

# Nanopowłoki tlenków metali do zastosowań w implantologii dla pacjentów z osteoporozą



**mgr Aleksandra Seweryn**

prof. dr hab. Marek Godlewski,  
dr hab. Bartłomiej Witkowski



Fundusze  
Europejskie



Rzeczpospolita  
Polska

Unia Europejska  
Europejskie Fundusze  
Strukturalne i Inwestycyjne



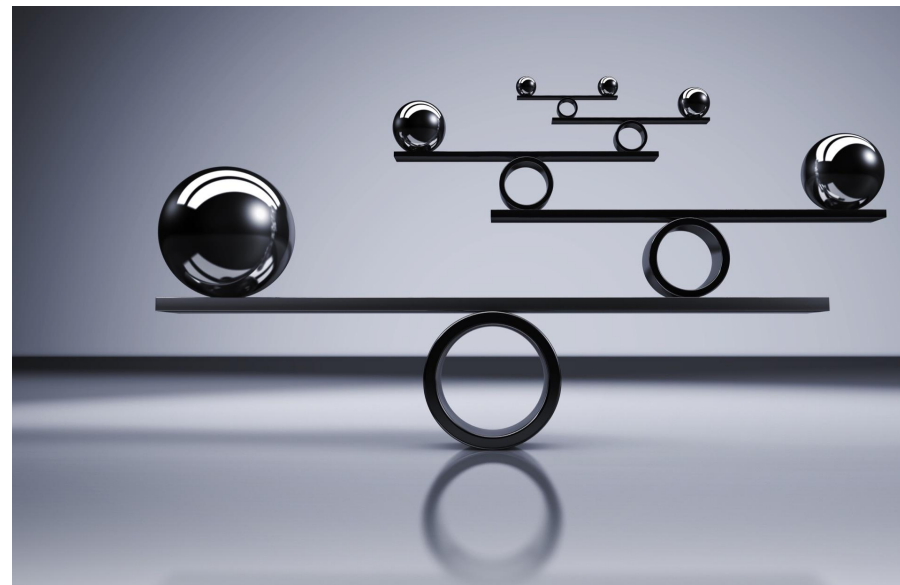
## Implant kostny:

- stopy tytanu
- stal austenityczna
- stopy chromu i kobaltu



## Podstawowe problemy okołoperacyjne:

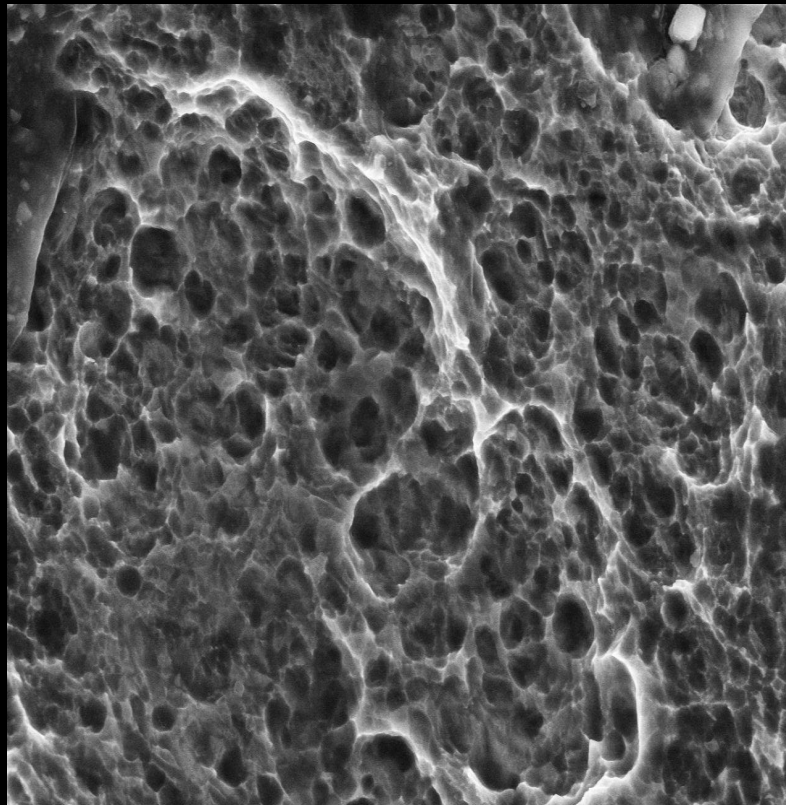
- korozja
- dyfuzja jonów metali
- infekcje bakteryjne pierwotne i wtórne
- stany zapalne rany operacyjnej
- blizna łącznotkankowa
- **niestabilny kośćciorost**



## Rola fizyki:

- projektowanie nowych materiałów
- nanotechnologia
- badania z wykorzystaniem zaawansowanych metod fizycznych





Projekt realizowany na podstawie umowy nr MNISW/2020/320/DIR w programie pod nazwą „Inkubator Innowacyjności 4.0” w ramach projektu pozakonkursowego pn. „Wsparcie zarządzania badaniami naukowymi i komercjalizacja wyników prac B+R w jednostkach naukowych i przedsiębiorstwach” w ramach Programu Operacyjnego Inteligentny Rozwój 2014-2020 (Działanie 4.4) w konsorcjum: Instytut Fizyki Polskiej Akademii Nauk i NanoTechIP sp. z o.o.

## Jak funkcjonalizuje się powierzchnię metalowych implantów kostnych?

- mikrochropowatość
- powłoki barierowe
- powłoki antybakteryjne
- powłoki przeciwzapalne
- powłoki pre-osteogenne
- powłoki pro-apatytowe

**WYZWANIE 1**

# Jedna powłoka

spełniająca wszystkie wymienione funkcje.



Fundusze  
Europejskie



Rzeczpospolita  
Polska

Unia Europejska  
Europejskie Fundusze  
Strukturalne i Inwestycyjne



## WYZWANIE 2

# Prosta i tania technologia, gwarantująca wysoką jakość materiału i bezpieczeństwo.







**nasze**

**rozwiązanie**



Fundusze  
Europejskie



Rzeczpospolita  
Polska

Unia Europejska  
Europejskie Fundusze  
Strukturalne i Inwestycyjne



Projekt realizowany na podstawie umowy nr MNISW/2020/320/DIR w programie pod nazwą „Inkubator Innowacyjności 4.0” w ramach projektu pozakonkursowego pn. „Wsparcie zarządzania badaniami naukowymi i komercjalizacja wyników prac B+R w jednostkach naukowych i przedsiębiorstwach” w ramach Programu Operacyjnego Inteligentny Rozwój 2014-2020 (Działanie 4.4) w konsorcjum: Instytut Fizyki Polskiej Akademii Nauk i NanoTechIP sp. z o.o.

# Czy technologia osadzania cienkich warstw atomowych odpowiada na wyzwania?



Fundusze  
Europejskie



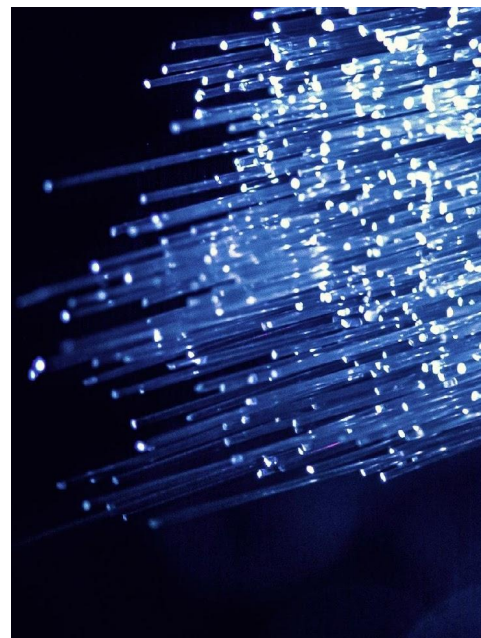
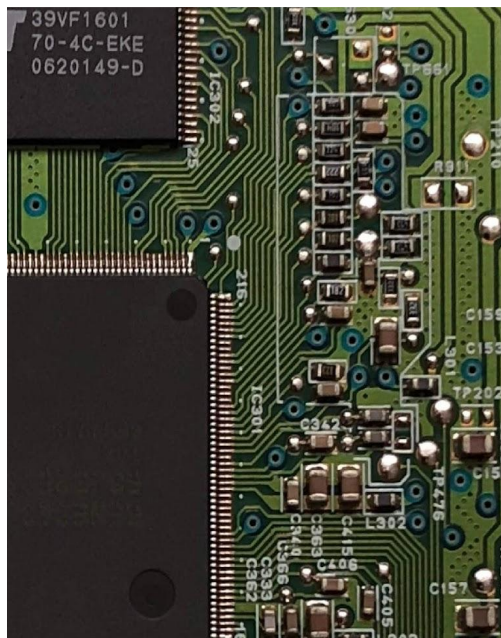
Rzeczpospolita  
Polska

Unia Europejska  
Europejskie Fundusze  
Strukturalne i Inwestycyjne



ALD

# Obszary badawcze i aplikacyjne Technologii ALD



Fundusze Europejskie



Rzeczpospolita  
Polska

Unia Europejska  
Europejskie Fundusze  
Strukturalne i Inwestycyjne



**MOTYWACJA**

# Lekooporność drobnoustrojów chorobotwórczych...

**5 mln**

**10 mln**

**15 min**

## Zgonów rocznie

z powodu lekooporności,  
700 tys. z powodu braku  
antybiotyków.

## Zgonów rocznie

w 2050 roku z powodu braku  
antybiotyków.

## 1 zgon

Obecnie odnotowywany jest  
1 zgon co 15 minut w USA  
z powodu braku skutecznej  
lekoterapii.



# LEKOOPORNOŚĆ

Jest na liście **WHO TOP-10**  
zagrożeń zdrowia społecznego.

**50% terapii antybiotykowych**  
**w Polsce stosuje się nieefektywnie,**  
a rocznie takich terapii jest 67,5 mln.



# Brak nowych antybiotyków

Czas i ogromne koszty prac badawczych:  
w roku 2019 przedstawiono 23 propozycje,  
tylko 6 z nich WHO określiło jako innowacyjne.

## DODATKOWY PROBLEM – GEN GER

Penicylina – po kilkudziesięciu latach bakterie  
wykształciły gen ger.

Plazmocyta (2021) – po roku bakterie wykształciły gen ger.



# Walcząc tylko antybiotykami przegramy ten wyścig...



Fundusze  
Europejskie



Rzeczpospolita  
Polska

Unia Europejska  
Europejskie Fundusze  
Strukturalne i Inwestycyjne



**200  
mln**

## Osteoporoza

to ogólnoustrojowa choroba metaboliczna wpływająca na gęstość kości.

**8,9  
mln**

## Złamania kości

są częstym skutkiem osteoporozy. Leczenie jest utrudnione.

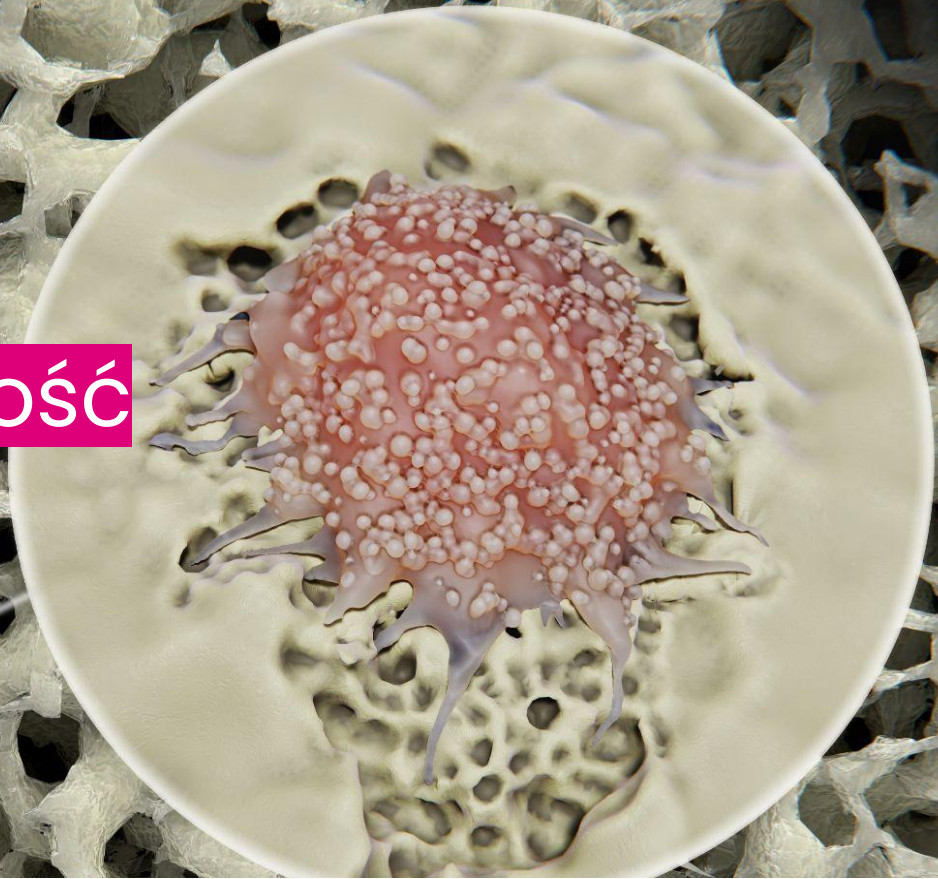
**1  
osoba**

## Co 5 min

doznaje osteoporotycznego złamania kości.



# Nadmierna aktywność osteoklastów...



Fundusze  
Europejskie



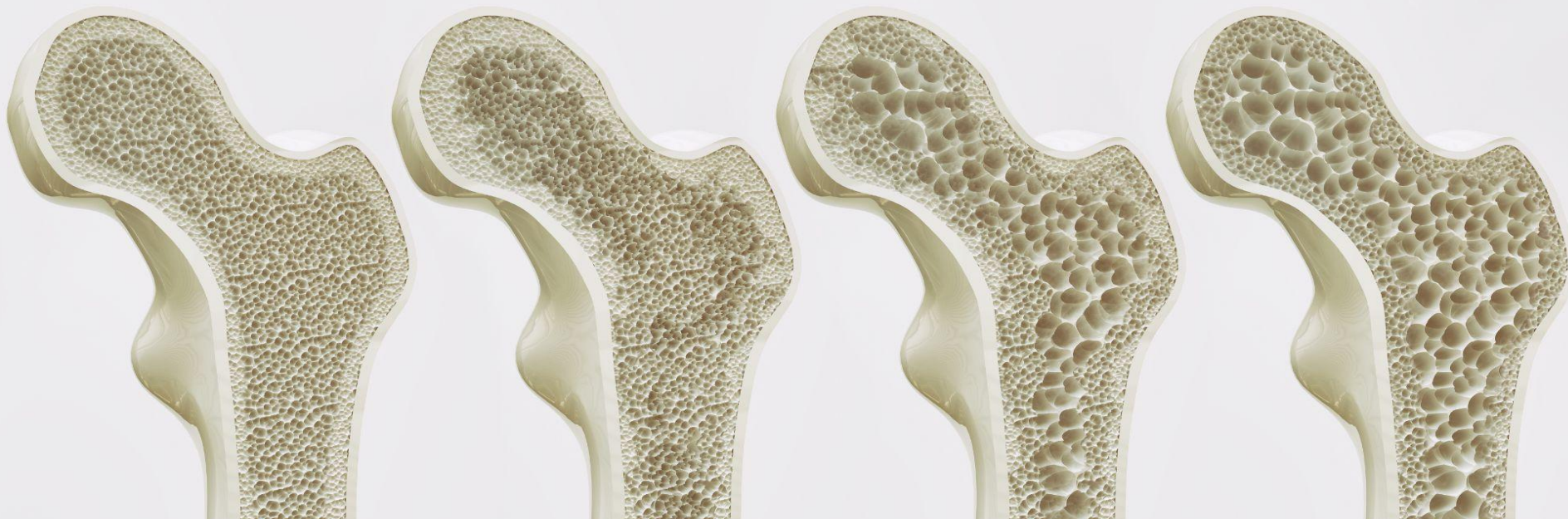
Rzeczpospolita  
Polska

Unia Europejska  
Europejskie Fundusze  
Strukturalne i Inwestycyjne



**OSTEOPOROZA**

**Tak zmienia się struktura kości  
człowieka wraz z wiekiem...**



Fundusze  
Europejskie



Rzeczpospolita  
Polska

Unia Europejska  
Europejskie Fundusze  
Strukturalne i Inwestycyjne





# ALD w biologii i medycynie

Historia naszych  
badań w kilku krokach

## Antybakteryjność

Badania in vitro pokazały  
bakteriostatyczne właściwości  
powłok tlenkowych ALD.



# 2019

## Komórki kostne

Nasze badania pokazały selektywny wpływ powłok ALD na komórki osteoblasty i osteoklasty.

## Układ immunologiczny

Wykazaliśmy przeciwzapalne właściwości powłok tlenkowych ALD.



# 2022

## Apatyt biologiczny

Testy samoistnego osadzania apatyty biologicznego na powierzchni warstw ALD.



# 2022

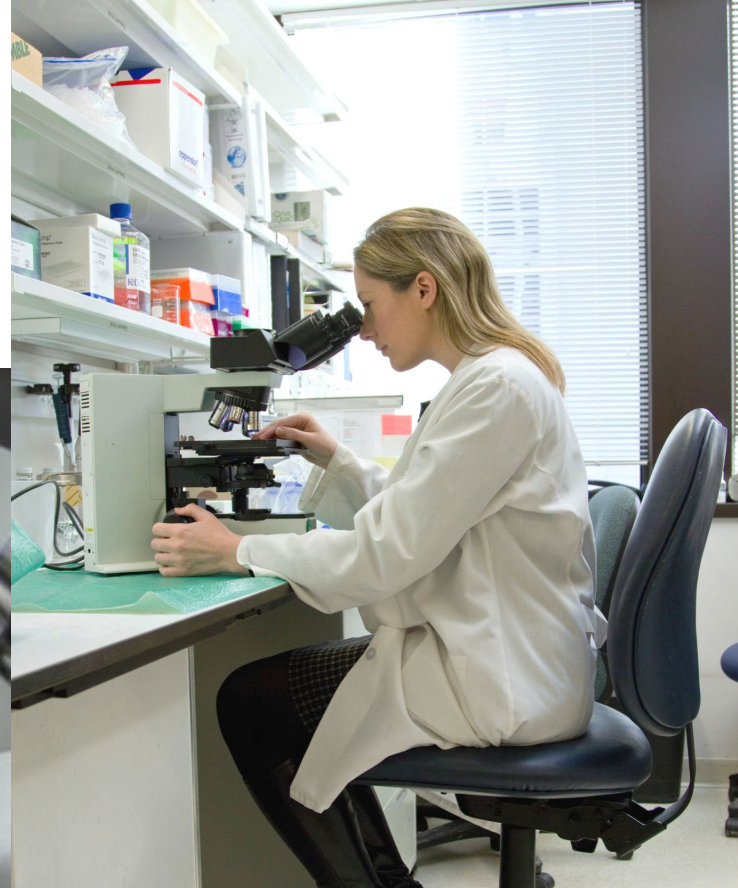
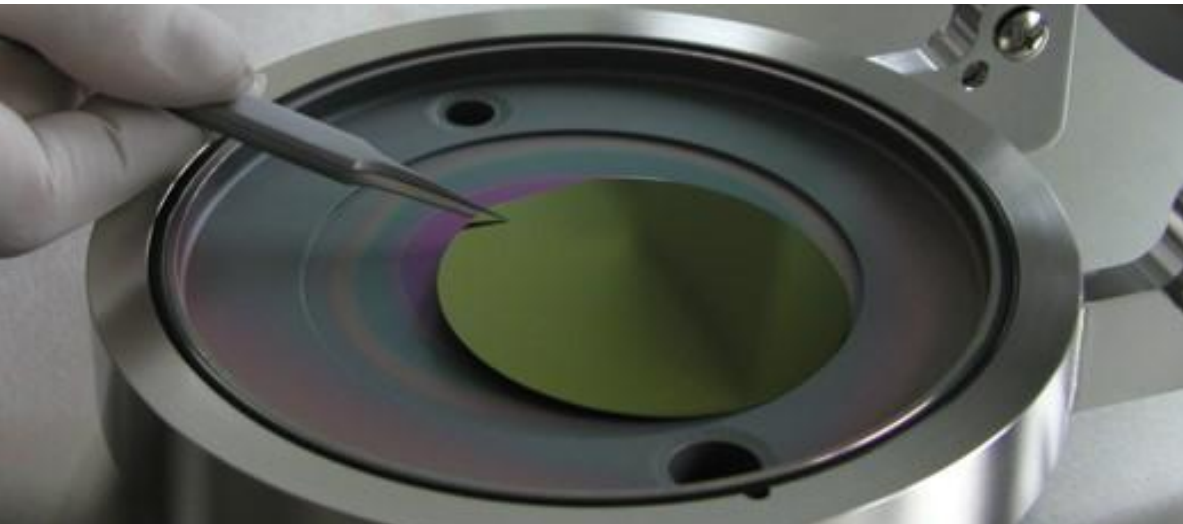
## Prace przedwdrożeniowe Inkubator 4.0

Testy laboratoryjne zjawisk zachodzących na powierzchni warstw ALD po umieszczeniu w warunkach symulujących środowisko fizjologiczne: temperatura, pH, stężenie jonów.

Wykazaliśmy, że powłoki ALD samoistnie promują osadzanie się składnika nieorganicznego kości.



# INKUBACJA WARSTW ALD W PŁYNNIE FIZJOLOGICZNYM



# Potencjał aplikacyjny ALD

# Implantologia

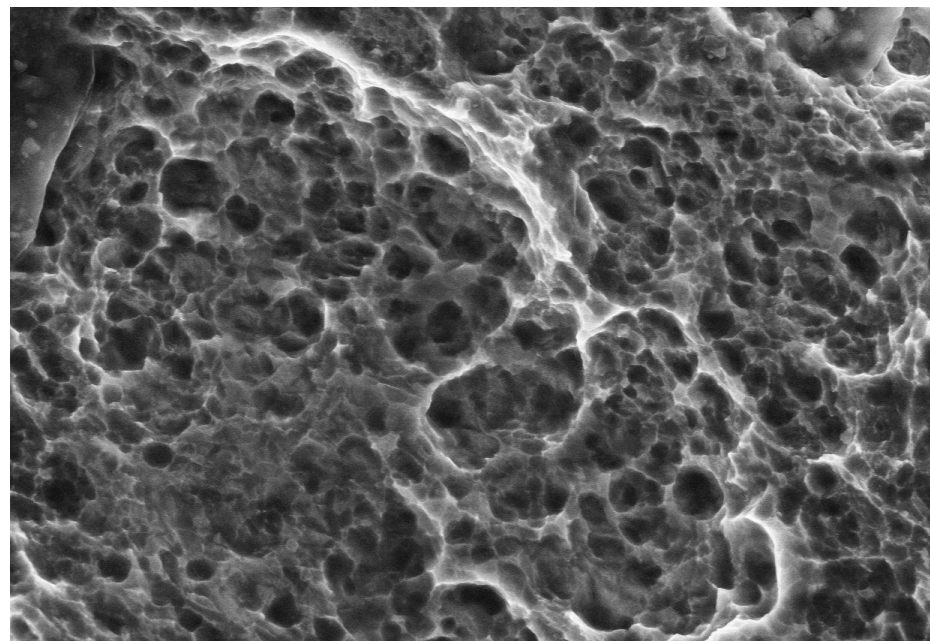
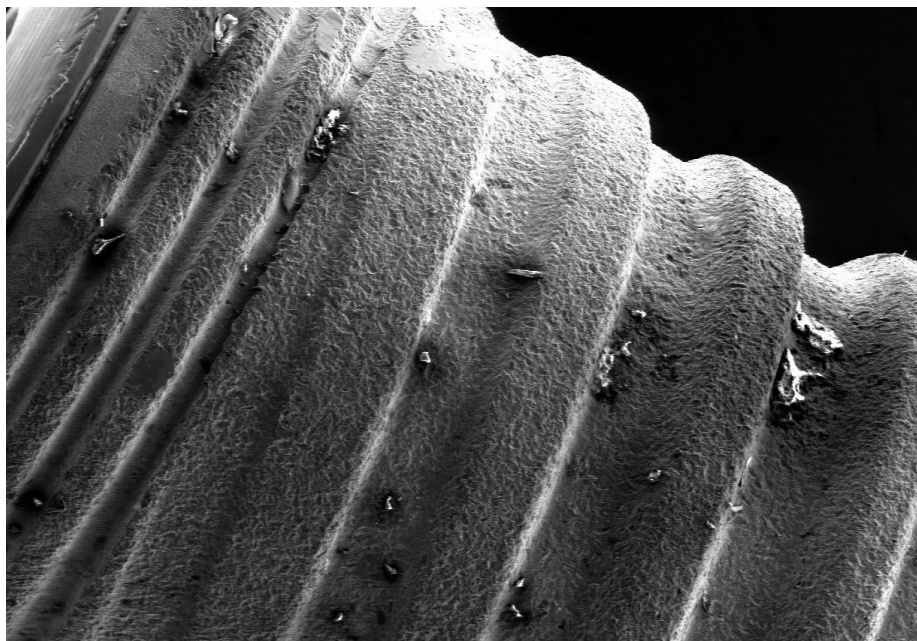
## Pokrycia:

- jednorodne na porowatych powierzchniach
- nierozwalnie związane z powierzchnią
- biokompatybilne
- biofunkcjonalne

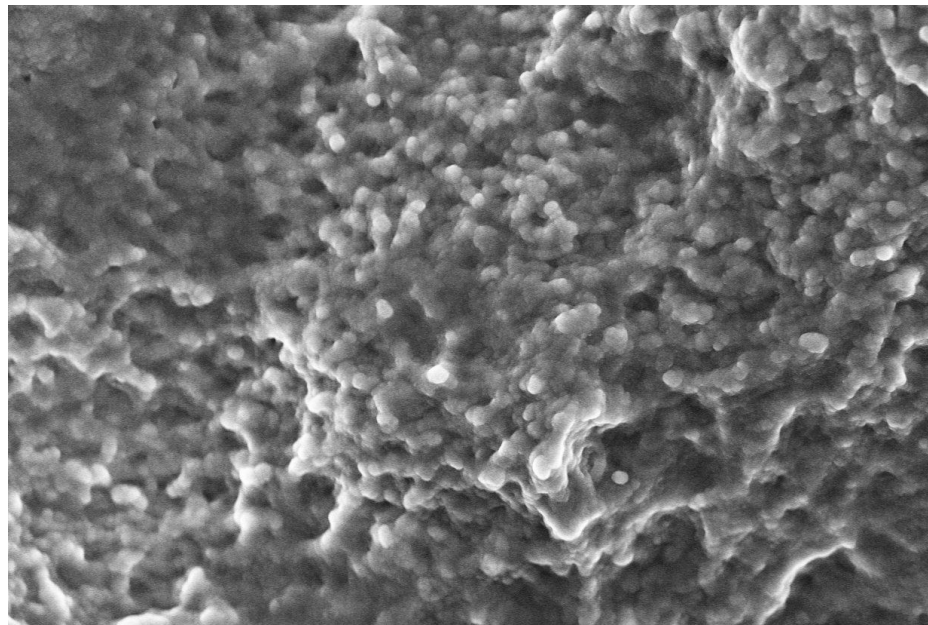
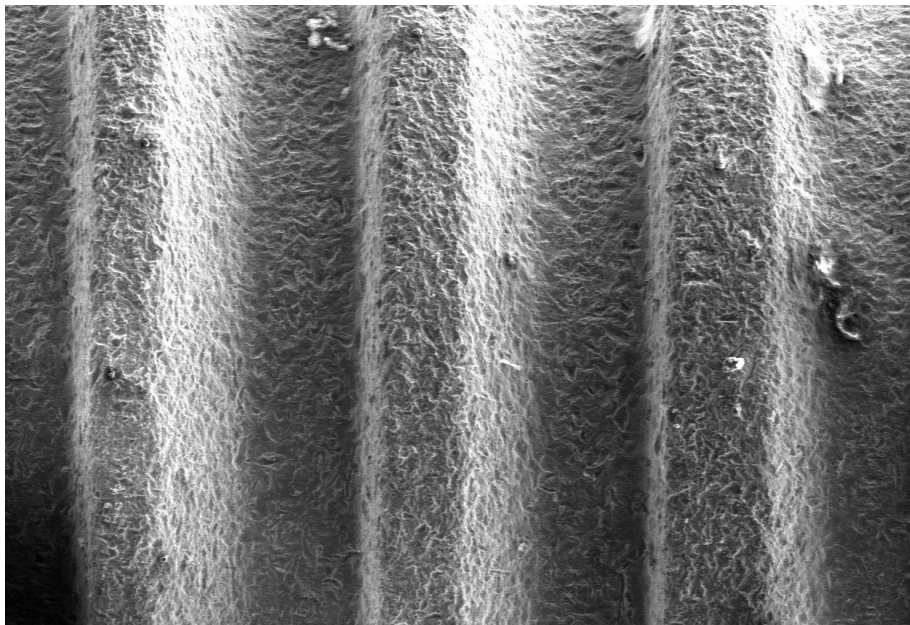




# ETAP 1



## ETAP 2

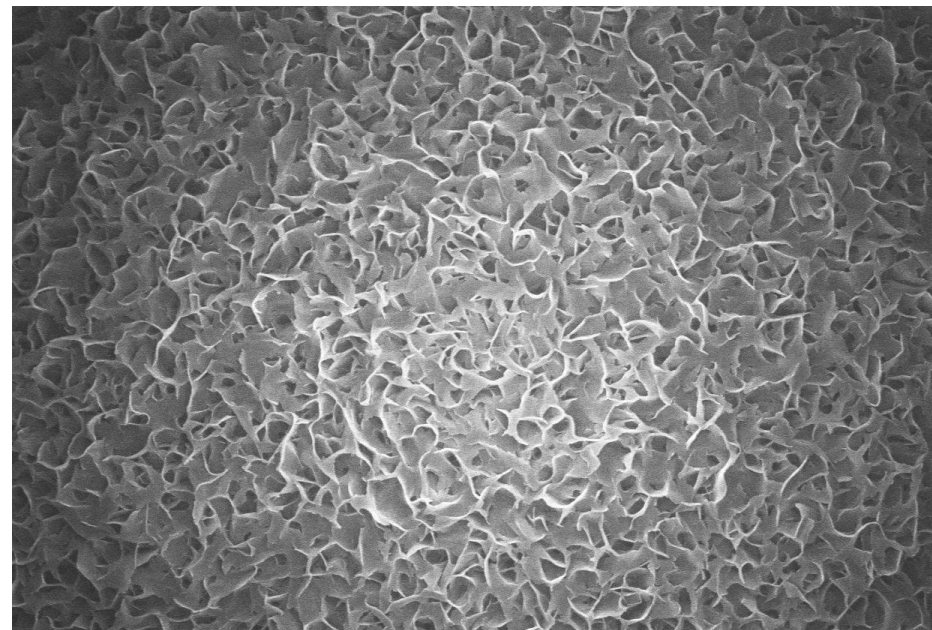
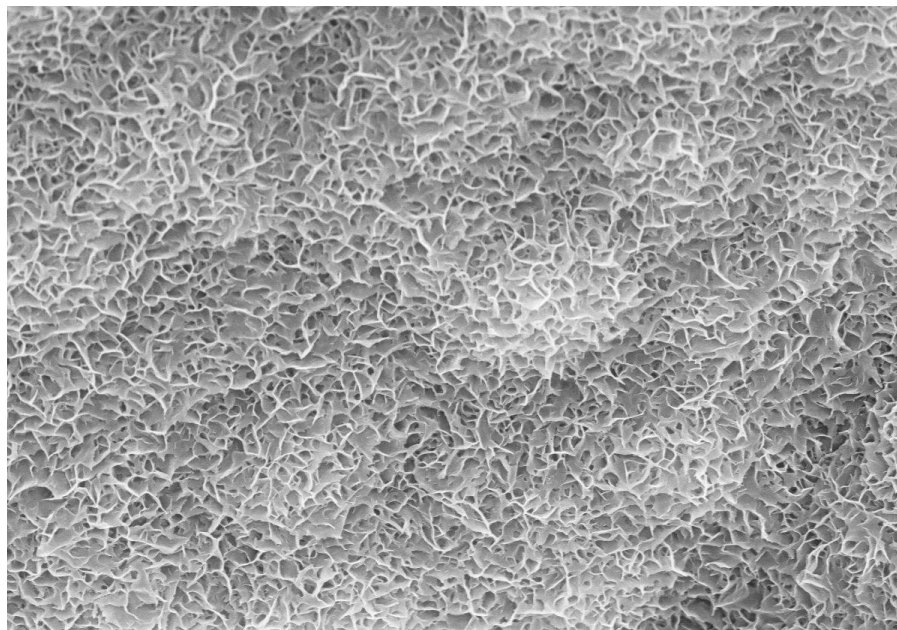


Rzeczpospolita  
Polska

Unia Europejska  
Europejskie Fundusze  
Strukturalne i Inwestycyjne



# ETAP 3



**Kluczowa właściwość powłoki implantu, zapewniająca  
jego stabilność mechaniczną?**

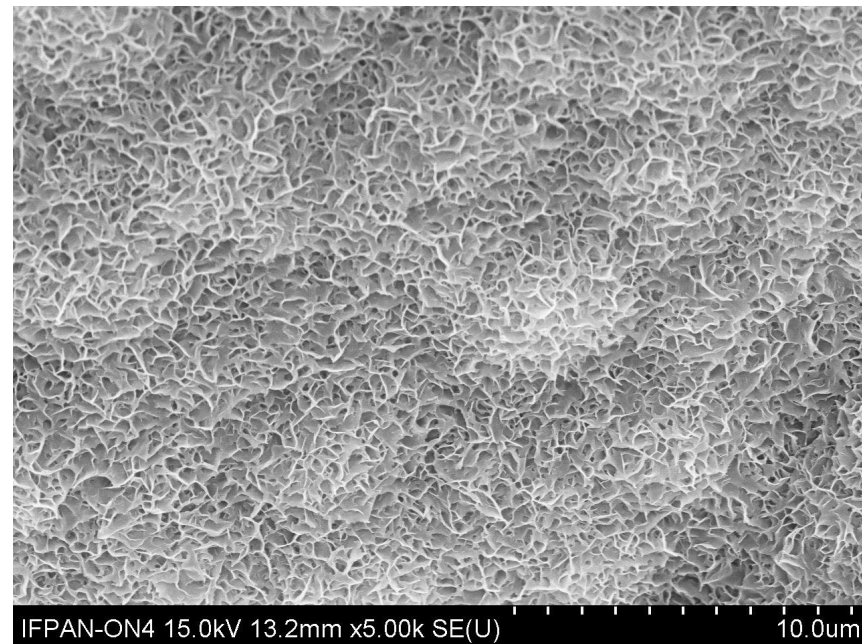
**Promowanie osadzania się  
na powierzchni**

**biologicznego apatytu.**



# Dlaczego jest to takie ważne...

Prawidłowa osteointegracja implantu gwarantuje **wytrzymałość mechaniczną** struktury implant-kość i umożliwia obciążenia protezy.



# Hfo<sub>2</sub>



Fundusze  
Europejskie



Rzeczpospolita  
Polska

Unia Europejska  
Europejskie Fundusze  
Strukturalne i Inwestycyjne



Projekt realizowany na podstawie umowy nr MNISW/2020/320/DIR w programie pod nazwą „Inkubator Innowacyjności 4.0” w ramach projektu pozakonkursowego pn. „Wsparcie zarządzania badaniami naukowymi i komercjalizacja wyników prac B+R w jednostkach naukowych i przedsiębiorstwach” w ramach Programu Operacyjnego Inteligentny Rozwój 2014-2020 (Działanie 4.4) w konsorcjum: Instytut Fizyki Polskiej Akademii Nauk i NanoTechIP sp. z o.o.

HfO<sub>2</sub>

# Czy materiał, który zrewolucjonizował elektronikę...



Fundusze  
Europejskie

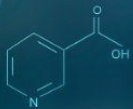


Rzeczpospolita  
Polska

Unia Europejska  
Europejskie Fundusze  
Strukturalne i Inwestycyjne



Projekt realizowany na podstawie umowy nr MNISW/2020/320/DIR w programie pod nazwą „Inkubator Innowacyjności 4.0” w ramach projektu pozakonkursowego pn. „Wsparcie zarządzania badaniami naukowymi i komercjalizacja wyników prac B+R w jednostkach naukowych i przedsiębiorstwach” w ramach Programu Operacyjnego Inteligentny Rozwój 2014-2020 (Działanie 4.4) w konsorcjum: Instytut Fizyki Polskiej Akademii Nauk i NanoTechIP sp. z o.o.



# HfO<sub>2</sub>

**...będzie również  
przełomowym  
rozwiązaniem  
w implantologii?**



Fundusze Europejskie



Rzeczpospolita  
Polska

Unia Europejska  
Europejskie Fundusze  
Strukturalne i Inwestycyjne



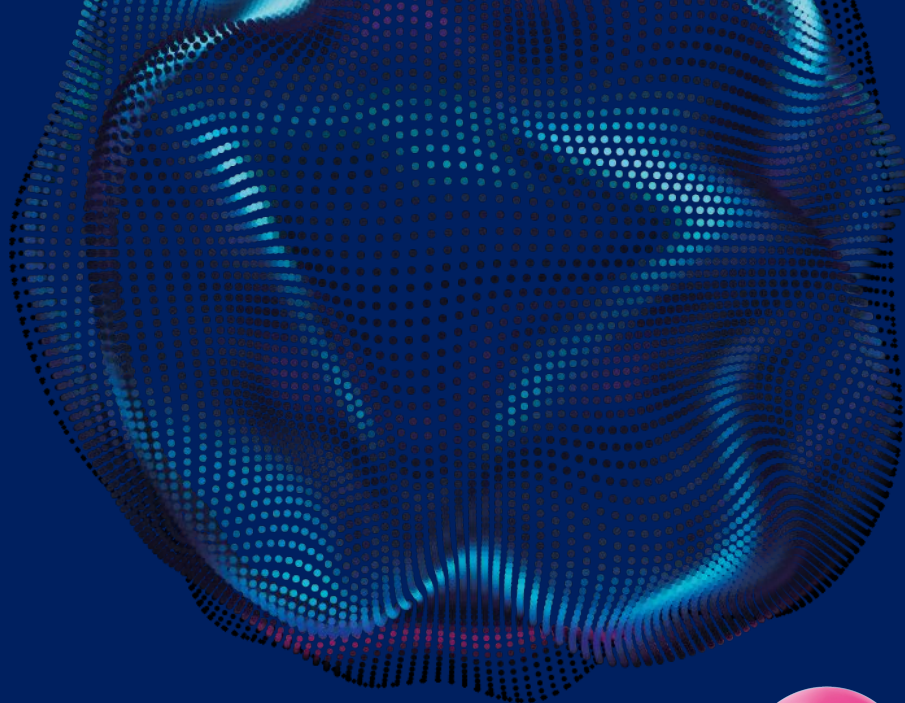


# NAGRODY

# Otrzymane nagrody



# Dziękuję za uwagę



Fundusze  
Europejskie



Rzeczpospolita  
Polska

Unia Europejska  
Europejskie Fundusze  
Strukturalne i Inwestycyjne

