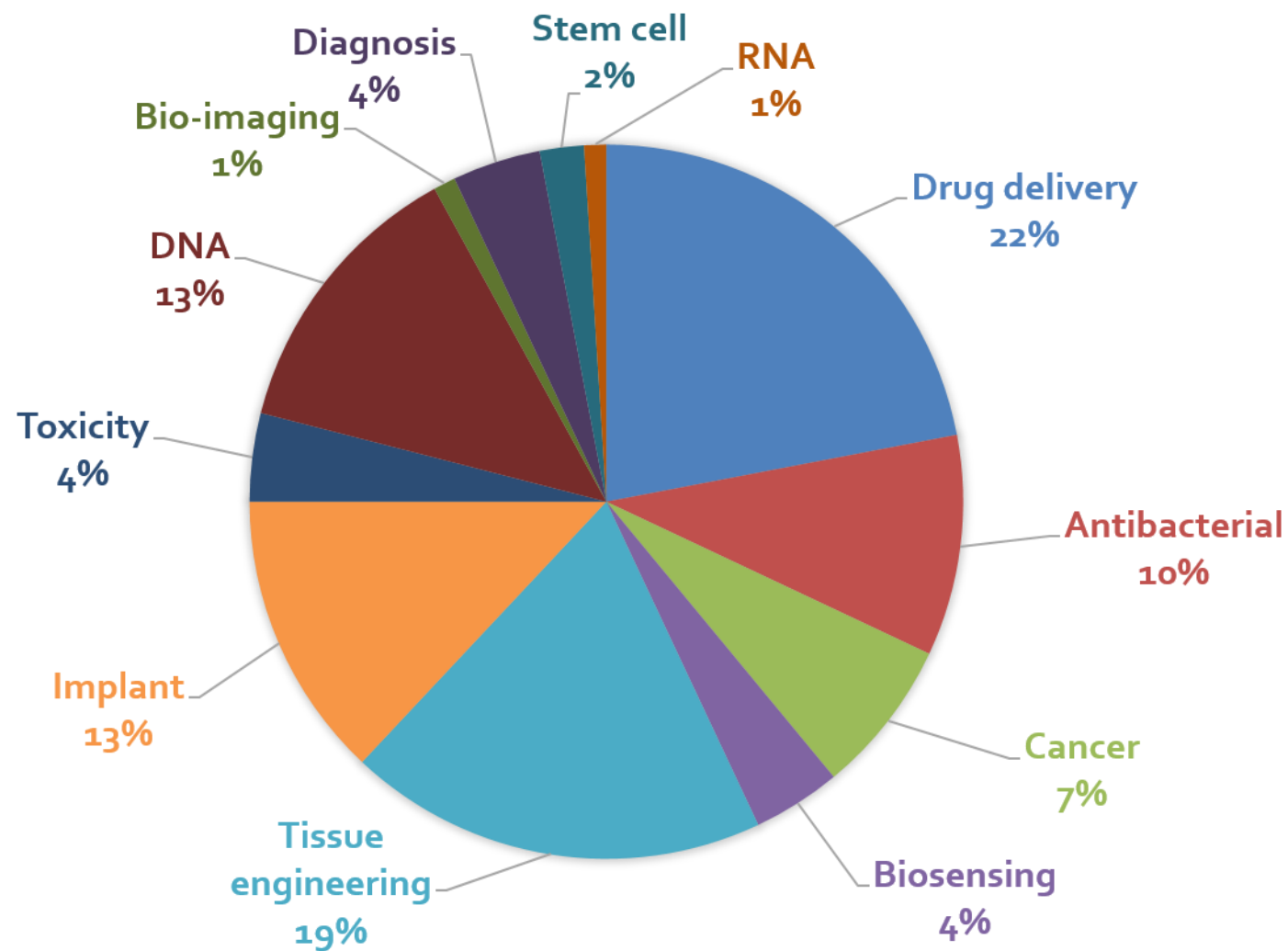


aerożel

- Pominięcie czasochłonnych wymian rozpuszczalników
- Utrudniona efektywna dyfuzja do wnętrza aerożelu
- Trudność w otrzymaniu niektórych cząstek funkcjonalizujących w postaci lotnej



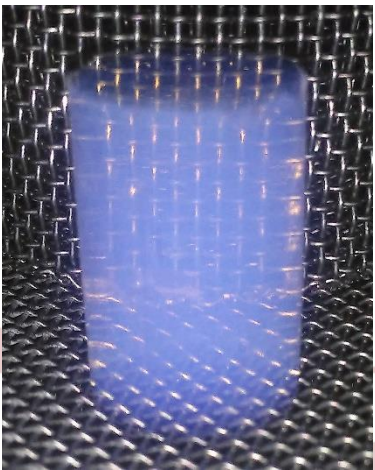
Zastosowanie biomedyczne aerożeli



Etapy badań

Etap I

Synteza aerożelu SiO_2



Etap II

Modyfikacja biopolimerami

- żelatyna
- celuloza
- alginian

Funkcjonalizacja

- przeciwutleniacze
- antybiotyki

Etap III

Badania

- fizykochemiczne
- mechaniczne
- bioaktywności
- uwalnianie leku

Etap IV

Badania biologiczne



Dziękuję za uwagę

