

**Wydział Inżynierii
Materiałowej**

POLITECHNIKA WARSZAWSKA

Nanocząstki w kompozytach – korzyści a bezpieczeństwo ich stosowania

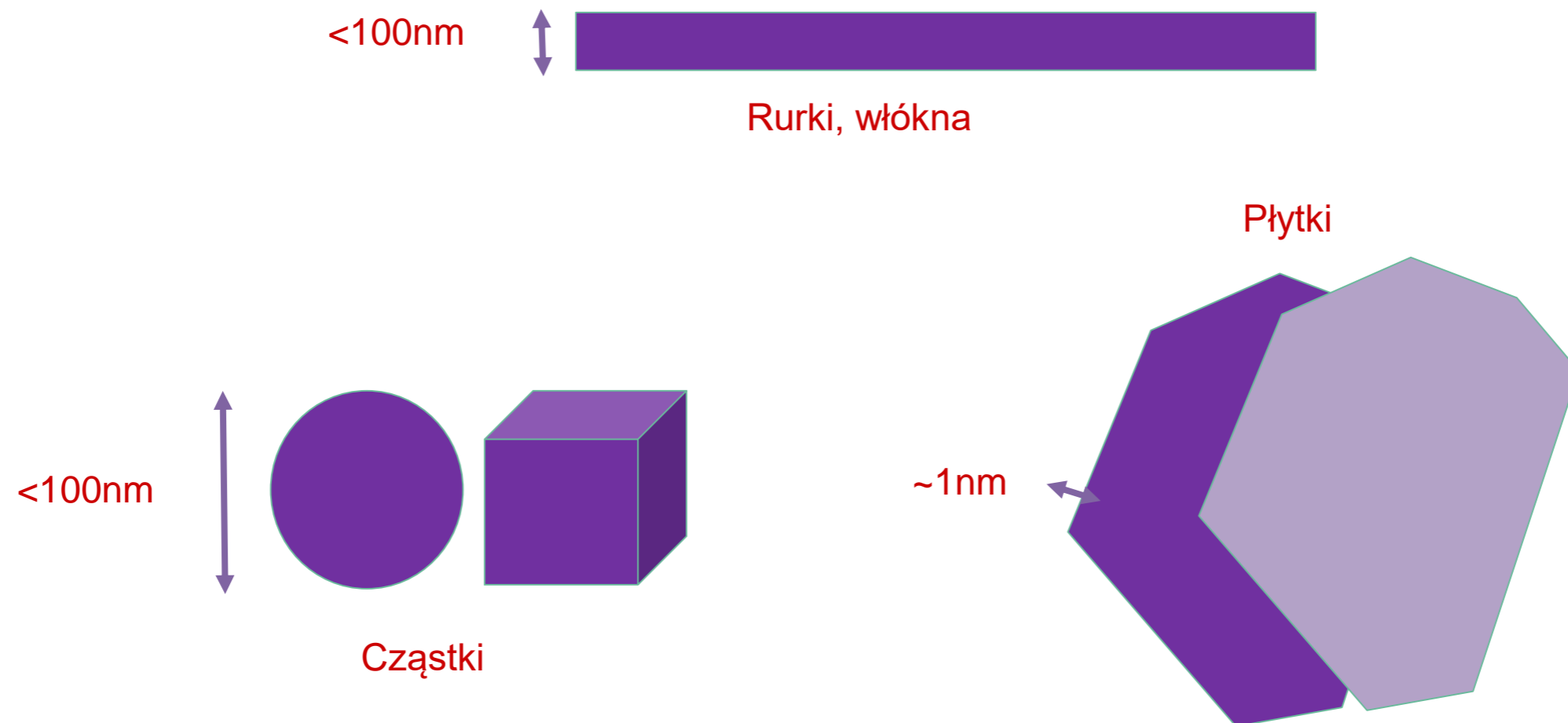
Anna Boczkowska

**Politechnika
Warszawska**



Nanocząstki

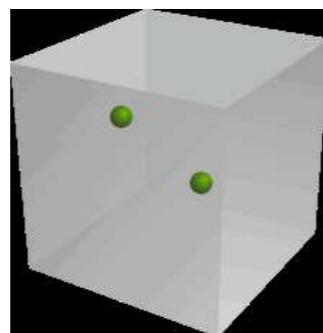
Nanocząstki inaczej nanonapełniacze - ciała stałe o różnych kształtach, w których przynajmniej jeden wymiar jest mniejszy niż 100 nm



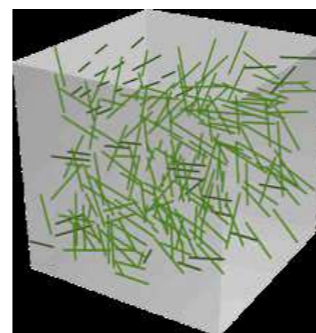
Porównanie właściwości standardowych mikro- i nano- napełniaczy

| Opis | Mikronapełniacze | Nanonapełniacze |
|---|------------------|--------------------------------|
| Kształt | Sferyczny | Pręciki, rurki, włókna, płytki |
| Powierzchnia właściwa [m ² /g] | ~0,7 | 600-850 |
| Współczynnik kształtu | ~1 | 100-2000 |
| Dodatek do polimeru [% wag.] | Do ok. 70 | Zwykle 3 - 5 |

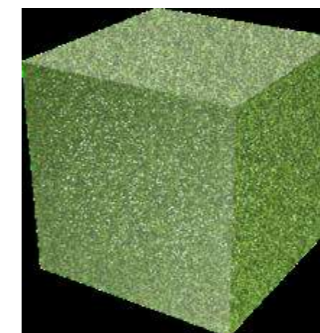
0,1 %
napełniacza w
1 dm³



mikrocząstki

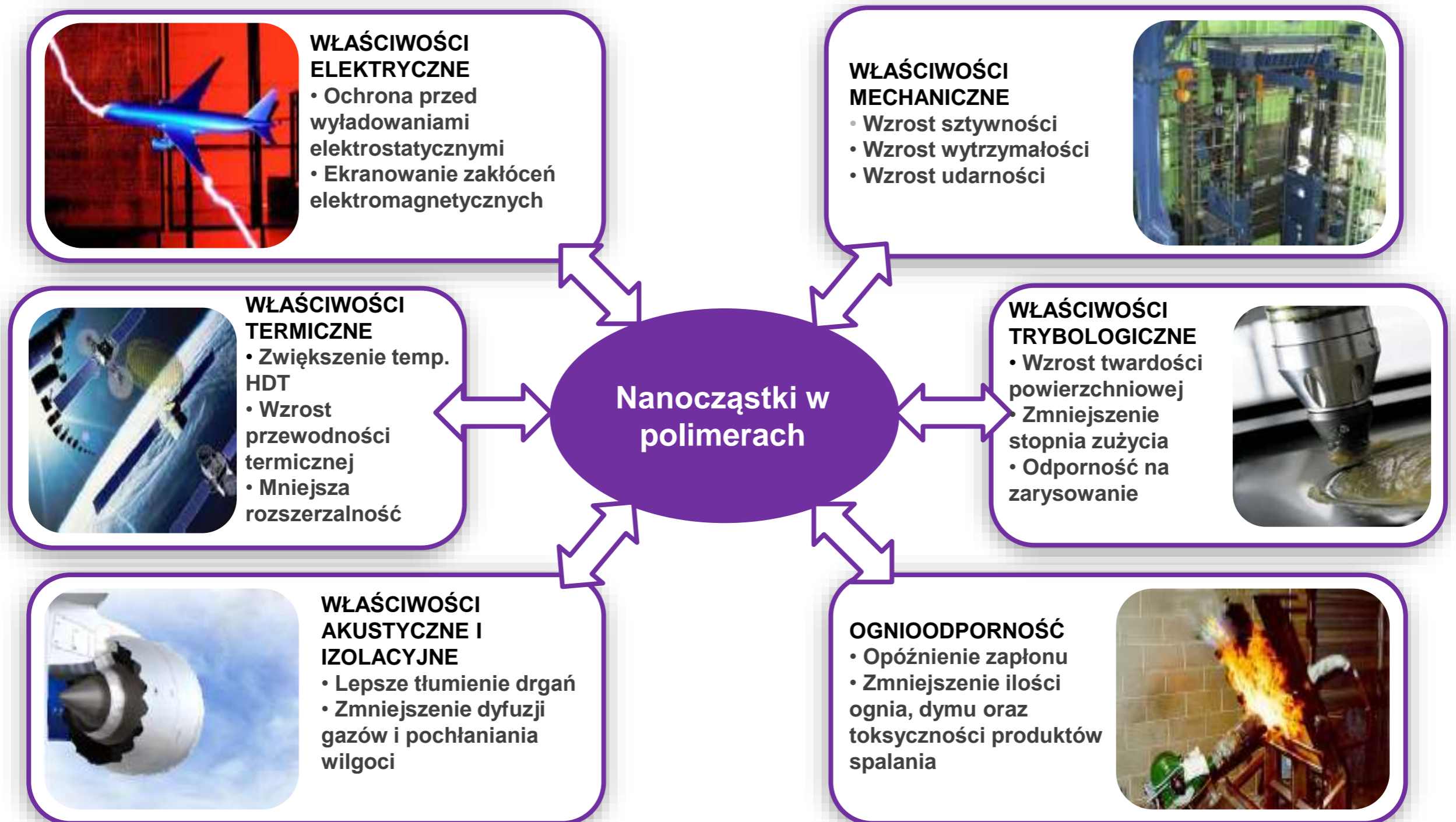


włókna o
średnicy 7μm



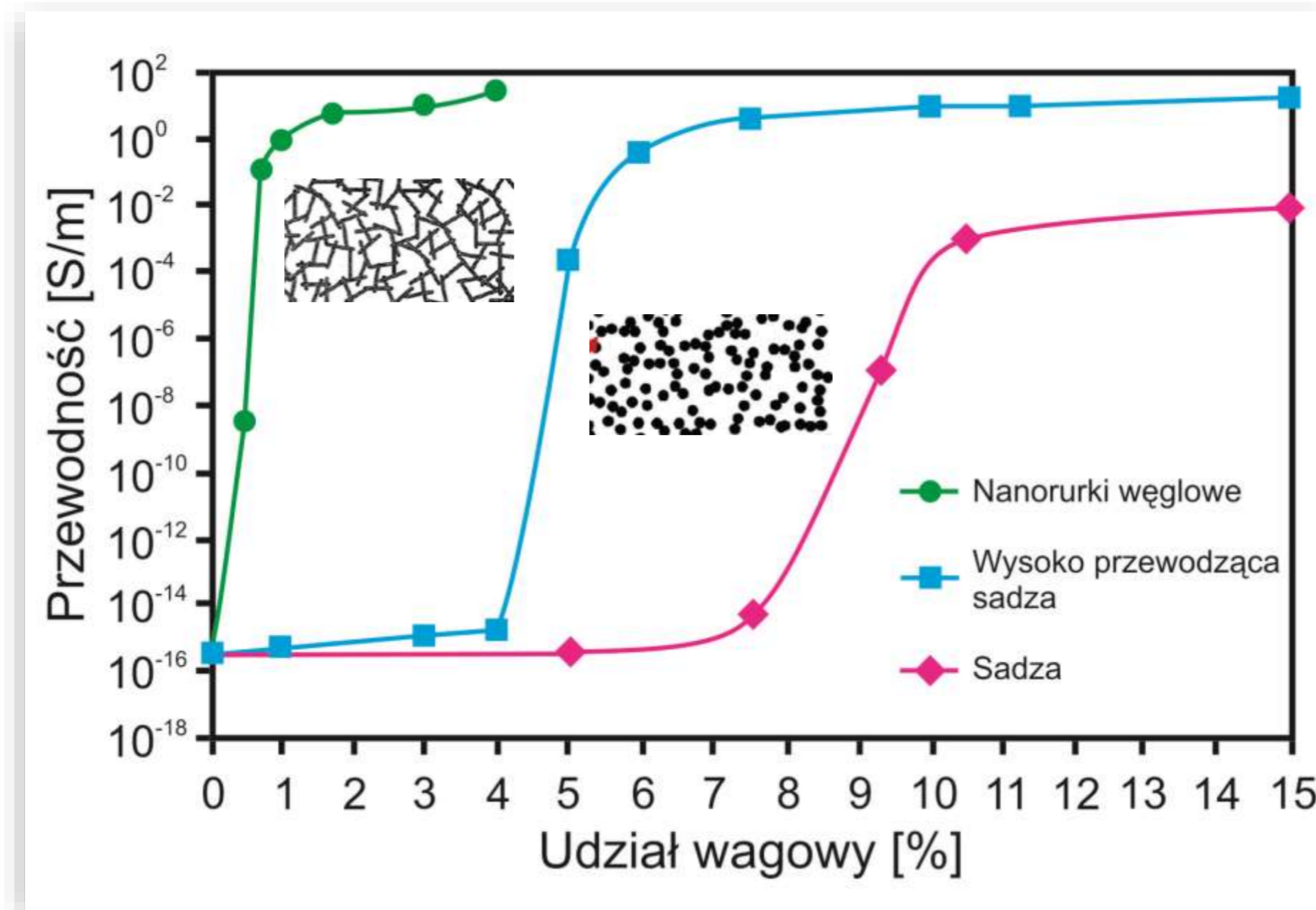
nanorurki o
średnicy 7nm

Korzyści ze stosowania nanocząstek



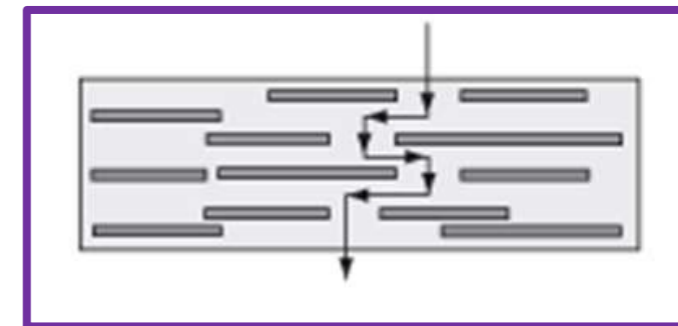
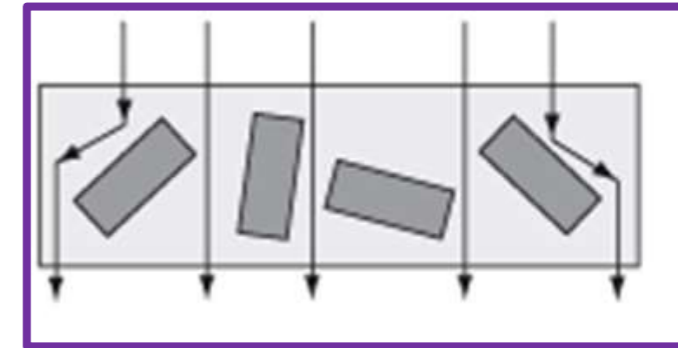
Korzyści ze stosowania nanocząstek

- wzrost przewodności elektrycznej
- mniejszy udział zapewniający oszczędności masowe konstrukcji

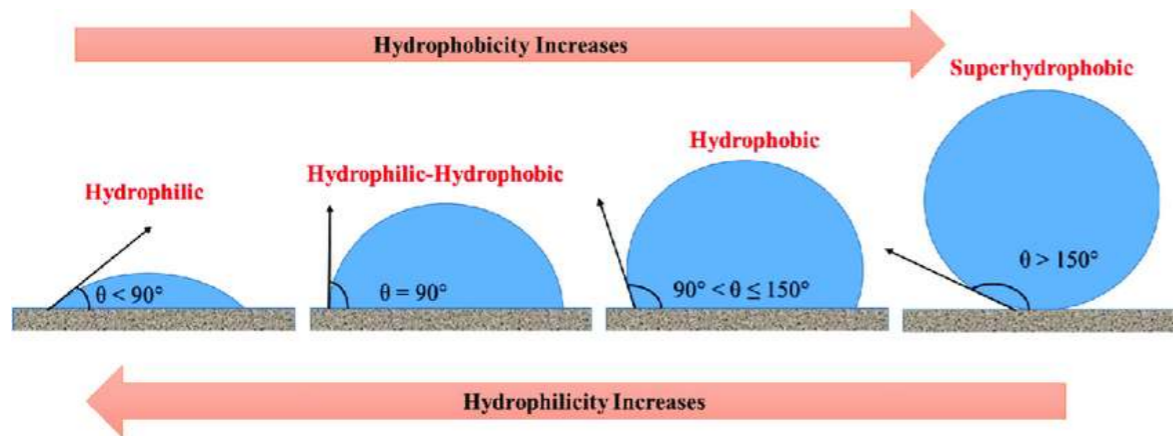


Korzyści ze stosowania nanocząstek

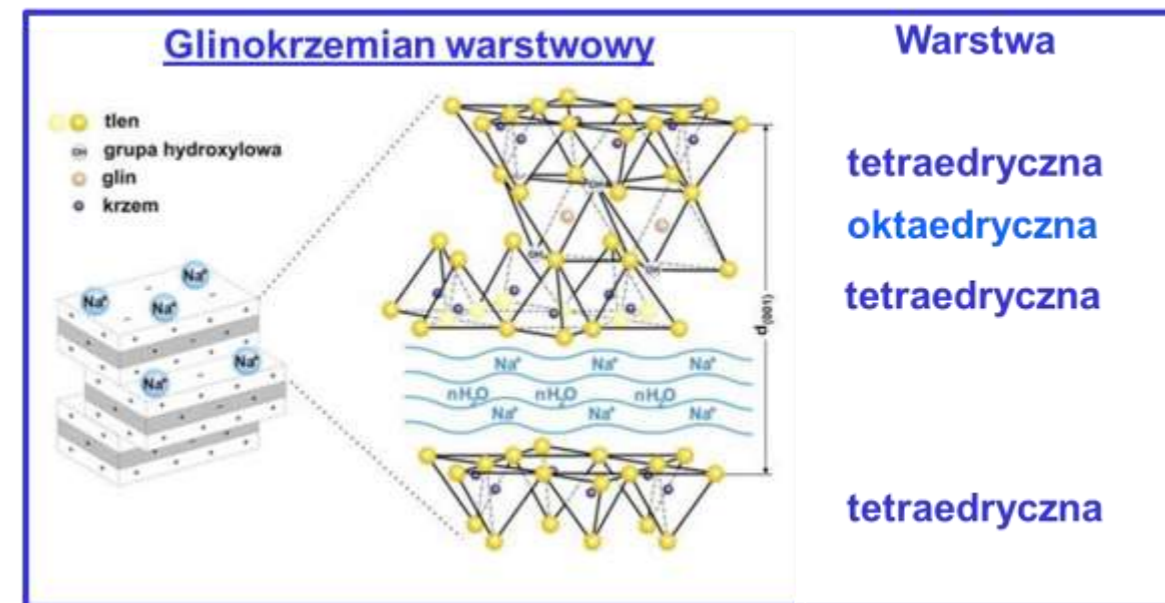
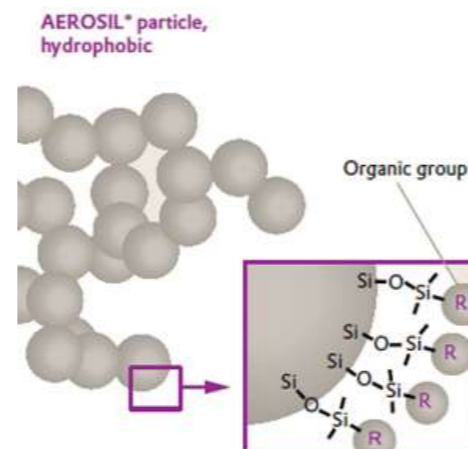
- właściwości barierowe w stosunku do przenikania gazów oraz duża odporność na rozpuszczalniki
- w środowisku morskim skutecznie zapobiegają inwazji jonów chloru
- właściwości hydrofobowe i superhydrofobowe
- spowalniają starzenie pod wpływem promieniowania UV
- zwiększają odporność cieplną powłok i farb



- glinokrzemiany warstwowe

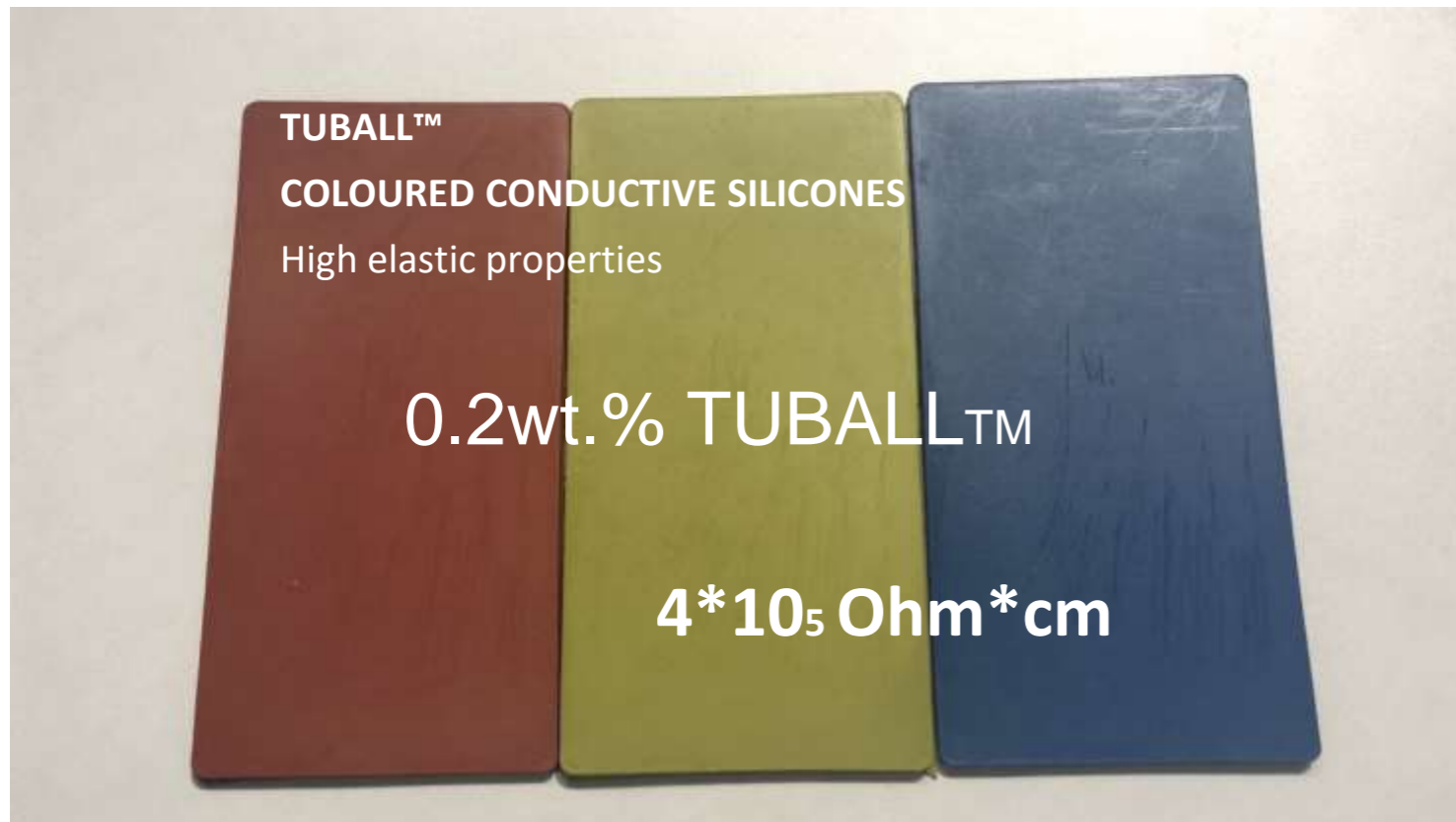


- krzemionka, ditlenek tytanu

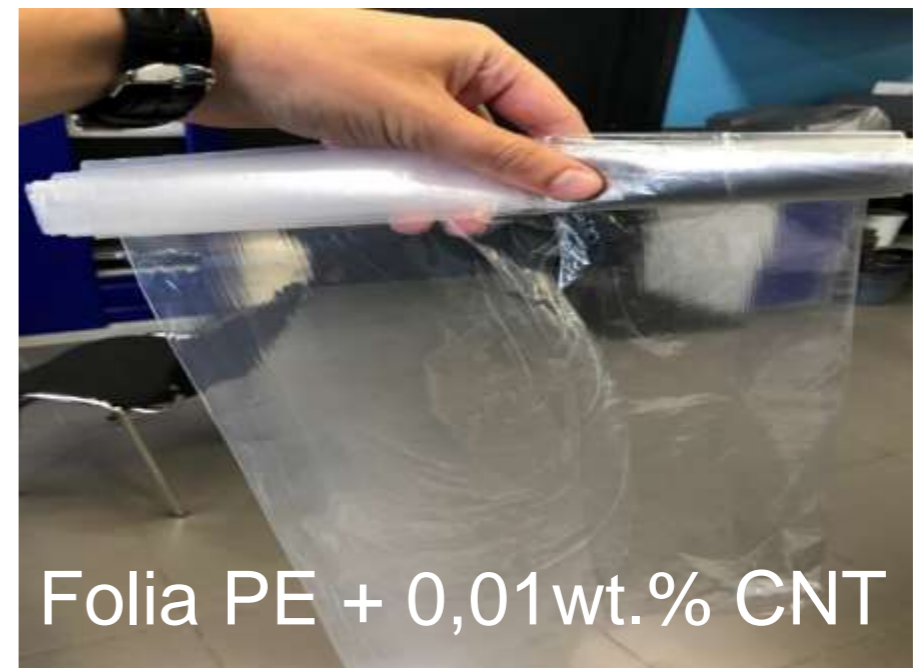


Korzyści ze stosowania nanocząstek

- transparentność optyczna



- właściwości antystatyczne przy zachowaniu 90% przenikalności światła

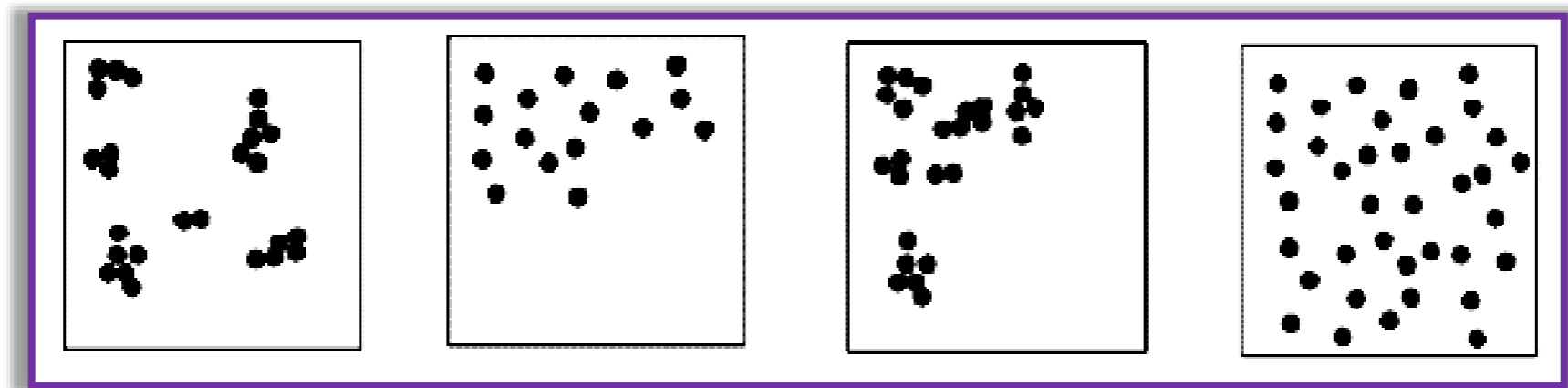


Przykłady stosowanych nanocząstek

| Nanonapełniacz | Modyfikacja właściwości | Główne zastosowania |
|--------------------------------|---|--|
| Glinokrzemiany warstwowe | Odporność cieplna, na płomień, właściwości barierowe | Przemysł opakowaniowy, motoryzacyjny |
| Nanorurki węglowe | Przewodność elektryczna, transport ładunku elektrycznego | Przemysł elektryczny, elektroniczny, optoelektronika, motoryzacyjny i lotniczy |
| Srebro | Właściwości przeciwbakteryjne | Przemysł medyczny, sportowy |
| Tlenek cynku (ZnO) | Absorbpcja promieniowania UV | Filtry UV, powłoki, farby elewacyjne |
| Grafen | Przewodność elektryczna, właściwości barierowe, transport ładunku elektrycznego | Przemysł elektryczny, elektroniczny, motoryzacyjny i lotniczy |
| Krzemionka (SiO ₂) | Właściwości tiksotropowe | Farby, kleje, żelkoty, powłoki |

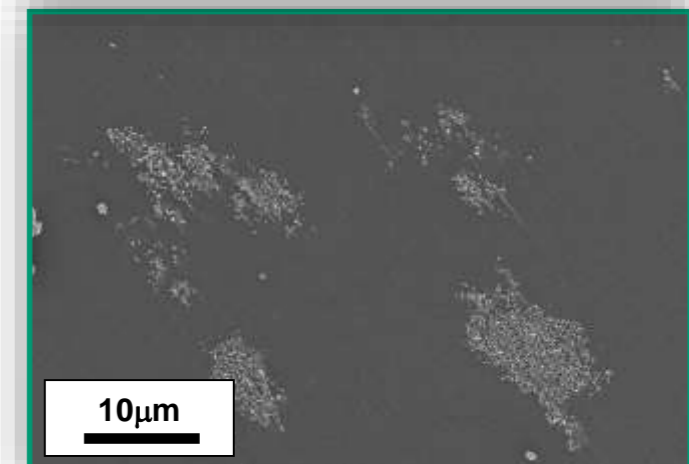
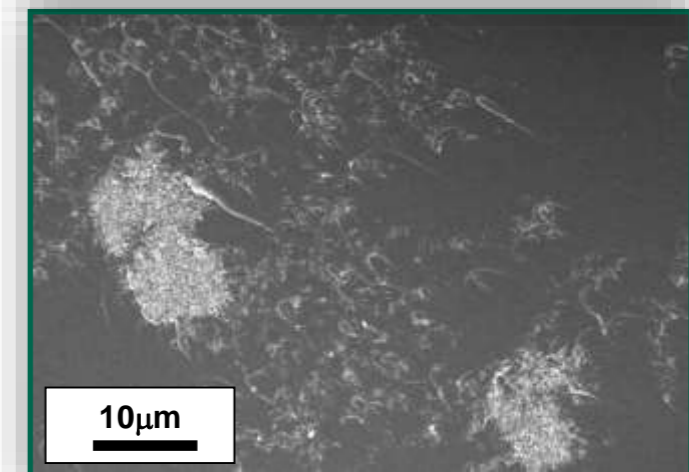
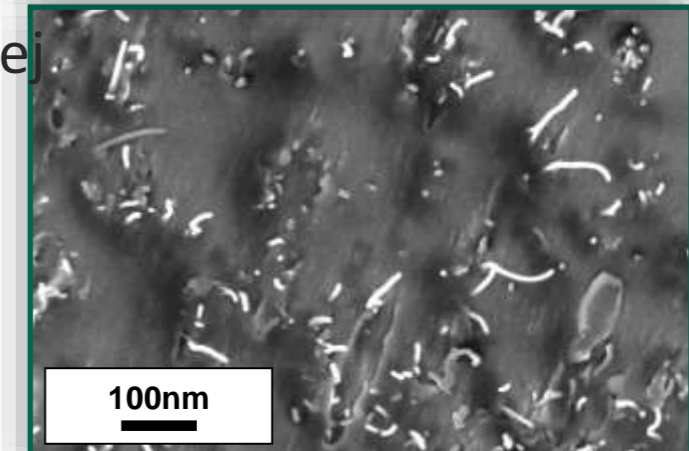
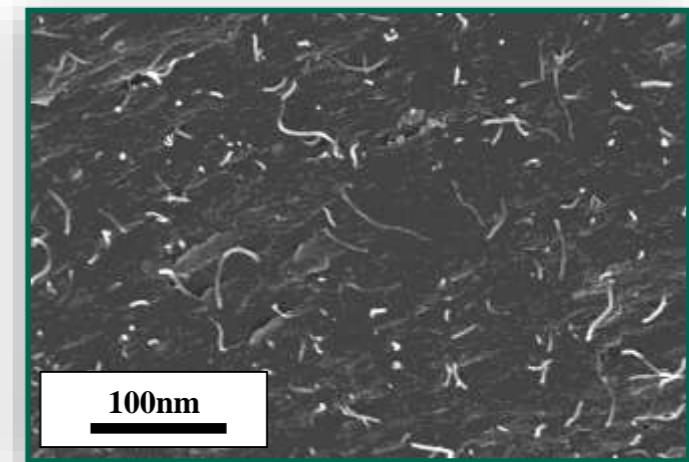
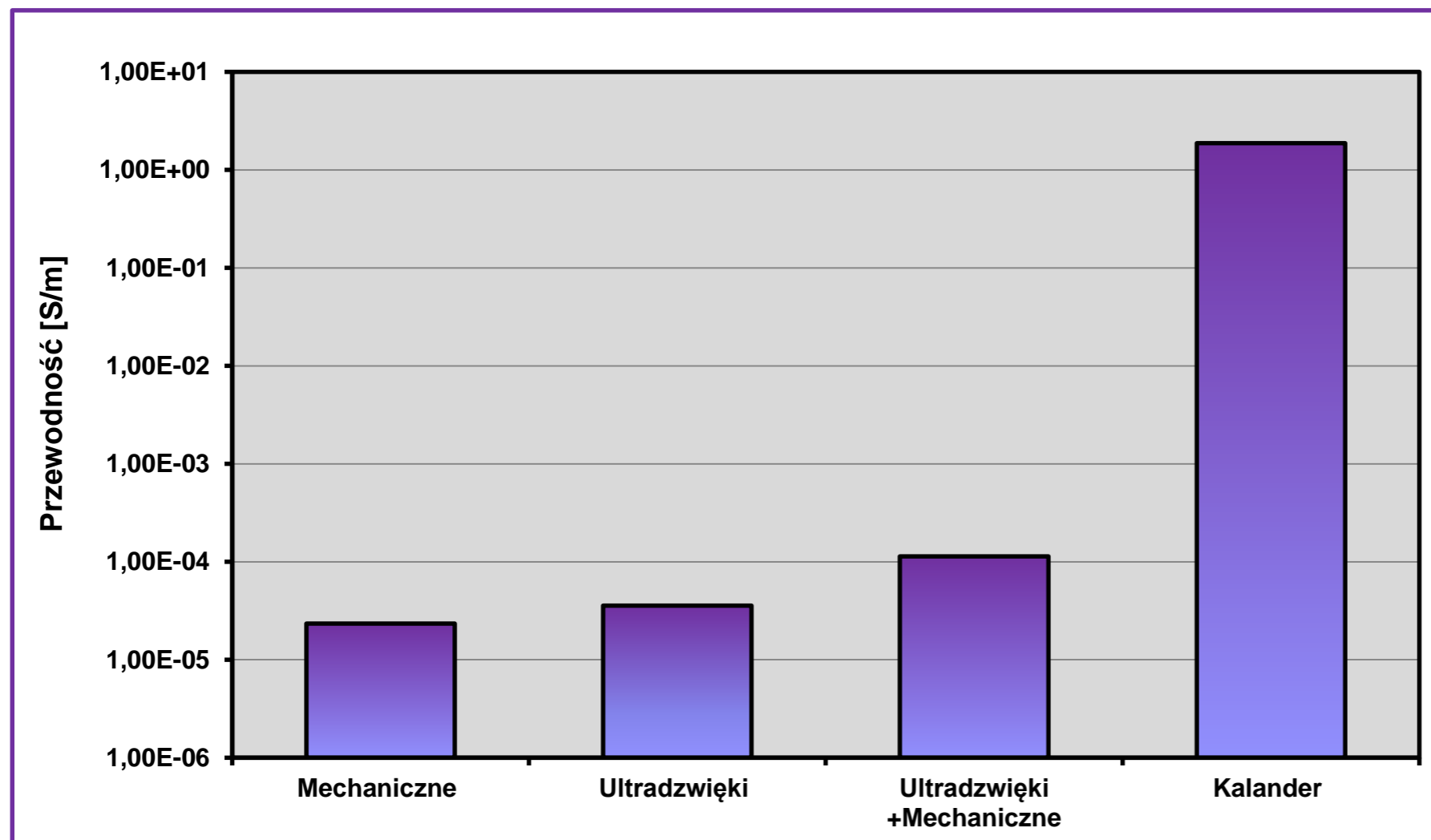
Problemy przy wytwarzaniu nanokompozytów i kompozytów polimerowych

- Silne oddziaływania Van der Waalsa pomiędzy nanocząstkami
- Równomierność rozmieszczenia i dobra dyspersja
- Wzrost lepkości mieszaniny stopionego/ciekłego polimeru z nanocząstkami, trudności przetwórcze
- Filtracja nanocząstek na włóknach wzmocnienia
- Brak powtarzalności jakości wyrobów
- Bezpieczeństwo stosowania nanocząstek



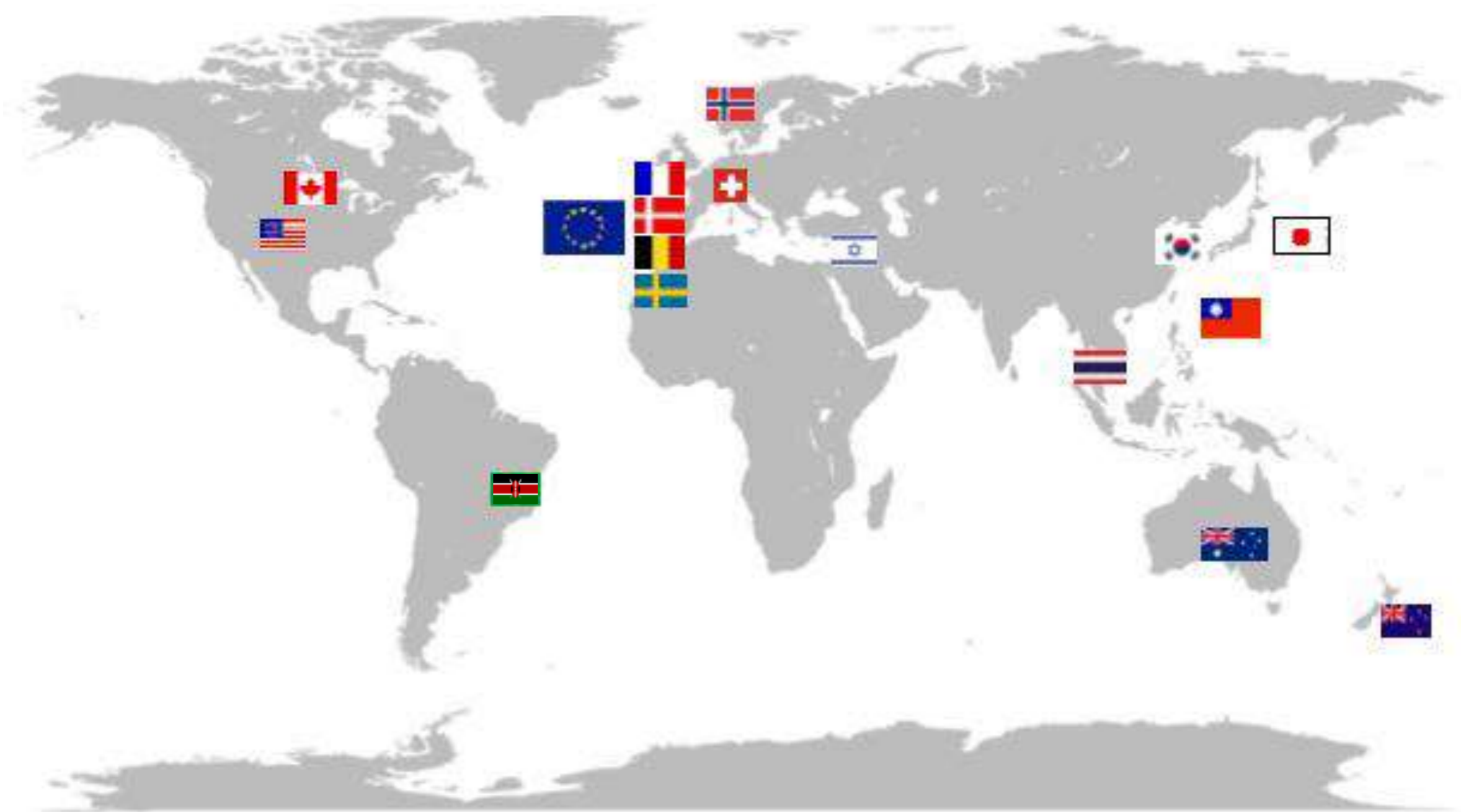
Wpływ stopnia dyspersji nanorurek węglowych na przewodność elektryczną nanokompozytów

0,5%mas. wielościennych nanorurek węglowych w osnowie epoksydowej



Bezpieczeństwo stosowania nanocząstek

Kraje, w których tworzone są regulacje prawne dotyczące nanotechnologii



Wybrane regulacje prawne dotyczące stosowania nanocząstek

- Nanocząstki stosowane są w różnych produktach regulowanych zbiorami przepisów, z których najważniejszym jest rozporządzenie **REACH** <http://hse.gov.uk/reach/>.

Rozporządzenie REACH ma na celu zapewnienie wysokiego poziomu ochrony zdrowia ludzi i środowiska naturalnego, a także zapewnienie swobodnego obrotu substancjami na rynku przy jednoczesnym wsparciu konkurencyjności i innowacyjności.

- **„NANoREG framework for the safety assessment of Nanomaterials”**

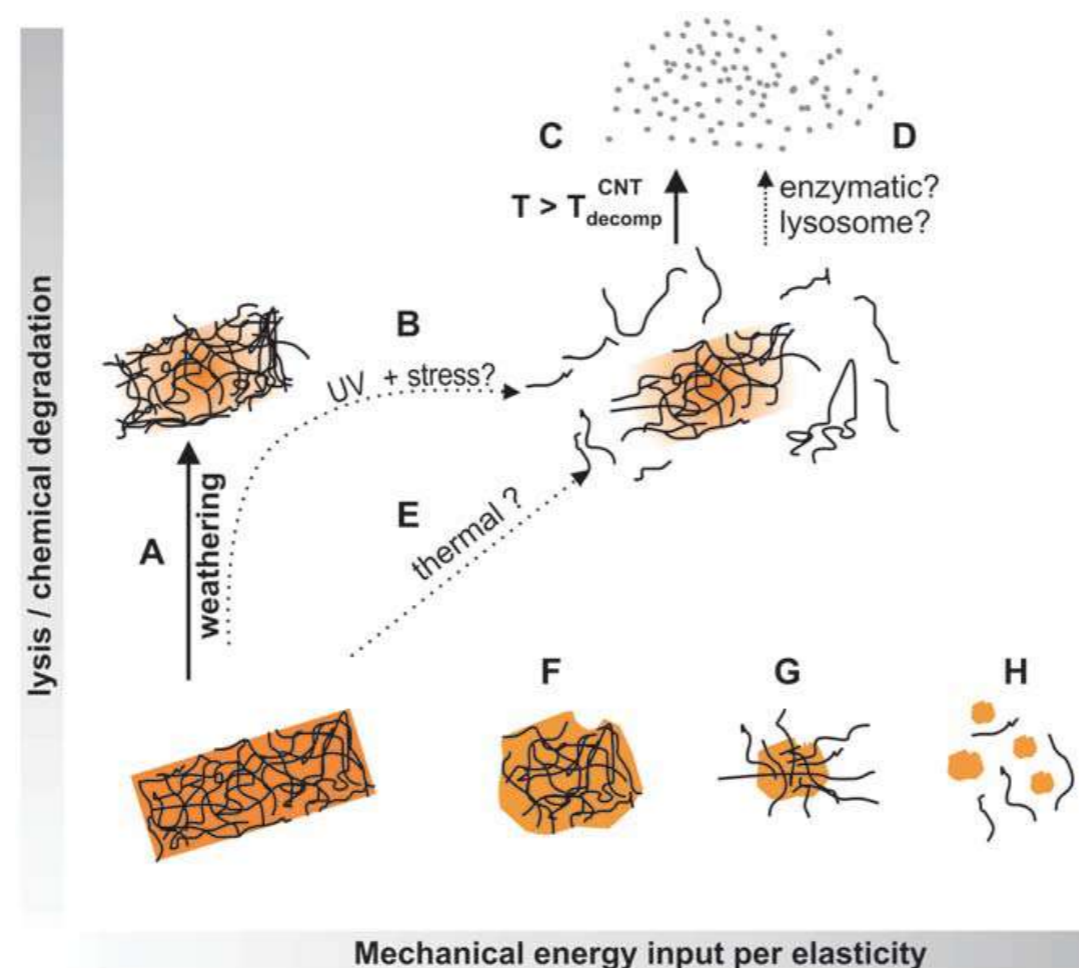
NANoREG oferuje wybiegające w przyszłość strategie: bezpieczne projektowanie, ustalanie priorytetów specyficznych dla nano i ocena ryzyka oraz ocena cyklu życia. Jest przeznaczony dla ekspertów naukowych, organów regulacyjnych i przemysłu.

- **„Control of Substances Hazardous to Health” (COSHH)** - przepisy z 2002 regulują syntezę, wytwarzanie i stosowanie nanomateriałów <http://www.hse.gov.uk/coshh/index.htm>

- **„Working Safely with Nanomaterials in Research & Development” Second Edition** © UK NanoSafety Group 2016

Zagrożenia jakie stwarzają nanocząstki

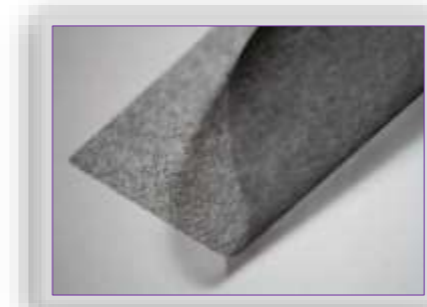
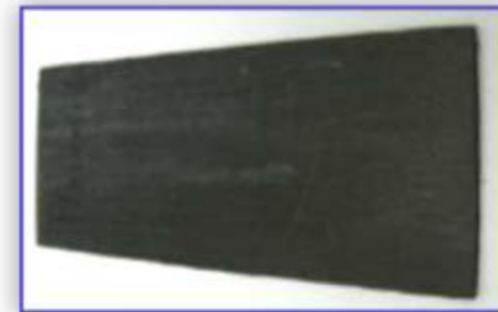
- Bezpośredni kontakt z nanocząstkami w postaci proszku w procesie przetwórstwa.
- Kontakt z produktami zawierającymi nanocząstki, takimi jak pył, drobiny materiału powstające podczas mechanicznej obróbki nanokompozytu np. szlifowania, cięcia itp.
- Uwalnianie nanocząstek lub drobin polimeru zawierających nanocząstki, na skutek degradacji nanokompozytu podczas eksploatacji.



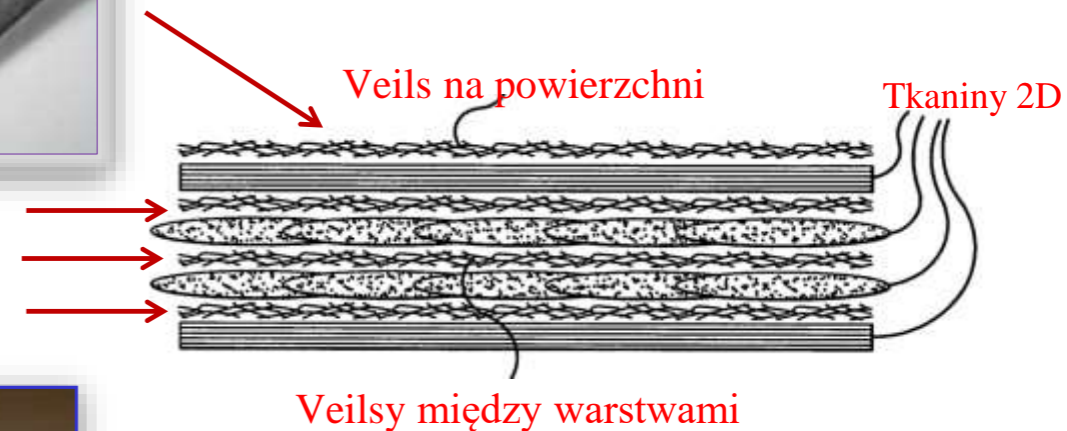
Możliwości ograniczenia bezpośredniego kontaktu z nanocząstkami

Wykorzystanie gotowych półproduktów na bazie nanocząstek do modyfikacji właściwości kompozytów:

- tkanin 2D lub prepregów z wprowadzonymi na ich powierzchnię nanorurkami węglowymi
- termoplastycznych włókien lub włóknin zawierających nanorurki węglowe
- „bucky papers” z nanorurek węglowych



VEILS



Możliwości ograniczenia bezpośredniego kontaktu z nanocząstkami

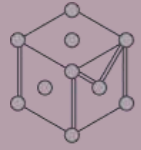
Zastosowanie gotowych koncentratów, past, zawiesin lub żywic zawierających nanocząstki:



TUBALL™-BASED SUPER CONCENTRATES
>10% OF TUBALL™



Thermosets Thermoplastics Elastomers



**Wydział Inżynierii
Materiałowej**

POLITECHNIKA WARSZAWSKA

Dziękuję za uwagę

kontakt: anna.boczkowska@pw.edu.pl

**Politechnika
Warszawska**

