

8. ZAAWANSOWANE MATERIAŁY INŻYNIERSKIE, TECHNOLOGIE PROCESÓW MATERIAŁOWYCH I NANOTECHNOLOGIA

Zaawansowane materiały inżynierskie, technologie procesów materiałowych i nanotechnologia objęte niniejszym opisem uwzględniają:

- uwarunkowania ekologiczne
- transformację cyfrową na rzecz planety, ludzi dobrobytu.

W opracowanym opisie wskazano 10 głównych zagadnień rozwojowych (innowacyjnych), które wraz z 10 wymienionymi obszarami aplikacyjnymi tworzą macierz 2D co najmniej 100 priorytetowych zagadnień wymagających doskonalenia i opracowywania nowych materiałów inżynierskich oraz związanych z nimi technologii procesów materiałowych, w tym nanotechnologii. W ramach każdego z głównych zagadnień rozwojowych (innowacyjnych) wydzielono po kilka zagadnień szczegółowych wskazanych w opisie. Bez materiałów zwłaszcza inżynierskich, ale także w jakiejś mierze technicznych materiałów naturalnych nie jest możliwe wytworzenie jakiegokolwiek produktu, wobec czego znaczenie materiałów inżynierskich i technologii procesów materiałowych, obejmujących ich wytwarzanie i przetwórstwo w celu zapewnienia najkorzystniejszych własności użytkowych umożliwiających uzyskanie wymaganych funkcji użytkowych wytwarzanych i użytkowanych produktów musi stać u podstaw każdej gałęzi przemysłu i zwykło się problematykę tę nazywać horyzontalną.

Zagadnienia: -informatyzacji (cyfryzacji), -proekologiczne włącznie z gospodarką obiegu zamkniętego mają analogiczne horyzontalne znaczenie.

W opracowanej macierzy, wymienione zagadnienia ogólne transformacji ekologicznej i cyfrowej stanowią trzecią oś (3D), gdyż dotyczą one bez wyjątku wszystkich głównych zagadnień rozwojowych (innowacyjnych) i punktów opisu oraz wszystkich obszarów aplikacyjnych.

I. ZAAWANSOWANE MATERIAŁY, NANOMATERIAŁY I TECHNOLOGIE MATERIAŁOWE W RAMACH TRANSFORMACJI W KIERUNKU ZAAWANSOWANEGO STADIUM PRZEMYSŁU 5.0 ORAZ SPOŁECZEŃSTWA 5.0 ZAAWANSOWANEGO INFORMATYCZNIE, EKOMATERIAŁY ORAZ MATERIAŁY KOMPOZYTOWE I NANOSTRUKTURALNE, BIOMIMETYCZNE, BIONICZNE I BIODEGRADOWALNE Z UWZGLĘDNIENIEM ŚLADU ŚRODOWISKOWEGO (WĘGLOWEGO I WODNEGO), GOSPODARKI OBIEGU ZAMKNIĘTEGO MATERIAŁÓW ORAZ MINIMALIZACJI ODPA-DÓW I CZYSTSZEJ TECHNOLOGII MATERIAŁÓW I NANOMATERIAŁÓW Z UWZGLĘDNIENIEM RACJONALIZACJI WYTWARZANIA I STOSOWANIA MATERIAŁÓW POLIMEROWYCH

1. Nowe zaawansowane materiały, nanomateriały i nanokompozyty oraz ich technologie wytwarzania i przetwórstwa, zwłaszcza dla rozwoju w 10 obszarach:

- zdrowia,
- budownictwa,
- nowych energii,
- transportu,
- domu i higieny osobistej,
- opakowań,
- tekstyliów,
- rolnictwa,
- urządzeń elektronicznych,

• maszyn i środków produkcji uznanych w Europie za najbardziej innowacyjne rynki materiałowe (j. ang. *Materials Innovation Markets*) oraz w priorytetowych obszarach badania materiałów (j.ang. *Material's Priorities Research Areas*), z uwzględnieniem:

- optymalizacji procesów technologicznych,
- dekarbonizacji i zrównoważonego projektowania i wytwarzania,
- masowej personalizacji i etykietowania,
- produkcji bez defektów i bezodpadowej,
- ulepszonego przetwarzania wielomateriałowego,
- zdolnej do zmniejszenia śladu środowiskowego i z potencjałem:
- poprawy zrównoważonego rozwoju,
- deprodukcji i demontażu,
- odzysku i przetwarzania materiałów,
- zwiększenia surowców z recyklingu,
- zarządzania cyklem życia oraz gospodarką obiegu zamkniętego.

2. Nowe materiały, nanomateriały i nanokompozyty funkcjonalne dla ochrony środowiska naturalnego, w tym ochrony przed zanieczyszczeniami i przed emisją gazów cieplarnianych, stosowane w systemach o niskiej emisji zanieczyszczeń oraz strategicznej substytucji materiałów zagrażających środowisku, wolnych od substancji szkodliwych, dobrze zapewniających ochronę środowiska, bardziej przystosowanych do recyklingu, oraz innowacyjne technologie ich wytwarzania.

3. Nowe materiały, technologie i konstrukcje w celu konwersji materiałowych, technologicznych i konstrukcyjnych z zamiarem zapewnienia zrównoważonego rozwoju, zmniejszenia kosztów wytwarzania i energochłonności, eliminacji szkodliwych substancji lub ich emisji, zmniejszenia zużycia deficytowych pierwiastków oraz rozwój związanych z tym metod projektowania inżynierskiego i metod komputerowego wspomaganie projektowania inżynierskiego.

4. Nowe oszczędne materiały i nanomateriały, w tym stopy i struktury o znaczeniu dla rozwoju środowiska, do filtracji wody, na kolektory wilgoci lub mgły, kolektory słoneczne, kuchenki solarne, rozproszone termoelektryczne pokrycia dachowe oraz innowacyjne technologie ich wytwarzania.

5. Nowe ekomateriały kompozytowe i nanostrukturalne o regulowanym czasie degradacji lub resorpcji z surowców naturalnych, biopolimerów wzmacnianych włóknami pochodzenia roślinnego i ulegających kontrolowanej degradacji.

6. Nowe i biologicznie inspirowane technologie, materiały i konstrukcje metalowe i ich powierzchnie superhydrofobowe, kanałów chłodzących w kształcie naczyń, hierarchicznych stopów/pian/ kompozytów oraz nowe wielofunkcyjne materiały, nanomateriały i nanokompozyty biomimetyczne i bioniczne oraz nowe wielofunkcyjne kompozyty i nanokompozyty strukturalne, warstwy i struktury bioniczne, oraz innowacyjne technologie ich wytwarzania.

II. MATERIAŁY, NANOMATERIAŁY, W TYM KOMPOZYTY FUNKCJONALNE O ZAAWANSOWANYCH WŁAŚCIWOŚCIACH FIZYKOCHEMICZNYCH I UŻYTKOWYCH ORAZ ZAAWANSOWANE TECHNOLOGIE PROCESÓW MATERIAŁOWYCH W RAMACH TRANSFORMACJI W KIERUNKU ZAAWANSOWANEGO STADIUM PRZEMYSŁU 5.0

1. Technologie wytwarzania i przetwórstwa nowych zaawansowanych materiałów, nanomateriałów i nanokompozytów inteligentnych i zintegrowanych w postaci 2D i 3D, zaawansowanych lekkich kompozytów o osnowie polimerowej, metalowej, z organicznych materiałów włóknistych, tekstronicznych, a także materiałów metalowych, z udziałem nanocząstek z materiałów węglowych, w celu zapewnienia nowych funkcjonalności, komunikujących się i współdziałających z otoczeniem oraz archiwizujących dane o jego stanie i reagujących na bodźce zewnętrzne, zmieniających swoje właściwości fizyczne, lepkość, kształt, barwę w związku ze zmianą temperatury, naprężenia, pola elektrycznego, energii słonecznej, o zdolności zbierania, przechowywania i przesyłania danych, do zastosowania na czujniki w elementach samodiagnostujących się, samowykrywających uszkodzenia lub samonaprawialnych w warunkach eksploatacji, na funkcjonalne kompozytowe materiały gradientowe, o zmiennych właściwościach magnetycznych, do tłumienia drgań i dźwięku, generujących energię cieplną inteligentnych polimerów przewodzących.
2. Nowe zaawansowane materiały funkcjonalne o niestandardowej przewodności elektrycznej i cieplnej z przeznaczeniem dla przemysłów wytwarzających produkty końcowe, na kondensatory, pokrycia termiczne, płyty izolacyjne energooszczędnych budynków oraz z wykorzystaniem nowych urządzeń i procesów produkcyjnych technologii przyrostowych i druku 3D, w celu postępu integracji z wielofunkcyjnymi nanomateriałami i wykorzystywania ich w praktycznych zastosowaniach na dużą skalę, znacznie większą od ograniczonych dotychczasowych zastosowań niszowych, po przejściu od skali laboratoryjnej do zastosowań przemysłowych wraz ze zwiększeniem poziomu niezawodności i powtarzalności takich procesów przemysłowych.
3. Nowe innowacyjne technologie wytwarzania i przetwórstwa nanostrukturalnych zaawansowanych materiałów, o nowej funkcjonalności, superhydrofobowych, samooczyszczających się, systemów samouzdrawiających, inteligentnych tekstyliów i papierów, biomimetycznych, z kontrolowaną zmianą i pamięcią kształtu, systemów samoorganizujących się, pozyskujących energię, do zastosowań w sektorach przemysłu i gospodarki o dużym znaczeniu wzornictwa przemysłowego, w celu uzyskania wartości dodanej produktów poprzez wykorzystanie nowych funkcjonalności materialnych i niematerialnych oraz projektowanie i wytwarzanie radykalnie nowych produktów o silnie konkurencyjnej przewadze rynkowej.
4. Nowe technologie umożliwiające wykorzystywanie papieru i tekstyliów na funkcjonalne elementy lub urządzenia elektroniczne o obiecujących zaletach technicznych, ekonomicznych i środowiskowych, na inteligentne wyświetlacze etykiet, opakowań, znaczników biologicznych, w medycynie w związku z rozwojem urządzeń lab-on-chip i związanego z tym rozwoju nowych technologii produkcji papieru i tekstyliów, z wykorzystaniem włókien wzmacniających i wypełniaczy, przy zapewnieniu wymaganej porowatości oraz opracowania nowego papieru i tekstyliów, z odpowiednimi powłokami organicznymi, nieorganicznymi lub hybrydowymi, obróbką i funkcjonalizacją powierzchni papieru i tekstyliów z użyciem nanocelulozy, osocza lub gazu oraz wprowadzeniem nowych materiałów, w tym przewodzących, izolatorów półprzewodnikowych, elektrochromowych, elektrod baterii, a także wysokiej precyzji i opłacalnego druku lub innych technologii produkcji w dużej skali, z wykorzystaniem do drukarek atramentowych oraz w procesach roll-to-roll.

5. Zaawansowane wielofunkcyjne inteligentne materiały nanostrukturalne do zastosowań w elektronice, optoelektronice, sensoryce, informatyce, fotonice oraz komunikacji i ich technologiach.

III. MATERIAŁY WIELOFUNKCYJNE, KOMPOZYTOWE I NANOSTRUKTURALNE - ULTRALEKKIE, ULTRAWYTRZYMAŁE, O RADYKALNIE PODWYŻSZONEJ ŻAROODPORNOŚCI I ŻAROWYTRZYMAŁOŚCI

1. Nowe zaawansowane lekkie materiały, nanomateriały i nanokompozyty konstrukcyjne o podwyższonych właściwościach mechanicznych, kompozyty o osnowie metalowej ze wzmocnieniem zarówno mikro- jak i nanostrukturalnym zawierające różne lekkie składniki, jak Mg, Al, Ti w zastosowaniach konstrukcyjnych, cieplnych, jak Cu, Al, o niskim współczynniku tarcia, odporne na zużycie, odporne na uderzenia, do zastosowań elektrycznych, jako materiały biokompatybilne i biodegradowalne, nowe materiały o niskiej gęstości i wysokiej wytrzymałości, w tym o ukierunkowanej i/lub gradientowej porowatości wytwarzane z wykorzystaniem reakcji gazowo-eutektycznej w połączeniu z krystalizacją kierunkową, bardzo plastyczne stale i stopy, materiały polimerowe i kompozytowe warstwowe oraz piany o wysokiej wytrzymałości i zmniejszonej masie jednostkowej oraz ich innowacyjne technologie.
2. Nowe zaawansowane lekkie wysokowytrzymałe materiały międzymetaliczne w zakresie aluminidków, krzemków i ciągliwych lantanidków oraz cermetów, nowe nanokrystaliczne wodoroki Mg, Al lub Li o bardzo szybkiej kinetyce absorpcji i desorpcji do magazynowania wodoru, materiały, nanomateriały i nanokompozyty oraz utwardzane wydzieleniowo stopy typu rdzeń-powłoka Al-Li-Sc, Al-Mg-Sc na wysoko wytrzymałe specjalizowane elementy i ich innowacyjne technologie.
3. Technologie zaawansowanych lekkich i nowych litych szkielec metalicznych na bazie Mg, Al, Ti, Fe oraz kompozyty i nanokompozyty o strukturze amorficznej, nanokrystalicznej i krystalicznej do zastosowań na specjalizowane elementy i mikroelementy konstrukcyjne, funkcjonalne, biomedyczne, odporne na zużycie i korozję oraz ich innowacyjne technologie.
4. Technologie zaawansowanych, ultralekkich, nowych struktur komórkowych o osnowie metalowej, polimerowej, ceramicznej i kompozytowej oraz hybrydowych, odpornych na zniszczenie, piany metalowe, konstrukcje mikro- i nanoszkielec, siatkowe oraz hybrydowe, w tym aerożele.
5. Nowe zaawansowane materiały, w tym wieloskładnikowe stopy metali o wysokiej entropii zapewniającej unikatowe właściwości strukturalne i większą stabilność fazową do zastosowań w wysokiej temperaturze, stopy żaroodporne W, Ta, Re, Hf, Nb, Mo, V i platynowców do pracy w najbardziej ekstremalnych wysokotemperaturowych, utleniających i agresywnych środowiskach i do aplikacji termojądrowej oraz nowe metalowo-ceramiczne materiały kompozytowe o unikatowych właściwościach i ich innowacyjne technologie.
6. Technologie nowych zaawansowanych drobnoziarnistych stopów Ti lub Al odkształcanych nadplastycznie oraz stali o wysokiej wytrzymałości typu TRIP, TWIP i TRIPLEX, o strukturze superbainitycznej, nowych stali typu ODS i stali łożyskowych.

7. Technologie nowych zaawansowanych lekkich kompozytów o osnowie polimerowej i hybrydowych o wzmocnieniu włóknistym podwyższających właściwości mechaniczne i zmniejszających masę gotowego wyrobu.

IV. ZAAWANSOWANE MATERIAŁY I NANOMATERIAŁY DLA ENERGII ODNAWIALNEJ, ORAZ DO TRANSFORMOWANIA, MAGAZYNOWANIA I RACJONALIZACJI GOSPODAROWANIA ENERGIĄ

1. Nowe wielofunkcyjne materiały, nanomateriały i nanokompozyty do pozyskiwania, transformowania, magazynowania i racjonalizacji gospodarowania energią, materiały o wysokiej przewodności elektrycznej i cieplnej oraz wysokich własnościach mechanicznych i zwiększonej trwałości eksploatacyjnej.
2. Nowe zaawansowane materiały, nanomateriały i nanokompozyty do wysokowydajnego pozyskiwania energii fotowoltaicznej z wykorzystaniem krzemu mono- i polikrystalicznego oraz materiałów nieorganicznych i organicznych w zakresie wytwarzania ogniw perowskitowych i barwnikowych, z wykorzystaniem polimerów przewodzących oraz pokryć antyrefleksyjnych, zawierających cząstki, cienkie pokrycia, nanorurki węglowe i grafen, cieczy transferujące ciepło, materiały wielofazowe i receptory i ich kombinacje oraz innowacyjne technologie ich wytwarzania.
3. Nowe zaawansowane materiały, nanomateriały i nanokompozyty zapewniające integrację technologii magazynowania energii w sieci elektrycznej w zakresie zastosowania zaawansowanych cząstek funkcjonalnych, włókien, warstw, powłok w celu integracji urządzeń pamięci masowej w sieci elektrycznej oraz poprzez zastosowania kabli o dużej pojemności i nadprzewodników, kabli i akcesoriów wysokiego napięcia, materiałów dla średniego napięcia i akcesoriów elektrycznych, inteligentnych nowych materiałów dla ekstremalnych warunków i obróbki powierzchni istniejących materiałów do ochrony i poprawy działania w kontekście magazynowania energii w sieci elektrycznej oraz nowych kompozytów na bazie miedzi, srebra lub aluminium, zawierających różne odmiany alotropowe węgla, w tym grafen, przeznaczonych dla przemysłu elektrycznego, na materiały rozpraszające ciepło, styki nisko- i wysokonapięciowe, przewody przesyłające energię elektryczną.
4. Nowe zaawansowane materiały, nanomateriały i nanokompozyty zapewniające dobór metod magazynowania energii poprzez transformację energii elektrycznej do nośników energii chemicznej, materiały na trwałe błony wymiany protonowej dużej pojemności, elektrolizery do produkcji wodoru pod ciśnieniem, do stałego przechowywania wodoru w stanie niskiego ciśnienia i bezpośredniej syntezy węglowodorów, na reaktory fotochemicznej dysocjacji wody z wykorzystaniem nowych katalizatorów opartych na zaawansowanych materiałach.

V. WIELOFUNKCYJNE MATERIAŁY I NANOMATERIAŁY KOMPOZYTOWE O OSNOWIE LUB WZMOCNIENIU Z MATERIAŁÓW NANOSTRUKTURALNYCH, W TYM WĘGLOWYCH ORAZ INNYCH NANOWŁÓKIEN, NANODRUTÓW I NANORUREK I ICH TECHNOLOGIE

1. Technologie zaawansowanych wielofunkcyjnych materiałów nanostrukturalnych i nanokompozytowych, w tym o osnowie metalowej, polimerowej i ceramicznej ze wzmocnieniem z różnych rodzajów węglowych materiałów nanostrukturalnych, nanorurek, fulerenów, nanowłókien, grafenu, wraz z rozwojem skali produkcji od laboratoryjnej do przemysłowej ze zwiększeniem poziomu niezawodności i powtarzalności odpowiednich procesów przemysłowych, oraz innych materiałów organicznych i nieorganicznych naturalnych, halozytu i syntezowanych, dwutlenku tytanu, nanodrutów, nanowłókien, nanorurek i innych obiektów nanostrukturalnych, w celu uzyskania wartości dodanej produktów oraz nieoczekiwanych efektów w postaci poprawy właściwości mechanicznych i fizykochemicznych, poprzez wykorzystanie nowych funkcjonalności materialnych i niematerialnych oraz projektowanie i wytwarzanie radykalnie nowych i znacząco rozwojowych produktów o silnie konkurencyjnej przewadze rynkowej.
2. Technologie zaawansowanych wielofunkcyjnych materiałów nanostrukturalnych i nanokompozytowych o osnowie z różnych rodzajów węglowych materiałów nanostrukturalnych, nanorurek, fulerenów, nanowłókien, grafenu, dekorowanych nanokryształami metali szlachetnych w zastosowaniach na nanosensory, z nanoszonymi nanowarstwami kompleksów polimerowych na włókna, w celu osadzania metali na powierzchni i zmiany właściwości powierzchni, cieplnych, bakteriobójczych i katalitycznych, wykorzystania jako reaktorów do polimeryzacji matrycowej, wraz z rozwojem skali produkcji, do zastosowań w nanosensoryce, nanoelektronice, nanokapsulacji leków, w celu uzyskania wartości dodanej produktów, poprzez wykorzystanie nowych funkcjonalności i wytwarzanie radykalnie nowych i super rozwojowych produktów.

VI. ZAAWANSOWANE MATERIAŁY, TECHNOLOGIE I NANOTECHNOLOGIE DLA PRODUKTÓW O WYSOKIEJ WARTOŚCI DODANEJ ORAZ O DUŻYM ZNACZENIU DLA ŁAŃCUCHÓW WARTOŚCI W PRZEMYŚLE WRAZ Z TECHNOLOGIAMI PRZYROSTOWYMI W TYM DRUKU 3D I 4D.

1. Nowe metody wytwarzania, w tym przyrostowe (druk 3D i 4D), m.in. materiałów spiekanych i ceramicznych w tym superdrobnoziarnistych, oraz innowacyjnych produktów wytwarzanych tymi technologiami, metod metalurgii proszków, stopowania mechanicznego i produkcji proszków, w zakresie atomizacji, natryskiwania na zimno, formowania natryskowego i powlekania, innych innowacyjnych technik formowania, przyrostowego formowania blach, formowania wybuchowego lub przez pełzanie, dogęszczania izostatycznego, nowych technologii obróbki i zwiększenie produkcji metali i ich obróbki plastycznej, obróbek dokładnościowych near-net-shape, obróbki cieplnej, cieplno-plastycznej i powierzchniowej, technik łączenia i recyklingu.
2. Nowe technologie przyrostowe, laserowego selektywnego spiekania i topienia oraz druku 3D i 4D wraz z odpowiednimi urządzeniami, nowe innowacyjne materiały lite i porowate, w tym hybrydowe i gradientowe o gradiencie właściwości lub o właściwościach zmieniają-

cych się w zaprojektowany sposób w swej objętości lub anizotropowych, kompozytów warstwowych o składzie zmieniającym się w sposób ciągły, od metalu do ceramiki lub o różnym składzie i właściwościach rdzenia i powierzchni, kompozytów złożonych z materiałów różniących się właściwościami fizycznymi i chemicznymi, temperaturą topnienia, przewodnością cieplną, absorpcyjnością, ze względu na wymagania dotyczące żarowytrzymałości, odporności na ścieranie, zdolności do pasywacji, odporności na korozję, innowacyjnych materiałów z zaprojektowaną geometrycznie strukturą wewnętrzną, wypełnionych konstrukcjami siatkowymi i prętowymi lub warstwowych o specjalnych właściwościach mechanicznych, o kontrolowanej sztywności lub sprężystości, zdolnością tłumienia lub rozpraszania drgań, w stopniu innym niż pozwalają właściwości samego materiału bazowego, materiałów hybrydowych, domieszkowanych objętościowo lub powierzchniowo proszkami różniącymi się wielkością lub składem od materiału bazowego.

3. Innowacyjne technologie wytwarzania produktów jednostkowych, krótkoseryjnych, o nowych funkcjonalnościach, charakteryzujących się złożonym kształtem, o regulowanej porowatości, „inteligentnych” przez integrację z sensorami i efektorami, o krótkim czasie wdrażania do produkcji, wielomateriałowych i z materiałów niemożliwych do wytworzenia innymi technologiami, ze składników o zróżnicowanych przedziałach temperatury topnienia i wrzenia, do zastosowań w różnych działach przemysłu i gospodarki oraz medycynie i ochronie zdrowia.
4. Nowe innowacyjne technologie wytwarzania i przetwórstwa nanokrystalicznych stopów wielofunkcyjnych metodami intensywnego odkształcenia plastycznego przez skręcanie, cykliczne wyciskanie ściskające, wielokrotne kątowe prasowanie kanałowe, hybrydowymi metodami walcowania, wyciskania hydrostatycznego. wyciskania z oscylacyjnie skręcającą matrycą, cyklicznego przeginania i prostowania oraz naprzemiennego kucia w odniesieniu do różnych elementów konstrukcyjnych, poprzez odlewanie pod ciśnieniem z infiltracją, mikroodlewanie i imprinting stopów, kompozytów i litych szkieł metalicznych wykorzystywanych na specjalistyczne elementy mikrouządzeń, zintegrowane mikroukłady elektromechaniczne MEMS oraz nanostrukturalnych matryc i powierzchniowych pokryć hierarchicznych, w Cu, poprzez elektrolityczne osadzanie do stosowania w kotłach, wymiennikach ciepła i rurociągach.
5. Nowe zaawansowane hybrydowe technologie materiałów i produktów końcowych związanych z kształtowaniem nanostruktury i nanofunkcji podczas standardowego procesu produktów lub półproduktów, w dodatkach krystalizujących w nanocząstkach podczas formowania wtryskowego warstwy metalu lub podczas kucia lub samorzutnego tworzenia hierarchicznych struktur podczas nakładania powłok, w celu wytwarzania niestandardowych produktów lub półproduktów z zaawansowanych materiałów, nanopian i nanokompozytów, po zapewnieniu zwiększonego poziomu niezawodności i powtarzalności procesów przemysłowych.
6. Nowe i rozwinięte urządzenia mikrofluidyzacyjne na bazie materiałów polimerowych poprzez druk 3D lub wtryskiwanie materiałów polimerowych lub ceramicznych przy wytwarzaniu mikroprzepływowych zintegrowanych mikroukładów elektromechanicznych MEMS, dla dysz i filtrów, w zastosowaniu na czujniki, systemy lab-on-chip, drukowane materiały biochemiczne, miękkie podłoża na mikro- i nanoaplikacje biologiczne, czujniki biomedyczne i biofizyczne, biokompatybilne lub nietoksyczne rusztowania (skafoldy) dla aktywnego

wzrostu komórek, a także w celu zmniejszenia kosztów szybkiego wytwarzania i prototypowania nowej gamy produktów jednorazowych, gdzie koszty produkcyjne muszą być ograniczone do minimum oraz wykorzystywania ich w praktycznych zastosowaniach po przejściu od skali laboratoryjnej lub małoseryjnej do zastosowań przemysłowych wraz ze zwiększeniem poziomu niezawodności i powtarzalności odpowiednich procesów przemysłowych.

VII. ZAAWANSOWANE MATERIAŁY I NANOMATERIAŁY ORAZ TECHNOLOGIE I NANOTECHNOLOGIE DLA CELÓW MEDYCZNYCH I OCHRONY ZDROWIA ORAZ MATERIAŁY HYBRYDOWE INŻYNIERSKO-BIOLOGICZNE Z UDZIAŁEM ŻYWYCH TKANEK I KOMÓREK

1. Nowe materiały, w tym kompozytowe i nanostrukturalne oraz innowacyjne technologie ich wytwarzania w zakresie technologii przyrostowych i hybrydowych biodegradowalnych materiałów polimerowych o kontrolowanej bioaktywności, hybrydowych struktur włóknistych do zastosowań w medycynie regeneracyjnej, nanokompozytów polimerowych i włókien nanokompozytowych, dla celów medycznych i higienicznych, na innowacyjne urządzenia, instrumenty i wyroby medyczne i dentystyczne do prowadzenia i wspomagania diagnostyki medycznej oraz terapii i metod medycyny regeneracyjnej.
2. Nowe materiały, w tym kompozytowe i nanostrukturalne na wyroby, implanty medyczne i dentystyczne oraz stenty o zróżnicowanym składzie chemicznym i fazowym rdzenia i warstw zewnętrznych oraz anizotropowych właściwościach, biomechanicznych, biokompatybilności, biodegradowalności, regulowanego czasu degradacji oraz materiały nanokompozytowe na porowate rusztowania (skafoldy) do hodowli komórkowych oraz innowacyjne technologie ich wytwarzania metodami przyrostowymi, hybrydowymi i inżynierii powierzchni oraz z udziałem metod inżynierii tkankowej.
3. Nowe materiały, w tym kompozytowe, nanostrukturalne i hybrydowe inżyniersko-biologiczne z udziałem żywych tkanek i komórek na implanty medyczne, w tym dentystyczne, stenty, sztuczne narządy oraz implanty hybrydowe inżyniersko-biologiczne oraz innowacyjne technologie ich wytwarzania metodami przyrostowymi i hybrydowymi.
4. Nowe materiały kompozytowe i nanostrukturalne akceptowalne przez organizm ludzki na nano- i mikroimplanty medyczne, biokompatybilne nanoznaczniki fluorescencyjne, do nanokapsulacji farmaceutyków, do zastosowań w bioobrazowaniu i transporcie leków, do celów diagnostyki i leczenia, umożliwiających utworzenie inteligentnych nanolaboratoriów medycznych i telemedycznych, oraz opracowanie i rozwój innowacyjnych technologii ich wytwarzania.
5. Nowe inteligentne materiały kompozytowe i nanostrukturalne na opatrunki, na wyroby chirurgiczne i higieniczne, umożliwiające dozowanie leków i nanofarmaceutyków, z regulowanym czasem biodegradacji i separacji od podłoża oraz innowacyjne technologie ich wytwarzania.
6. Technologie i nanotechnologie warstw powierzchniowych i nanostrukturalnych specjalnego przeznaczenia na produkty stosowane na instrumentarium medyczne oraz implanty medyczne i dentystyczne, a także w urządzeniach przemysłu spożywczego.

VIII. ZAAWANSOWANE MATERIAŁY I NANOMATERIAŁY ORAZ TECHNOLOGIE I NANOTECHNOLOGIE DO ZASTOSOWAŃ ZWIĄZANYCH Z BEZPIECZEŃSTWEM

1. Technologie nowych zaawansowanych materiałów, nanomateriałów i nanokompozytów polimerowych i hybrydowych o wzmocnieniu włóknistym o podwyższonych właściwościach mechanicznych i obniżonej masie, przy wykorzystaniu przestrzennie uformowanych struktur włóknistych lub uformowanej strukturze przy użyciu techniki druku 3D, wzmacnianych dodatkowo włóknami nieorganicznymi lub organicznymi, zintegrowanych z sensorami, przeznaczonych na Środki Ochrony Indywidualnej i na inteligentną odzież specjalistyczną.
2. Technologie nowych zaawansowanych wielowarstwowych materiałów kompozytowych oraz hybrydowych technologii inżynierii powierzchni z wykorzystaniem technologii laserowych, oraz ceramiczno-metalowych materiałów kompozytowych.
3. Materiały nieiskrzące na narzędzia i części maszyn przeznaczone do pracy w środowisku zagrożonym wybuchem.
4. Materiały o kontrolowanej mikrostrukturze i szczególnych właściwościach mechanicznych predysponujących je do zastosowania w obronności.

IX. WIELOFUNKCYJNE WARSTWY ORAZ NANOWARSTWY OCHRONNE I PRZECIWZUŻYCIOWE ORAZ O SPECJALNYCH WŁASNOŚCIACH FIZYKO-CHEMICZNYCH ORAZ KOMPOZYTY I NANO-KOMPOZYTY PRZESTRZENNE, WARSTWOWE, SAMOORGANIZUJĄCE I SAMONAPRAWIALNE

1. Nowe technologie obróbki powierzchni poprzez kształtowanie powierzchni i nanoszenie warstw m.in. nanostrukturalnych, poprzez fizyczne i chemiczne osadzanie powłok z fazy gazowej (PVD/CVD), implantację jonów oraz pokrywanie ceramiką i cermetami w odniesieniu do materiałów konstrukcyjnych metalowych oraz fizycznego i chemicznego nanoszenia powłok z fazy gazowej, osadzania laserem impulsowym lub przez promieniowanie laserowo-plazmowych źródeł EUV oraz metodą zol-żel i przez osadzanie elektroforetyczne w odniesieniu do materiałów konstrukcyjnych niemetalowych, w zastosowaniu w różnych sektorach przemysłu, w tym głównie maszynowego i elektromaszynowego, oraz nanoszenie powłok polimerowych proszkowych, malowanie i lakierowanie ciekłymi materiałami polimerowymi, cynkowanie ogniowe z dodatkowym wyżarzaniem, nakładanie powłok z folii polimerowych oraz metalizację natryskową, poprzez ablację laserową (PLD), technologie hybrydowe, z udziałem obróbek laserowych, metody nanoszenia powłok gradientowych, fizycznego i chemicznego nanoszenia powłok z fazy gazowej (PVD/ CVD) w odniesieniu do materiałów narzędziowych.
2. Nowe nanotechnologie obróbki powierzchni poprzez nanoszenie pokryć nanostrukturalnych lub nanoteksturyzację powierzchni, w celu zapewnienia zwiększonej odporności na zarysowanie i ścieranie, wysokiej twardości, odporności na zużycie i korozję, barwy lub połysku, na samoczyszczące się powierzchnie budynków, na powłoki tekstyliów technicznych o zwiększonej odporności i właściwościach mechanicznych, na elementy konstrukcyjne maszyn, konstrukcji i środków transportu, w różnych sektorach, w tym w opakowaniowym, morskim, uzdatniania wody, elektronice, budownictwie, motoryzacji, energetyce, w tekstyliach i wyrobach skórzanych oraz wykorzystywania ich w praktycznych zastosowaniach

wraz ze zwiększeniem poziomu niezawodności i powtarzalności odpowiednich procesów przemysłowych.

3. Nowe technologie obróbki powierzchni poprzez kształtowanie powierzchni i nanoszenie warstw m.in. nanostrukturalnych, w tym nanoszenie monowarstw samoorganizujących się, immobilizację, wzornikowanie oraz nanoszenie warstw diamentowych i diamentopodobnych powłok węglowych oraz osadzania elektroforetycznego i sedymentacyjnego, zapewniających dobrą biogodność i odporność antykorozyjną powłok oraz możliwość nanoszenia ich na elementy o bardzo złożonej geometrii, w odniesieniu do wytwarzania innowacyjnych urządzeń, instrumentów i wyrobów medycznych i dentystycznych.
4. Nowe nanotechnologie obróbki powierzchni antybakteryjnych poprzez zastosowanie powłok powierzchniowych lub modyfikację morfologii powierzchni, do zastosowania w szpitalach na powierzchni mebli, sprzętu i urządzeń medycznych, implantów chirurgicznych, jak również w systemach oczyszczania wody, tekstyliach, opakowaniach, przy przechowywaniu żywności i na sprzęcie gospodarstwa domowego oraz wykorzystywania ich w praktycznych zastosowaniach po przejściu od skali laboratoryjnej do zastosowań przemysłowych wraz ze zwiększeniem poziomu niezawodności i powtarzalności odpowiednich procesów przemysłowych.
5. Nowe technologie obróbki powierzchni szkła, elementów mikro- i optoelektronicznych oraz fotowoltaicznych oraz funkcjonalnych produktów wytwarzanych z tych materiałów, poprzez kształtowanie powierzchni i nanoszenie warstw m.in. nanostrukturalnych, poprzez fizyczne i chemiczne osadzanie z fazy gazowej (PVD/CVD), metodę zol-żel, teksturowanie laserowe, wytwarzanie powłok hybrydowych – organiczno-nieorganicznych oraz nowych technologii obróbki powierzchni materiałów polimerowych, włóknistych, poprzez utworzenie powłok gradientowych i samowykształcalnych, polimeryzację in situ, fizyczne i chemiczne osadzanie powłok z fazy gazowej (PVD/CVD), metodę zol-żel, EPD i ALD oraz powierzchniową obróbkę laserową, wraz z coraz szerszym zastosowaniem tych technologii na skalę przemysłową.
6. Nowe i rozwinięte nanotechnologie obróbki powierzchni niepalnych i antyelektrostatycznych poprzez zastosowanie powłok powierzchniowych lub modyfikację morfologii powierzchni, w celu wyeliminowania lub znacznego zmniejszenia gromadzonego ładunku w połączeniu z właściwościami trudnopalnymi, w zastosowaniu w miejscach narażonych na wybuch substancji lotnych, w magazynach, kopalniach i na składowiskach odpadów oraz opakowaniach, przy przechowywaniu substancji lotnych oraz wykorzystywania ich w praktycznych zastosowaniach po przejściu od skali laboratoryjnej do zastosowań przemysłowych wraz ze zwiększeniem poziomu niezawodności i powtarzalności odpowiednich procesów przemysłowych.
7. Nowe wielofunkcyjne zaawansowane kompozyty i nanokompozyty strukturalne, przestrzenne, szkieletowe, warstwowe, o gradientach właściwości, o właściwościach zmieniających się w zaprojektowany sposób w swej objętości lub anizotropowych oraz pian, o osnowie i/lub wzmocnieniu metalowym, polimerowym lub ceramicznym, ukształtowanych przy użyciu laserowego selektywnego spiekania i topienia oraz techniki druku 3D lub przez infiltrację oraz impregnację, o innowacyjnie zaprojektowanej geometrycznej strukturze wewnętrznej 3D, ze wzmocnieniem zarówno mikro- jak i nanostrukturalnym, włóknami nieorganicznymi lub organicznymi, nanomateriałami węglowymi i nanorurkami naturalnymi,

przy wykorzystaniu przestrzennie uformowanych struktur włóknistych, cienkich tekstyliów lub wypełnionych konstrukcjami siatkowymi i prętowymi, o strukturze warstw i struktur bionicznych, typu plastra miodu, o specjalnych właściwościach mechanicznych i fizykochemicznych, o podwyższonej wytrzymałości, izolacyjności cieplnej i akustycznej, odporności na działanie środowiska, uderzenia i pękanie, o niskiej gęstości, oraz innowacyjne technologie ich wytwarzania; materiały bimetalowe/multimetalowe w tym wytwarzane technikami druku 3D.

X. MODELOWANIE STRUKTURY I WŁAŚCIWOŚCI WIELOFUNKCYJNYCH MATERIAŁÓW I KOMPOZYTÓW, W TYM NANOSTRUKTURALNYCH O ZAAWANSOWANYCH WŁAŚCIWOŚCIACH ORAZ METODY KOMPUTEROWEGO WSPOMAGANIA PROJEKTOWANIA I WYTWARZANIA W TYM ZAKRESIE, Z UWZGLĘDNIENIEM ZAGADNIENÍ SYMULACJI I WYKORZYSTANIA IDEI BLIŹNIAKA CYFROWEGO ORAZ WYMOGÓW TRANSFORMACJI DO STADIUM PRZEMYSŁU 5.0 I PROJEKTOWANIA MATERIAŁY 4.0 ORAZ SPOŁECZEŃSTWA 5.0 ZAAWANSOWANEGO INFORMATYCZNIE

1. Komputerowe wspomaganie projektowania, optymalizacji i harmonizacji modelowania i charakteryzacji materiałów, zwłaszcza nowo wprowadzanych zaawansowanych materiałów, nanomateriałów i nanokompozytów, włącznie z modelowaniem w skali atomowej i wieloskalowym, wielotechnikowym, i wysokowydajnym, symulacją mikrostruktury i mikro-mechaniczną, z wykorzystaniem narzędzi wirtualnej rzeczywistości oraz sztucznej inteligencji i metod eksploracji danych, w celu wirtualnego projektowania, wirtualnego przetwarzania i wirtualnego testowania zaawansowanych materiałów do zastosowań technicznych przy dążeniu do zapewnienia eksperymentów o wysokiej przepustowości i obliczeń wielkiej skali oraz reprezentacji wiedzy o materiałach z wykorzystaniem technologii semantycznych.
2. Modelowanie i symulacja zjawisk degradacji i uszkodzenia materiałów w warunkach eksploatacji, w celu predykcji zachowania zaawansowanych materiałów w zastosowaniach technicznych w warunkach wirtualnego testowania.
3. Cyfryzacja rozwoju materiałów w celu przyspieszenia procesów projektowania i rozwoju materiałów, opracowywania nowych hybrydowych obliczeniowo-eksperymentalnych metodologii badawczo-rozwojowych opartych na modelowaniu, symulacji i weryfikacji wirtualnej oraz dostępie do szeroko kolekcjonowanych danych materiałowych oraz procesów podejmowania decyzji w oparciu o rozwój cyfrowego ekosystemu, zapewniającego interoperacyjność między wszystkimi technologiami umożliwiającymi horyzontalne działanie i wykorzystującymi podobieństwa między nimi.
4. Generowanie, dokumentowanie i zapewnianie dostępu do nowych danych i wiedzy materiałowej poprzez opracowanie cyfrowych i innowacyjnych metodologii, w tym modelowania, charakteryzacji, produkcji i testowania, wymiany danych i zarządzania wiedzą oraz zapewnienia niezawodnego i relatywnie łatwego dostępu do tych danych materiałowych i wiedzy o materiałach.