Załącznik 2

#### Technologie materiałowe

# Globalne i lokalne wyzwania

Technologie materiałowe są interdyscyplinarnym obszarem badawczym zajmującym się projektowaniem, modelowaniem, wytwarzaniem i charakteryzowaniem oraz optymalnym wykorzystaniem materiałów przeznaczonych dla różnych sektorów gospodarki. Podstawą technologii materiałowych jest zrozumienie związków pomiędzy procesem technologicznym, strukturą i mikrostrukturą materiałów a ich makroskopowymi właściwościami oraz poznanie fundamentalnych zależności w zakresie możliwości kształtowania zachowania się materiałów w warunkach eksploatacji, wydłużania czasu życia elementów oraz zmniejszenia ryzyka awarii związanych z degradacją materiałów.

Technologie materiałowe odgrywają ważną rolę w przemyśle, determinując rozwój i konkurencyjność prawie wszystkich sektorów. Na przykład sektor transportu (zarówno lądowego jak i lotniczego) potrzebuje nowych materiałów o małej masie i wysokiej wytrzymałości i sztywności, sektor ICT nowych materiałów półprzewodnikowych o lepszych charakterystykach przewodności elektrycznej i/lub cieplnej, sektor medyczny nowych biomateriałów o lepszej biozgodności i/lub bioaktywności. Inwestowanie w rozwój nowych materiałów i technologii materiałowych zwiększa z perspektywy przedsiębiorstw możliwości odniesienia sukcesu na globalnym rynku, a z perspektywy uczelni możliwości tworzenia innowacji z otoczeniem gospodarczym i zwiększenia przychodów z komercjalizacji badań. Jest to bardzo ważny aspekt zwłaszcza dla uczelni technicznej, jaką jest Politechnika Warszawska.

Nowe technologie materiałowe stwarzają możliwość tworzenia nowych rozwiązań służących środowisku, oszczędzaniu energii, zwiększeniu dostępności do czystej wody, zdrowiu człowieka czy bezpieczeństwu i komunikacji. Jest to więc obszar badawczy, który wpisuje się w wiele Krajowych Inteligentnych Specjalizacji i bez którego niemożliwe będzie rozwiązanie globalnych problemów/wyzwań zidentyfikowanych w dokumentach europejskich i światowych (np. wyzwania społeczne w programie Horyzont 2020 czy propozycje wielkich wyzwań w programie Horizon Europe). Stwarza więc możliwość uczestnictwa w międzynarodowych konsorcjach realizujących duże projekty badawcze, na przykład w ramach nowego Programu Ramowego Unii Europejskiej „Horizon Europe”.

Jest to także ważny obszar badań aplikacyjnych i tworzenia innowacyjnych rozwiązań, które mogą być transferowane do gospodarki. Rozwój wielu branż przemysłowych jest determinowany bowiem dostępnością nowych materiałów spełniających wzrastające wymagania w zakresie kombinacji ich właściwości, trwałości, niezawodności i kosztów produkcji.

Należy zwrócić uwagę, że technologie materiałowe są priorytetowym obszarem badawczym w wielu uniwersytetach europejskich i amerykańskich. Tak zdefiniowany POB ma więc także ogromne znaczenie z punktu widzenia współpracy międzynarodowej, na przykład uczestnictwa w sieciach badawczych i edukacyjnych.

Osiągnięcia naukowe w tym obszarze badawczym dotyczą zaawansowanych materiałów i technologii materiałowych o dużym potencjale rozwoju i potencjale aplikacyjnym dla nowoczesnych gałęzi przemysłu. Analiza danych dostępnych w bazie Scopus wskazuje, że w obszarze szeroko pojętych badań materiałowych (category: materials science) około 150 osób z afiliacją Politechniki Warszawskiej opublikowało kilkaset artykułów w latach 2013-2017. Dodatkowo potencjał kadrowy tego POB tworzą doktoranci, których liczba wynosi 100.

Rocznie pracownicy Politechniki Warszawskiej publikują ponad 500 prac indeksowanych w bazie Scopus i jest to najwyższa liczba na tle innych jednostek w Polsce, a 14% z nich ukazała się w czołowych czasopismach należących do 10% najlepszych czasopism. Prace z tego obszaru są rozpoznawalne w świecie – międzynarodowy wskaźnik cytowalności, tzw. field weigthed citation impact jest na poziomie średniej światowej w tym obszarze, co niewątpliwie stanowi dobrą bazę i stwarza perspektywę poprawy w przyszłości, dzięki działaniom podjętym w ramach inicjatywy Uczelnia Badawcza. Należy także podkreślić, że około 10% publikacji należy do 10% najlepiej cytowanych prac, a 30% powstała we współpracy międzynarodowej. Dane te wskazują, że Politechnika Warszawska jest wiodącą uczelnią w Polsce w obszarze tematycznym POB „Technologie materiałowe”, jednak z perspektywy światowej jest przestrzeń do poprawy.

Obszar ten charakteryzuje się także dużą aktywnością w zakresie współpracy z przemysłem i współpracy międzynarodowej. W latach 2013-2017 rozpoczęto realizację ponad 50 nowych projektów badawczych z partnerami przemysłowymi różnych branż finansowanych z programów krajowych i funduszy strukturalnych. Osiągnięcia aplikacyjne są przedmiotem patentów – w ostatnich 5 latach Politechnice Warszawskie udzielono 45 patentów związanych z technologiami materiałowymi (w 3 przypadkach były to patenty międzynarodowe). W zakresie współpracy międzynarodowej wspomnieć należy uczestnictwo Politechniki Warszawskiej w konsorcjach realizujących projekty w ramach programów UE, np. Graphene Flagship FET, projekty materiałowe EUROFUSION (a wcześniej EURATOM), sieci ITN w ramach Akcji Marie Skłodowska-Curie.

Wśród wyróżników Politechniki Warszawskiej jako ośrodka aktywnego w obszarze technologii materiałowych wspomnieć należy fakt, że uczelnia od roku 2002 współorganizuje wspólnie z Europejskim Towarzystwem Badań Materiałowych (European Materials Research Society, EMRS) coroczne konferencje EMRS Fall Meeting, które gromadzą ponad 1400 uczestników z całego świata i są trzecimi największymi konferencjami materiałowymi (po EMRS Spring Meeting i FEMS Euromat) odbywającymi się w Europie.

# Plany badawcze

Specyfiką tego POB jest interdyscyplinarny charakter badań obejmujący oprócz inżynierii materiałowej także zagadnienia fizyki, chemii, inżynierii mechanicznej i inżynierii biomedycznej. Technologie materiałowe są perspektywicznym obszarem badawczym o ogromnym potencjale w zakresie nowych odkryć naukowych i publikacji w najwyższej rangi czasopismach naukowych. Do obszarów badawczych mogących przynieść przełomowe rozwiązania zaliczyć należy nanomateriały (które wykazują unikalne właściwości w nanoskali – sztandarowym przykładem jest tutaj grafen czy kropki kwantowe), technologie przyrostowe (materiały tak otrzymywane poddawane są złożonym cyklom cieplnym, a przez to mogą osiągać nadzwyczajne właściwości), nowe materiały o skomplikowanym składzie chemicznym i/lub strukturze o nowych właściwościach mechanicznych i funkcjonalnych, technologie i materiały półprzewodnikowe kluczowe do dynamicznego rozwoju nowoczesnej fotoniki, mikroelektroniki czy Internetu. Politechnika Warszawska zamierza rozwijać działalność badawczą w następujących obszarach:

* Wysokowytrzymałe, lekkie i trwałe materiały konstrukcyjne:
* Materiały ultradrobnoziarniste i nanokrystaliczne,
* Stopy o wysokiej entropii,
* Lekkie kompozyty polimerowe wzmacniane włóknami i nanokompozyty,
* Materiały wytwarzane technikami addytywnymi.
* Nowoczesne materiały funkcjonalne:
* Biomateriały dla implantologii, inżynierii tkankowej oraz systemów podawania leków,
* Materiały inteligentne,
* Materiały o strukturze dwuwymiarowej, w tym grafen i dichalkogenki metali przejściowych,
* Nowoczesne tworzywa i nanokompozyty polimerowe,
* Zaawansowane ceramiki,
* Hybrydowe nieorganiczno-organiczne materiały funkcjonalne, w tym perowskity halogenkowe do aplikacji fotowoltaicznych oraz 3D mikroporowate sieci metalo-organiczne do magazynowania i separacji gazów,
* Nanomateriały półprzewodnikowe, w tym kropki kwantowe na potrzeby elektroniki, optyki i aplikacji biomedycznych,
* Nanomateriały tlenkowe do zastosowań w fotokatalizie.
* Recykling materiałów.
* Modelowanie materiałów i procesów.

# Kształcenie

Z badaniami naukowymi w obszarze technologii materiałowych ściśle powiązane jest kształcenie studentów. Oczywistym jest fakt, że kształcenie w tym obszarze odbywa się na kierunku studiów inżynieria materiałowa prowadzonym przez Wydział Inżynierii Materiałowej. Jednak elementy tego kształcenia obecne są także na innych kierunkach studiów z zakresu np. technologii chemicznej czy fizyki. Należy podkreślić fakt integracji kształcenia na I roku I stopnia studiów oraz specjalności Nanomateriały i Nanotechnologie na II stopniu studiów w ramach Szkoły Zaawansowanych Technologii Chemicznych i Materiałowych integrującej 3 Wydziały: Inżynierii Materiałowej, Chemiczny i Inżynierii Chemicznej i Procesowej. Studenci kształcący się w zakresie technologii materiałowych są włączeni w badania naukowe – praktycznie wszystkie prace inżynierskie i magisterskie są powiązane z realizowanymi projektami badawczymi lub pracami statutowymi. Efektem tych prac są publikacje z udziałem studentów (jest ich około 30 rocznie). Wprowadzone zostały do programu studiów elementy kształcenia opartego na badaniach, na przykład na Wydziale Inżynierii Materiałowej realizowany jest przedmiot Projekt Badawczy, który ma formułę indywidualnych projektów badawczych realizowanych pod nadzorem doświadczonych nauczycieli akademickich.

Politechnika Warszawska prowadziła i prowadzi Międzynarodowe Studia Doktoranckie z zakresu zaawansowanych materiałów ze Swiss Federal Laboratories for Materials Science and Technology (EMPA) w Szwajcarii i National Institute of Materials Science w Japonii.

# Kapitał ludzki

Działalność badawcza Politechniki Warszawskiej w obszarze technologii materiałowych prowadzona jest w różnych jednostkach organizacyjnych, a w szczególności na Wydziałach Inżynierii Materiałowej, Chemicznym, Fizyki, Inżynierii Chemicznej i Procesowej, Mechanicznym Energetyki i Lotnictwa oraz Elektroniki i Technik Informacyjnych. Kadra akademicka w tym obszarze obejmuje około 150 osób wspieranych przez około 100 doktorantów oraz licznych studentów uczestniczących w realizacji projektów badawczych. Liczby świadczą o zgromadzonej masie krytycznej niezbędnej dla prowadzenia ambitnych projektów badawczych w obszarze technologii materiałowych.