



Politechnika Łódzka



JASTRZĄB

Porozumienie Centrów Badawczych
Bezpieczeństwa i Obronności
Cywilnych Uczelni Technicznych

KOMPETENCJE I PRACE ROZWOJOWE POLITECHNIKI ŁÓDZKIEJ

DO ZASTOSOWAŃ W OBSZARZE OBRONNOŚCI I BEZPIECZEŃSTWA

Wrzesień 2026 r.



Szanowni Państwo,

zapraszamy do zapoznania się z uaktualnionym katalogiem technologii opracowanych w Politechnice Łódzkiej, przeznaczonych do szybkiego wdrożenia na potrzeby bezpieczeństwa i obronności państwa. Technologie te zostały wybrane spośród wielu praktycznych rezultatów badań prowadzonych obecnie na naszej Uczelni. Charakteryzują się one wysokim potencjałem wdrożeniowym i mogą być wykorzystane jako rozwiązania podwójnego zastosowania.

Prezentowane technologie wpisują się w założenia dokumentu „**Priorytetowe kierunki badań naukowych w resorcie obrony narodowej w latach 2021-2035**”, opublikowanego przez Departament Innowacji Ministerstwa Obrony Narodowej RP i stanowią odpowiedź na potrzeby Sił Zbrojnych RP w zakresie wzmacniania krajowych kompetencji badawczych oraz rozwoju nowoczesnych technologii służących bezpieczeństwu państwa.

Obecna sytuacja geopolityczna wymaga intensywnego poszukiwania nowych, innowacyjnych technologii, w szczególności rozwiązań przełomowych, które mogą znaleźć zastosowanie w sektorze obronnym. Technologie takie powstają nie tylko w wojskowych ośrodkach badawczych, lecz również w cywilnych instytucjach naukowych. Dlatego w 2022 roku w Politechnice Łódzkiej powołano **Centrum Badawcze Obronności i Bezpieczeństwa**, któremu powierzono misję integracji zespołów badawczych Uczelni wokół zagadnień związanych z szeroko rozumianą obronnością i bezpieczeństwem.

Znaczący potencjał naukowo-badawczy cywilnych uczelni technicznych w obszarze technologii podwójnego zastosowania skłonił również inne ośrodki akademickie do zacieśnienia współpracy w ramach **Porozumienia Centrów Badawczych Obronności i Bezpieczeństwa Cywilnych Uczelni Technicznych „Jastrząb”**. Obecnie Porozumienie zrzesza siedem uczelni: Politechnikę Białostocką, Politechnikę Poznańską, Politechnikę Łódzką, Politechnikę Śląską, Politechnikę Rzeszowską, Politechnikę Świętokrzyską oraz Politechnikę Warszawską.

Celem Porozumienia „Jastrząb” jest integracja interdyscyplinarnych zespołów badawczych z różnych ośrodków akademickich oraz promowanie nowych, innowacyjnych i przełomowych rozwiązań w obszarze obronności i bezpieczeństwa. Inicjatywa pozostaje otwarta dla wszystkich cywilnych uczelni technicznych w Polsce. Politechnika Łódzka ma zaszczyt przewodniczyć Porozumieniu „Jastrząb” w obecnej kadencji.

Oddając ten katalog w Państwa ręce, wyrażamy nadzieję na nawiązanie nowych oraz rozwijanie istniejących form i pól współpracy naukowo-badawczej, zarówno w relacjach bilateralnych, jak i w ramach Porozumienia „Jastrząb”. Współpraca ta ma służyć szybkiemu wdrażaniu opracowywanych w kraju technologii podwójnego zastosowania, powstających przy dominującym udziale polskiej myśli technicznej, które w istotny sposób przyczynią się do zwiększenia potencjału obronnego państwa.

Zapraszamy do lektury i współpracy.



prof. dr hab. inż. Krzysztof Jóźwik
Rektor Politechniki Łódzkiej



Spis treści

Tekstylia i tekstronika

1. SPARTAN System personalizowanej odzieży ochronnej z aktywnym ogrzewaniem	6
2. Tekstroniczna odzież z wbudowanymi sensorami do monitorowania toksycznych substancji	7
3. Hybrydowa nitka do ochrony przed promieniowaniem elektromagnetycznym	8
4. Kompozytowa bariera przeciwpożarowa 3D	9
5. Tekstylne bariery przeciwuderzeniowe do ochrony infrastruktury krytycznej	10
6. Tekstylna ładowarka do urządzeń elektronicznych	11
7. Inteligentne kamuflaże adaptacyjne w systemach maskowania wojskowego	12
8. Funkcjonalne tekstylia z wykorzystaniem technologii fizycznego osadzania z fazy gazowej (PVD)	13
9. BioProtect Textiles – ekologiczne tekstylia owadobójcze dla ochrony zdrowia i komfortu użytkowników	14
10. Ognioodporne i termoizolacyjne biokompozyty z odnawialnych włókien naturalnych	15

Optoelektronika

11. Energooszczędne systemy podczerwieni do zastosowań zdalnych	16
12. Systemy podczerwieni do zdalnej detekcji i wykrywania gazów	17
13. Systemy podczerwieni do badań nieniszczących kompozytów i struktur wielowarstwowych	18
14. Matryce VCSEL dla systemów LiDAR i skanowania przestrzeni	19
15. Optyczne emitery VCSEL do komunikacji optycznej i transmisji danych	20
16. Powłoki antyodbiciowe do układów optycznych	21
17. Termowizyjny system monitorowania i diagnostyki układów hamulcowych pojazdów wojskowych	22

Elektromagnetyzm - ekrany i detekcja

18. Hybrydowe tekstylne struktury FSS do charaktersytyki pochłaniania promieniowania elektromagnetycznego	23
19. Tekstylne anteny do systemów łączności	24
20. Cienkowarstwowe kompozyty do ekranowania elektromagnetycznego	25
21. Włókiennie-tworzywowe materiały ekranujące promieniowanie elektromagnetyczne	26

Systemy bezzałogowe

22. LUMI_DROP – autonomiczny system dostarczania roju mini-BSP	27
23. Napęd ze zmiennym skokiem śmigła do bezzałogowych statków powietrznych VTOL	28
24. Dron interceptor – niskokosztowa platforma BSP o wysokiej prędkości do obrony przestrzeni powietrznej	29
25. Modułowy chwytak do bezzałogowych statków powietrznych	30
26. Multi Domain Tracking and Localization System (MDTLS)	31
27. Enhanced Vision Localization – system zaawansowanej lokalizacji wizyjnej	32
28. Bezelejowa dmuchawa do systemów ogni paliwowych i lotniczych układów powietrznych	33

Nowe materiały i powłoki

29. Warstwy wysokowytrzymałe do precyzyjnych elementów mechanicznych	34
30. Uszczelnienia elastomerowe niewymagające smarowania	35
31. Wyroby gumowe odporne na działanie ognia i podwyższonej temperatury	36
32. Powłoki niskotarciowe do silników bezzałogowych statków powietrznych	37
33. Powłoki parylenowe do ochrony elektroniki	38
34. Guma do zastosowań w warunkach arktycznych	39
35. Warstwy przeciwzuzyciowe do elementów uzbrojenia i układów napędowych	40
36. Warstwy utwardzające do wysokoobciążonych przekładni i układów napędowych	41

Inżynieria biomedyczna i biotechnologia

37. Materiały opatrunkowe użyteczne w zaopatrywaniu urazów pola walki	42
38. Bioaktywne powłoki do materiałów tekstylnych	43
39. System VR wspomagający terapię zespołu stresu pourazowego (PTSD)	44
40. Musujące pastylki orodyspersyjne z zieloną kawą o przedłużonym działaniu pobudzającym i wspomagającym koncentrację	45
41. Koncentrat żywicy herbacianej do napojów funkcjonalnych	46
42. Platforma preparatów probiotycznych i postbiotycznych	47

1.

SPARTAN System personalizowanej odzieży ochronnej z aktywnym ogrzewaniem

K22 – Katedra Mikroelektroniki i Technik Informatycznych PŁ

Wyzwanie

Długotrwała praca w niskich temperaturach oraz niekorzystnych warunkach atmosferycznych może ograniczać sprawność psychofizyczną personelu. Utrzymanie optymalnego komfortu termicznego ma kluczowe znaczenie dla bezpieczeństwa i efektywności wykonywanych zadań.

Opis technologii

SPARTAN to system personalizowanej odzieży ochronnej z aktywnym ogrzewaniem, wyposażony w inteligentny system zarządzania temperaturą. Rozwiązanie automatycznie dostosowuje parametry ogrzewania do warunków otoczenia oraz potrzeb użytkownika, wspierając realizację zadań w wymagających warunkach środowiskowych.

Przewagi rozwiązania

- inteligentne sterowanie wartością temperatury,
- automatyczne dostosowanie parametrów ogrzewania do warunków użytkowania,
- personalizacja systemu do potrzeb użytkownika,
- integracja z aplikacją mobilną i smartwatchem,

- wykorzystanie sztucznej inteligencji do wspomagania zarządzania systemem,
- technologia zweryfikowana w warunkach rzeczywistej eksploatacji.

Poziom gotowości technologicznej

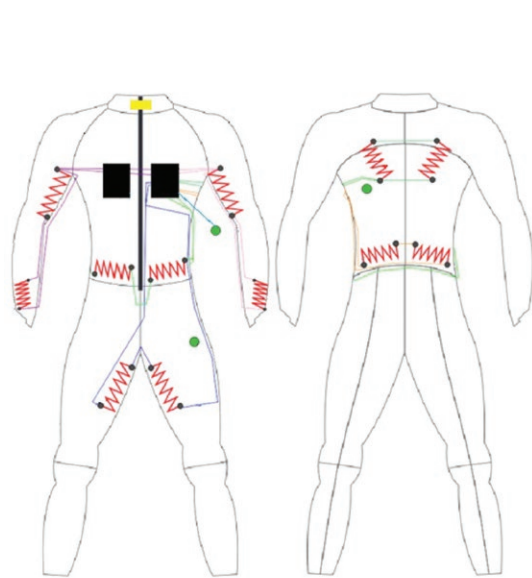
PGT 9 – technologia została wdrożona i zweryfikowana w rzeczywistych warunkach eksploatacji na potrzeby ratowników górskich. Gotowa do adaptacji dla kolejnych grup użytkowników.

Potencjał wdrożeniowy

Technologia umożliwia wdrożenie systemów aktywnego ogrzewania w specjalistycznej odzieży ochronnej oraz ich dostosowanie do wymagań służb mundurowych i ratowniczych.

Wykonawcy

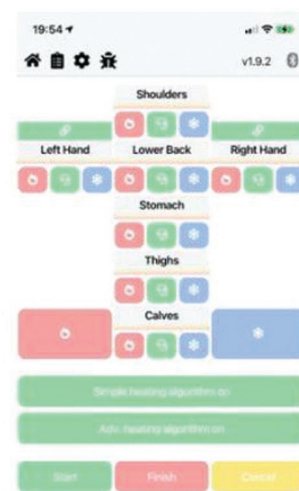
Katedra Mikroelektroniki i Technik Informatycznych Politechniki Łódzkiej, we współpracy z Centralnym Instytutem Ochrony Pracy – Państwowym Instytutem Badawczym oraz firmą PSA Małachowski.



Ogólny schemat rozmieszczenia elementów systemu.



Kombinezon zewnętrzny.



Aplikacja mobilna (z modułem sztucznej inteligencji) sterująca ogrzewaną odzieżą.

2.

Tekstroniczna odzież z wbudowanymi sensorami do monitorowania toksycznych substancji

I41 – Instytut Architektury Tekstyliów PŁ

Wyzwanie

Personel realizujący działania w środowisku zagrożonym obecnością toksycznych substancji wymaga szybkiej i ciągłej informacji o pojawiającym się zagrożeniu. Tradycyjne systemy detekcji często stanowią dodatkowy element wyposażenia, ograniczając mobilność użytkownika.

Opis technologii

Technologia integruje sensory chemiczne z odzieżą ochronną, umożliwiając bieżące monitorowanie obecności toksycznych gazów oraz par cieczy organicznych. Rozwiązanie zapewnia ciągłą kontrolę warunków środowiskowych bez konieczności stosowania dodatkowych urządzeń pomiarowych.

Przewagi rozwiązania

- integracja sensorów z odzieżą ochronną,
- ciągłe monitorowanie środowiska pracy,
- wykrywanie toksycznych gazów i par cieczy organicznych,

- możliwość integracji z systemami monitorowania i alarmowania,
- ergonomiczna konstrukcja niewpływająca na komfort użytkowania.

Poziom gotowości technologicznej

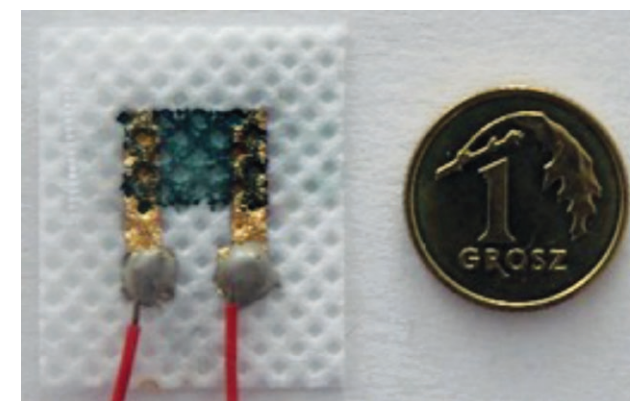
PGT 4 – technologia znajduje się na etapie badań laboratoryjnych. Osiągnięcie PGT 7 planowane jest po opracowaniu i zweryfikowaniu prototypu.

Potencjał wdrożeniowy

Technologia umożliwia integrację sensorów z odzieżą ochronną oraz wyposażeniem wykorzystywanym przez służby mundurowe i ratownicze.

Wykonawca

Instytut Architektury Tekstyliów Politechniki Łódzkiej.



Przykładowy sensor gazu wytworzony za pomocą druku cyfrowego.



Prototyp odzieży roboczej z wymiennym sensorem i układem elektronicznym.

3.

Hybrydowa nitka do ochrony przed promieniowaniem elektromagnetycznym

I42 – Instytut Włókiennictwa PŁ

Wyzwanie

Promieniowanie elektromagnetyczne może zakłócać pracę urządzeń elektronicznych i systemów komunikacyjnych, ograniczając ich niezawodność w zastosowaniach cywilnych i wojskowych. Wymaga to stosowania materiałów zapewniających skuteczne ekranowanie przed promieniowaniem elektromagnetycznym.

Opis technologii

Technologia obejmuje opracowanie hybrydowej nitki według koncepcji konstrukcji nitki ozdobnej, przeznaczonej do wytwarzania tkanin chroniących przed promieniowaniem elektromagnetycznym. Rozwiązanie umożliwia projektowanie tkanin z wykorzystaniem różnych układów wątkowania, zwiększając skuteczność ekranowania elektromagnetycznego.

Przewagi rozwiązania

- nowa koncepcja hybrydowej nitki oparta na konstrukcji nitki ozdobnej,
- możliwość projektowania tkanin z wykorzystaniem różnych układów wątkowania,

- skuteczność ekranowania do 69 dB dla częstotliwości 370 MHz,
- indukcję ładunku elektrycznego wykryto wyłącznie dla częstotliwości 30 MHz,
- skuteczność potwierdzona w badaniach laboratoryjnych.

Poziom gotowości technologicznej

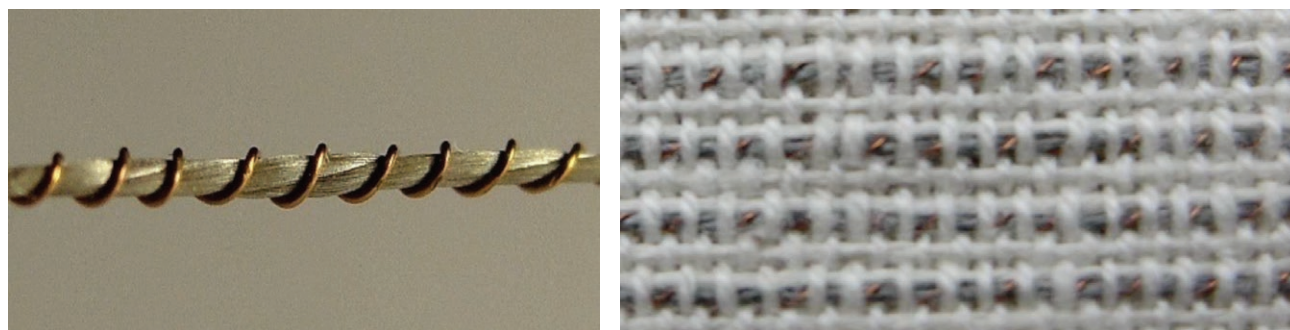
PGT 7 – opracowano i zweryfikowano prototyp technologii w warunkach laboratoryjnych. Docelowy poziom gotowości technologicznej: PGT 9.

Potencjał wdrożeniowy

Technologia umożliwia wytwarzanie tkanin o właściwościach ekranujących do zastosowań w odzieży ochronnej oraz innych rozwiązaniach wymagających ochrony przed promieniowaniem elektromagnetycznym.

Wykonawca

Instytut Włókiennictwa Politechniki Łódzkiej.



Nitka hybrydowa do indukcji elektromagnetycznej.

4.

Kompozytowa bariera przeciwpożarowa 3D

I42 – Instytut Włókiennictwa PŁ

Wyzwanie

Skuteczna ochrona przed rozprzestrzenianiem się pożaru wymaga rozwiązań, które nie tylko stanowią barierę dla ognia, ale również aktywnie wspomagają jego gaszenie. Szczególne znaczenie ma to w ochronie infrastruktury, obiektów użyteczności publicznej oraz zastosowaniach wojskowych i ratowniczych.

Opis technologii

Technologia obejmuje kompozytową barierę przeciwpożarową opartą na działaniu dystansowej 3D o budowie sandwichowej. W strukturze bariery zintegrowano kanały transportujące środek gaśniczy oraz system aktywacji uruchamiany po wykryciu zagrożenia pożarowego. Rozwiązanie łączy funkcję pasywnej bariery przeciwogniowej z aktywnym systemem ograniczającym rozprzestrzenianie się pożaru.

Przewagi rozwiązania

- dzianina dystansowa 3D o budowie sandwichowej,
- zintegrowane kanały transportujące środek gaśniczy,

- automatyczna aktywacja systemu gaśniczego po wykryciu zagrożenia,
- odporność na temperaturę przekraczającą 1200°C,
- budowa umożliwiająca integrację z aktywnym systemem gaśniczym.

Poziom gotowości technologicznej

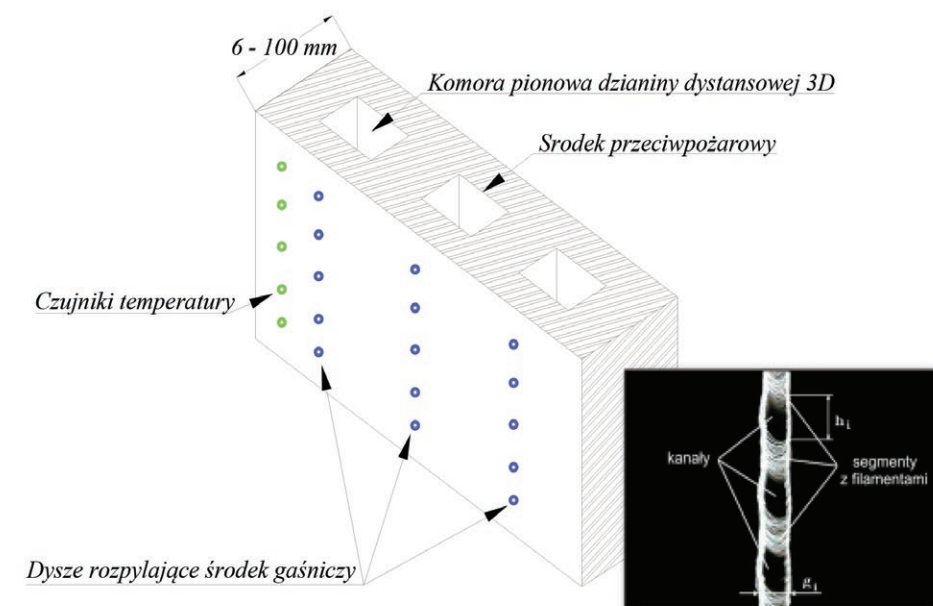
PGT 3 – rozpoczęto realizację projektu badawczego. Osiągnięcie PGT 4 planowane jest po zakończeniu pierwszego etapu badań.

Potencjał wdrożeniowy

Technologia umożliwia tworzenie lekkich, mobilnych barier przeciwpożarowych do ochrony infrastruktury, obiektów tymczasowych oraz wydzielania stref bezpieczeństwa podczas działań ratowniczych i wojskowych.

Wykonawca

Instytut Włókiennictwa Politechniki Łódzkiej.



BARIERA PRZECIWOPOŻAROWA

Schemat ideowy aktywnej bariery tekstylnej 3D przeciwogniowej.

5.

Tekstylne bariery przeciwwuderzeniowe do ochrony infrastruktury krytycznej

I42 – Instytut Włókiennictwa PŁ

Wyzwanie

Współczesne zagrożenia dla infrastruktury krytycznej oraz obiektów wojskowych i cywilnych wymagają nowych rozwiązań ograniczających skutki uderzeń pojazdów i obiektów latających, w tym bezzałogowych statków powietrznych (BSP).

Opis technologii

Technologia obejmuje wielowarstwowe bariery przeciwwuderzeniowe wykonane z tekstylnych siatek z nitok i lin. Dzięki wielowarstwowej konstrukcji bariery skutecznie pochłaniają energię uderzenia, stanowiąc lekką alternatywę dla klasycznych barier stalowych.

Przewagi rozwiązania

- wielowarstwowa konstrukcja z tekstylnych siatek dzianych,
- ponad **7-krotnie** wyższa wytrzymałość dynamiczna w porównaniu z siatkami stalowymi,

- zdolność pochłaniania energii uderzenia do **7 000 kJ**,
- możliwość zatrzymania pojazdu o masie **10 ton** poruszającego się z prędkością **120 km/h**,
- odporność na korozję chemiczną i biologiczną.

Poziom gotowości technologicznej

PGT 3 – rozpoczęto realizację projektu badawczego. Osiągnięcie **PGT 4** planowane jest po zakończeniu pierwszego etapu badań.

Potencjał wdrożeniowy

Technologia umożliwia tworzenie lekkich barier ochronnych do zabezpieczania infrastruktury krytycznej oraz obiektów wojskowych i cywilnych przed uderzeniami pojazdów i bezzałogowych statków powietrznych.

Wykonawca

Instytut Włókiennictwa Politechniki Łódzkiej.

6.

Tekstylna ładowarka do urządzeń elektronicznych

I42 – Instytut Włókiennictwa PŁ

Wyzwanie

Rosnąca liczba przenośnych urządzeń elektronicznych oraz indywidualnego wyposażenia elektronicznego użytkownika wymaga zapewnienia niezależnych źródeł zasilania, ograniczających konieczność stosowania klasycznych baterii i podręcznych akumulatorów.

Opis technologii

Technologia wykorzystuje tekstylną strukturę wykonaną z hybrydowej nitki z elementem ferromagnetycznym i nitką elektroprzewodzącą, umożliwiając pozyskiwanie energii elektrycznej w procesie indukcji elektromagnetycznej. Energia może być pozyskiwana zarówno z pól elektromagnetycznych obecnych w otoczeniu (m.in. GSM, Wi-Fi i nadajników radiowych), jak i z pola elektromagnetycznego generowanego przez ruch magnesów trwałych zintegrowanych z odzieżą lub wyposażeniem użytkownika.

Przewagi rozwiązania

- hybrydowa nitka łącząca element ferromagnetyczny z nitką elektroprzewodzącą,
- pozyskiwanie energii z pól elektromagnetycznych obecnych w otoczeniu,
- możliwość pozyskiwania energii podczas ruchu użytkownika z wykorzystaniem magnesów trwałych,
- integracja z odzieżą oraz wyposażeniem użytkownika,
- zasilanie przenośnych urządzeń elektronicznych bez konieczności stosowania klasycznych baterii lub podręcznych akumulatorów.

Poziom gotowości technologicznej

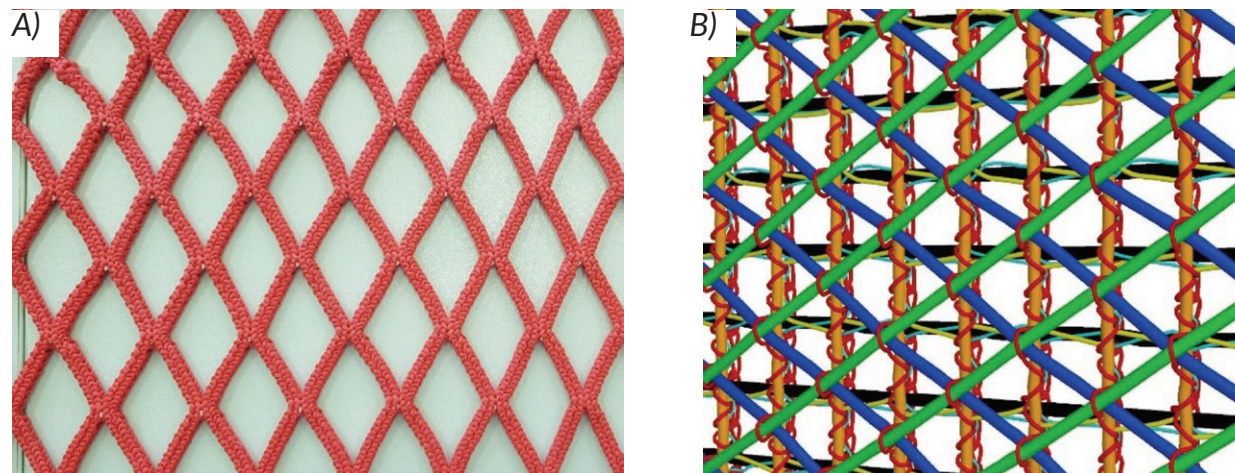
PGT 4 – opracowano prototyp tekstylnej ładowarki i potwierdzono możliwość realizacji założonych funkcji w warunkach laboratoryjnych.

Potencjał wdrożeniowy

Technologia umożliwia integrację tekstylnych układów pozyskiwania energii z odzieżą oraz wyposażeniem użytkownika, zapewniając zasilanie przenośnych urządzeń elektronicznych oraz elementów indywidualnego wyposażenia elektronicznego.

Wykonawca

Instytut Włókiennictwa Politechniki Łódzkiej.



Przykłady struktur siatkowych barier przeciwwuderzeniowych:

- A) bariera rzeczywista z układem wzmacnień dwuosiowych,
B) bariera z układem wzmacnień czterosiowych.

7.

Inteligentne kamuflaże adaptacyjne w systemach maskowania wojskowego

K41 – Katedra Inżynierii Mechanicznej, Informatyki Technicznej i Chemii Materiałów Polimerowych PŁ

Wyzwanie

Tradycyjne kamuflaże opierają się na statycznym wzorze, który traci skuteczność w zmieniających się warunkach środowiskowych oraz wobec nowoczesnych systemów rozpoznania i detekcji. Opracowanie materiałów zdolnych do adaptacyjnej zmiany właściwości optycznych może znacząco zwiększyć skuteczność maskowania i bezpieczeństwo użytkownika.

Opis technologii

Technologia umożliwia wytwarzanie materiałów kamuflujących zdolnych do dynamicznej zmiany barwy pod wpływem promieniowania UV oraz temperatury. Efekt uzyskano poprzez połączenie tradycyjnych metod barwienia wyrobów włókienniczych z techniką druku warstwowego wykorzystującą sitodruk oraz pigmenty foto- i termochromowe.

Przewagi rozwiązania

- Inteligentne dostosowanie kamuflażu do zmieniających się warunków środowiskowych,

- zwiększenie skuteczności maskowania i utrzymanie przewagi taktycznej w dynamicznym środowisku działań,
- ograniczenie ryzyka wykrycia przez nowoczesne systemy rozpoznania i detekcji.

Poziom gotowości technologicznej

PGT 3 – rozpoczęcie projektu badawczego.

Osiągnięcie PGT 5 planowane jest po zakończeniu pierwszego etapu badań oraz PGT 7 po wykonaniu prototypów i przeprowadzeniu badań poligonowych.

Potencjał wdrożeniowy

Technologia umożliwia opracowanie adaptacyjnych materiałów kamuflujących dla odzieży wojskowej oraz specjalistycznej odzieży wykorzystywanej przez służby mundurowe.

Wykonawcy

Katedra Inżynierii Mechanicznej, Informatyki Technicznej i Chemii Materiałów Polimerowych Politechniki Łódzkiej.

8.

Funkcjonalne tekstylna z wykorzystaniem technologii fizycznego osadzania z fazy gazowej (PVD)

I42 – Instytut Włókiennictwa PŁ

Wyzwanie

Zróżnicowana budowa materiałów włókienniczych – wynikająca z rodzaju wyrobu, splotu, masy powierzchniowej oraz rodzaju zastosowanego surowca – wpływa na możliwość uzyskania ciągłych i stabilnych cienkich warstw funkcjonalnych. Opracowanie technologii umożliwiającej skuteczne nanoszenie powłok na materiały o różnej strukturze jest kluczowe dla rozwoju nowoczesnych tekstyliów funkcjonalnych.

Opis technologii

Technologia umożliwia funkcjonalizację materiałów tekstylnych poprzez nanoszenie cienkich warstw z wykorzystaniem metod fizycznego osadzania z fazy gazowej (PVD), w szczególności rozpylania magnetronowego. Opracowywane rozwiązanie pozwala nadawać tekstyliom właściwości elektroprowadzące, ekranujące promieniowanie elektromagnetyczne i przeciwdrobnoustrojowe oraz wykorzystywać je jako elementy grzejne lub czujniki.

Przewagi rozwiązania

- możliwość nanoszenia cienkich warstw funkcjonalnych bez istotnego wpływu na właściwości użytkowe materiałów tekstylnych,
- możliwość nadawania materiałom tekstylnym nowych funkcjonalności,
- zastosowanie jednej technologii do wytwarzania materiałów o różnych funkcjach,
- szerokie możliwości wykorzystania w inteligentnych tekstyliach, odzieży ochronnej, elektronice ubieralnej i tekstyliach technicznych.

Poziom gotowości technologicznej

PGT 2 – rozwiązanie bazuje na dostępnej infrastrukturze badawczej oraz doświadczeniu zespołu w nanoszeniu przewodzących powłok na materiały tekstylne metodami fizycznego osadzania z fazy gazowej, w tym rozpylania magnetronowego. Dalsze prace obejmą opracowanie parametrów procesu dla różnych rodzajów materiałów włókienniczych oraz wykonanie i walidację prototypowych tekstyliów funkcjonalnych.

Potencjał wdrożeniowy

Technologia może znaleźć zastosowanie w produkcji inteligentnych tekstyliów, odzieży ochronnej, elektroniki ubieralnej, wyrobów medycznych, tekstyliów technicznych oraz komponentów dla przemysłu motoryzacyjnego i lotniczego.

Wykonawca

Instytut Włókiennictwa Politechniki Łódzkiej.



0 J/cm² 0.01 J/cm² 0.5 J/cm²



Żołnierz w mundurze kamuflującym w warunkach leśnych oraz przykład zmian barwy tekstyliów pokrytych pigmentem foto-chromowym po zaabsorbowaniu różnych dawek promieniowania UV.

9.

BioProtect Textiles – ekologiczne tekstylia owadobójcze dla ochrony zdrowia i komfortu użytkowników

I42 – Instytut Włókiennictwa PŁ

Wyzwanie

Podczas działań wojskowych, pracy terenowej oraz aktywności na świeżym powietrzu użytkownicy są narażeni na ukąszenia komarów, które obniżają komfort funkcjonowania i mogą zwiększać ryzyko chorób przenoszonych przez owady. Stosowane na skórę repelenty wymagają regularnego ponawiania aplikacji i zapewniają ochronę przez ograniczony czas. Potrzebne są tekstylia zapewniające długotrwałe działanie odstraszające, zintegrowane bezpośrednio z elementami ubioru.

Opis technologii

Technologia obejmuje funkcjonalizację włókien we włókninach polilaktydowych z wykorzystaniem nowoczesnych nośników substancji aktywnych, umożliwiających kontrolowane uwalnianie naturalnego czynnika odstraszającego komary. Rozwiązanie pozwala na wprowadzenie substancji aktywnej do struktury biodegradowalnej włókniny i jej stopniową emisję podczas użytkowania.

Opracowany prototyp jest przeznaczony przede wszystkim do ochrony przed komarami. Technologia może być stosowana w tekstylnych elementach ubioru, zapewniając prostą w użyciu ochronę bez konieczności nanoszenia repelentów bezpośrednio na skórę.

Przewagi rozwiązania

- potwierdzone ukierunkowanie działania na odstraszanie komarów,
- kontrolowane uwalnianie substancji aktywnej,
- wydłużony czas działania repelencyjnego, w porównaniu do tradycyjnych środków,
- ograniczenie konieczności częstego stosowania repelentów na skórę,
- możliwość integracji z tekstylnymi elementami ubioru,
- możliwość rozszerzenia zastosowania na inne owady po przeprowadzeniu odpowiednich badań.

Poziom gotowości technologicznej

PGT 6 – opracowano prototyp tekstylnego rozwiązania repelencyjnego przeznaczonego do ochrony przed komarami. Dalsze prace obejmują poszerzenie skali testów, potwierdzenie skuteczności w warunkach terenowych, ocenę trwałości działania podczas użytkowania oraz przeskalowanie technologii wprowadzania substancji aktywnej do struktury włókniny.

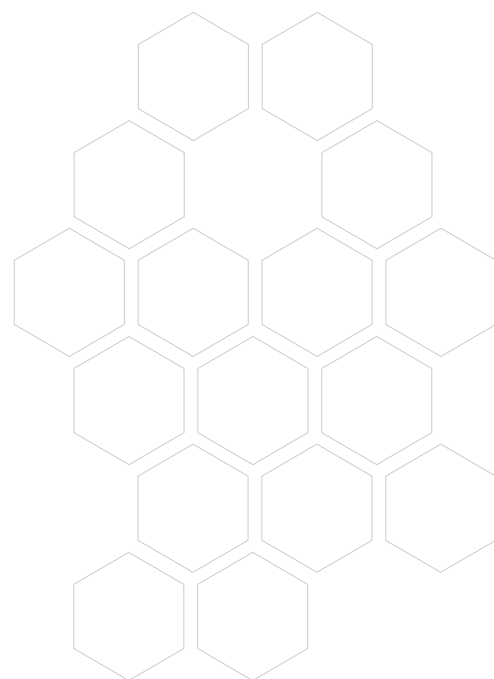
Potencjał wdrożeniowy

Technologia może znaleźć zastosowanie w produkcji odzieży i tekstylnych elementów ochronnych dla żołnierzy i funkcjonariuszy służb mundurowych, pracowników rolnictwa, leśnictwa, ochrony środowiska i budownictwa infrastrukturalnego, turystów, podróżników, miłośników trekkingu, biwakowania i wędkarstwa, innych osób długo przebywających na terenach o wysokiej aktywności komarów.

Po przeprowadzeniu dodatkowych badań rozwiązanie może zostać dostosowane również do ochrony przed innymi gatunkami owadów.

Wykonawcy

Instytut Włókiennictwa Politechniki Łódzkiej we współpracy z zagranicznym laboratorium hodowli owadów.



10.

Ognioodporne i termoizolacyjne biokompozyty z odnawialnych włókien naturalnych

I41 – Instytut Architektury Tekstyliów PŁ

Wyzwanie

Rosnące zapotrzebowanie na materiały wytwarzane z surowców odnawialnych sprawia, że poszukiwane są rozwiązania, które łączą ograniczony wpływ na środowisko ze specjalistycznymi właściwościami użytkowymi. Szczególnym wyzwaniem jest opracowanie lekkich biokompozytów, które przy wykorzystaniu włókien naturalnych zapewnią odporność ogniową, izolacyjność termiczną oraz odpowiednią wytrzymałość mechaniczną. Takie materiały mogą zastępować tradycyjne komponenty m.in. w konstrukcjach lotniczych, pojazdach, budownictwie i elementach dronów, takich jak osłony silników stosowane w działaniach przeciwpożarowych.

Opis technologii

Technologia obejmuje opracowanie biokompozytów na bazie odnawialnych włókien naturalnych, takich jak len, konopie i wełna. Odpowiedni dobór włókien, matrycy oraz procesu wytwarzania pozwala uzyskać materiały o podwyższonej odporności ogniowej i właściwościach termoizolacyjnych bez stosowania dodatkowych chemicznych środków modyfikujących. Rozwiązanie przeznaczone jest do zastosowań wymagających lekkich materiałów konstrukcyjnych o wysokich parametrach użytkowych, m.in. elementów bezałogowych statków powietrznych wykorzystywanych w działaniach przeciwpożarowych.

Przewagi rozwiązania

- połączenie odporności ogniowej, izolacyjności termicznej i dobrych właściwości mechanicznych przy zachowaniu niewielkiej masy,

- wykorzystanie odnawialnych włókien naturalnych,
- możliwość ograniczenia stosowania chemicznych środków modyfikujących,
- zgodność z założeniami gospodarki o obiegu zamkniętym i potencjał recyklingu.

Poziom gotowości technologicznej

PGT 3 – opracowano wstępną koncepcję biokompozytów oraz potwierdzono ich kluczowe właściwości na poziomie badań materiałowych. Kolejne etapy obejmują opracowanie prototypów, ich walidację oraz testy aplikacyjne prowadzące do osiągnięcia PGT 7.

Potencjał wdrożeniowy

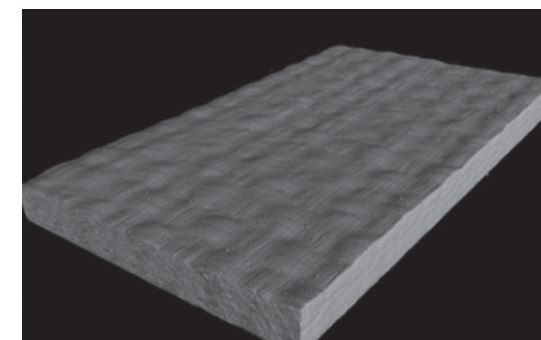
Technologia może znaleźć zastosowanie w branży lotniczej i bezałogowych systemach powietrznych, w tym do elementów dronów wykorzystywanych w działaniach przeciwpożarowych, a także w przemyśle transportowym, motoryzacyjnym i budowlanym oraz wszędzie tam, gdzie wymagane są lekkie materiały o wysokiej odporności ogniowej, właściwościach termoizolacyjnych i dobrych parametrach mechanicznych.

Wykonawca

Instytut Architektury Tekstyliów Politechniki Łódzkiej.



Osłona silnika drona.



Kompozyt wzmocniony włóknami naturalnymi.

11.

Energooszczędne systemy podczerwieni do zastosowań zdalnych

I23 – Instytut Elektroniki PŁ

Wyzwanie

Systemy podczerwieni stosowane w platformach zdalnych i autonomicznych muszą zapewniać wysoką czułość i rozdzielczość przy jednoczesnym ograniczeniu poboru energii, masy i gabarytów. Jest to szczególnie istotne w jednostkach bezzałogowych, gdzie dostępna energia bezpośrednio wpływa na czas realizacji misji.

Opis technologii

Technologia obejmuje energooszczędne systemy pracujące w podczerwieni, przeznaczone do integracji z jednostkami bezzałogowymi. Istotą rozwiązania jest osiągnięcie założonej czułości i rozdzielczości systemów radiacyjnych przy obniżonej mocy zasilania, z zachowaniem niewielkiej masy i gabarytów urządzeń.

Przewagi rozwiązania

- zachowanie wysokiej czułości i rozdzielczości przy obniżonym poborze mocy,
- niewielka masa i kompaktowa konstrukcja umożliwiająca integrację z platformami bezzałogowymi,
- możliwość współpracy z innymi systemami detekcyjnymi,

- odporność na przeciążenia i uszkodzenia mechaniczne.

Poziom gotowości technologicznej

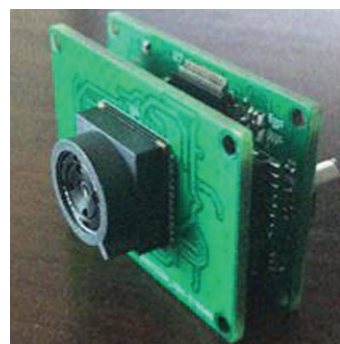
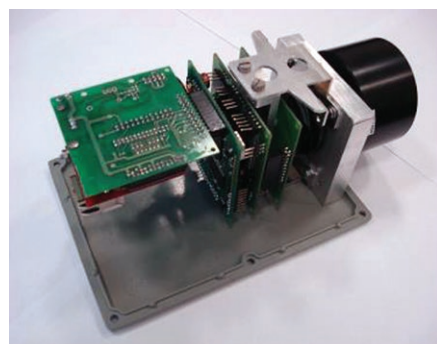
PGT 5 – opracowano kamery termowizyjne i systemy pirometryczne wykorzystywane m.in. w badaniach medycznych, badaniach nieniszczących oraz detekcji gazów z wykorzystaniem detektorów kwantowych i bolometrycznych (MCT, VOx i aSi) o rozdzielczościach do **640×480 pikseli**. Technologia wymaga adaptacji elektroniki, optyki, oprogramowania i mechaniki do zastosowań w obszarze obronności i bezpieczeństwa.

Potencjał wdrożeniowy

Technologia umożliwia opracowanie energooszczędnych systemów podczerwieni dla platform bezzałogowych, zdalnych systemów obserwacji oraz specjalistycznych systemów detekcji.

Wykonawca

Instytut Elektroniki Politechniki Łódzkiej.



Kamery termowizyjne (VOx, aSi) opracowane w Instytucie Elektroniki Politechniki Łódzkiej.



12.

Systemy podczerwieni do zdalnej detekcji i wykrywania gazów

I23 – Instytut Elektroniki PŁ

Wyzwanie

Szybkie wykrywanie wycieków gazów toksycznych i wybuchowych ma kluczowe znaczenie dla bezpieczeństwa infrastruktury krytycznej oraz działań ratowniczych i wojskowych. Zdalna detekcja zagrożeń pozwala ograniczyć ryzyko dla personelu oraz zwiększyć skuteczność monitorowania obszarów niebezpiecznych.

Opis technologii

Technologia obejmuje systemy podczerwieni wykorzystujące spektrometryczne obrazowanie z filtrami interferencyjnymi do zdalnej detekcji i identyfikacji wybranych gazów w zakresie promieniowania podczerwonego o długości fali 3–16 μm . Rozwiązanie wykorzystuje detektory bolometryczne VOx oraz detektory chłodzone pracujące w zakresach MWIR i LWIR, umożliwiając identyfikację gazów na podstawie ich charakterystycznych sygnatur spektralnych.

Przewagi rozwiązania

- zdalna detekcja gazów bez konieczności bezpośredniego dostępu do źródła wycieku,
- możliwość identyfikacji wybranych gazów toksycznych i wybuchowych,

- możliwość integracji z mobilnymi platformami bezzałogowymi,
- zwiększenie bezpieczeństwa działań prowadzonych w strefach zagrożenia.

Poziom gotowości technologicznej

PGT 5 – opracowano bolometryczną kamerę termowizyjną VOx 640 × 480 pracującą w zakresie 3–16 μm wraz z oprogramowaniem. Technologia wymaga adaptacji oprogramowania oraz przeprowadzenia badań poligonowych.

Potencjał wdrożeniowy

Technologia umożliwia opracowanie mobilnych systemów zdalnej detekcji gazów dla jednostek bezzałogowych oraz systemów monitorowania infrastruktury krytycznej, obiektów przemysłowych i stref zagrożenia.

Wykonawca

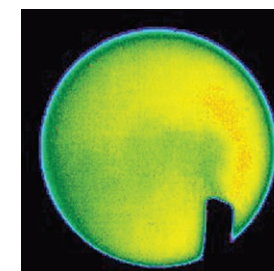
Instytut Elektroniki Politechniki Łódzkiej.



Kamera VOx 3-16 μm



Propan-butan



Dwutlenek węgla



Amoniak

Szerokopasmowa kamera termowizyjna (VOx 3-16 μm) opracowana w Instytucie Elektroniki Politechniki Łódzkiej i przykłady detekcji gazów.

13.

Systemy podczerwieni do badań nieniszczących kompozytów i struktur wielowarstwowych

I23 – Instytut Elektroniki PŁ

Wyzwanie

Ocena stanu technicznego kompozytów i struktur wielowarstwowych wymaga metod umożliwiających wykrywanie defektów wewnętrznych bez uszkodzania badanego obiektu. Szczególne znaczenie ma szybka diagnostyka konstrukcji wykorzystywanych w przemyśle, obronności i systemach bezpieczeństwa, np. kamizelek kuloodpornych, hełmów, itp.

Opis technologii

Technologia wykorzystuje termowizyjne badania nieniszczące do wykrywania defektów, rozwarstwień i niejednorodności materiałowych. Analiza zmian temperatury w czasie, realizowana z wykorzystaniem czułej głowicy termowizyjnej oraz dedykowanego oprogramowania, umożliwia ocenę stanu materiałów i konstrukcji bez ingerencji w ich strukturę.

Przewagi rozwiązania

- bezinwazyjna diagnostyka kompozytów i struktur wielowarstwowych,
- wykrywanie defektów niewidocznych na powierzchni materiału,
- możliwość prowadzenia badań podczas normalnej eksploatacji obiektu,

- diagnostyka ruchomych elementów maszyn oraz środków ochrony indywidualnej, w tym kamizelek kuloodpornych.

Poziom gotowości technologicznej

PGT 5 – opracowano termowizyjne systemy badań nieniszczących wraz z dedykowanym oprogramowaniem dla różnych zastosowań, m.in. w budownictwie (również z możliwością zastosowania w infrastrukturze krytycznej) w ochronie zabytków i medycynie.

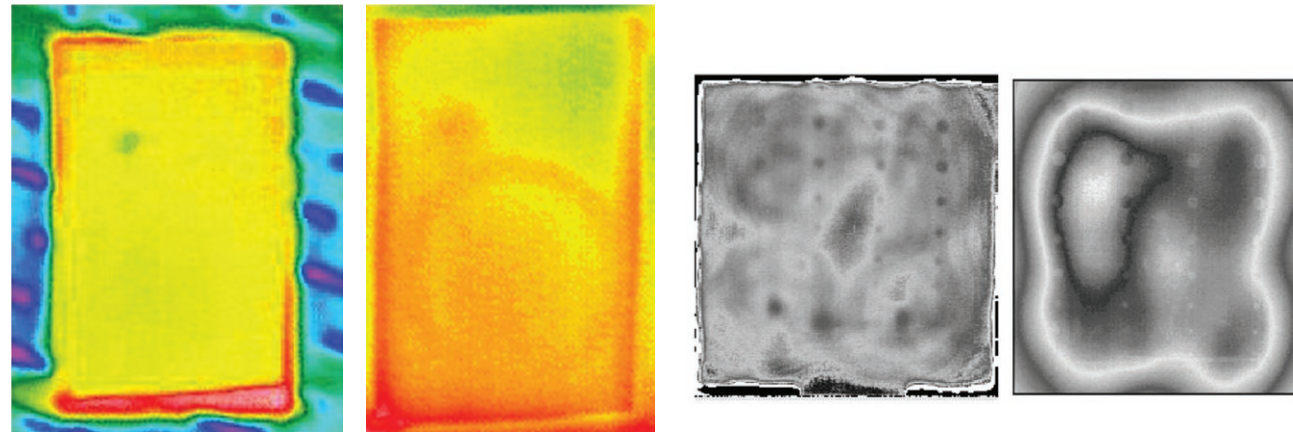
Technologia wymaga adaptacji do zastosowań w obszarze obronności i bezpieczeństwa.

Potencjał wdrożeniowy

Technologia znajduje zastosowanie w kontroli jakości kompozytów i struktur wielowarstwowych wykorzystywanych przez producentów sprzętu wojskowego, statków bezzałogowych, amunicji oraz środków ochrony indywidualnej.

Wykonawca

Instytut Elektroniki Politechniki Łódzkiej.



Wykrywanie podpowierzchniowych defektów i niejednorodności materiałowych.

14.

Matryce VCSEL dla systemów LiDAR i skanowania przestrzeni

I71 – Instytut Fizyki PŁ

Wyzwanie

Nowoczesne systemy LiDAR, skanowania przestrzeni i autonomicznej percepcji wymagają kompaktowych, energooszczędnych źródeł promieniowania bliskiej podczerwieni, które można łatwo integrować z urządzeniami pomiarowymi i obserwacyjnymi. Kluczowe znaczenie ma możliwość zwiększania mocy optycznej bez istotnego zwiększania rozmiarów układu.

Opis technologii

Technologia obejmuje dwuwymiarowe matryce półprzewodnikowych laserów o emisji powierzchniowej (VCSEL), stanowiące kompaktowe źródło promieniowania bliskiej podczerwieni (760–1060 nm). Rozwiązanie nie stanowi kompletnego systemu optoelektronicznego, lecz kluczowy komponent emisyjny przeznaczony do integracji z optyką, detektorami, elektroniką sterującą oraz oprogramowaniem partnerów systemowych.

Przewagi rozwiązania

- miniaturowa i energooszczędna konstrukcja źródła światła,
- możliwość skalowania mocy poprzez zwiększanie liczby emiterów,

- łatwa integracja z nowoczesnymi systemami optoelektronicznymi,
- możliwość budowy kompaktowych modułów dla platform mobilnych i bezzałogowych.

Poziom gotowości technologicznej

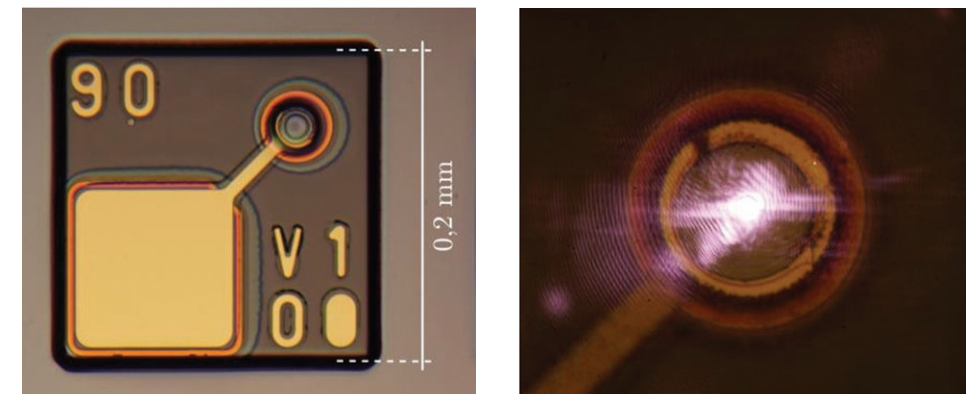
PGT 6 – opracowano matryce VCSEL emitujące promieniowanie o długości fali **850 nm** i mocy do **2 W** oraz demonstratory pracujące w zakresie **760–1060 nm**. Dla matryc o innych długościach fal i większych mocach technologia znajduje się na poziomie **PGT 5**.

Potencjał wdrożeniowy

Technologia może zostać wdrożona przez producentów modułów LiDAR, systemów skanowania przestrzeni, platform bezzałogowych, robotów mobilnych oraz systemów autonomicznych wykorzystujących promieniowanie bliskiej podczerwieni.

Wykonawca

Instytut Fizyki Politechniki Łódzkiej.



Z lewej zdjęcie pojedynczego lasera VCSEL, z prawej zdjęcie obszaru emitującego światło. Widoczna emisja w okolicy progu akcji laserowej.

15.

Optyczne emitery VCSEL do komunikacji optycznej i transmisji danych

I71 – Instytut Fizyki PŁ

Wyzwanie

Nowoczesne systemy komunikacji wymagają szybkiej i bezpiecznej transmisji danych przy jednoczesnym ograniczeniu wymiarów oraz poboru energii urządzeń.

Opis technologii

Technologia obejmuje półprzewodnikowe lasery o emisji powierzchniowej (VCSEL), emitujące promieniowanie w paśmie bliskiej podczerwieni (760–1060 nm), przeznaczone do optycznej transmisji danych. Rozwiązanie stanowi komponent emisyjny integrowany z systemami komunikacji optycznej, zapewniając wysoką szybkość transmisji danych przy niewielkich wymiarach układu i niskim poborze energii.

Przewagi rozwiązania

- wysoka częstotliwość modulacji sygnału (powyżej 20 GHz),
- miniaturowa i energooszczędna konstrukcja,
- możliwość integracji z kompaktową elektroniką i platformami mobilnymi,
- odporność transmisji światłowodowej na zakłócenia elektromagnetyczne.

Poziom gotowości technologicznej

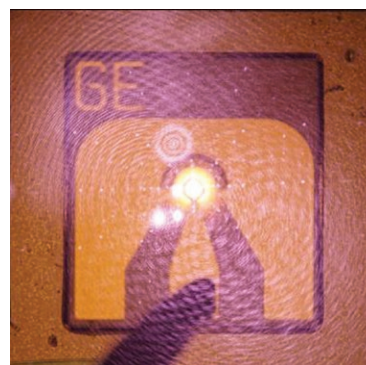
PGT 6 – opracowano półprzewodnikowe lasery VCSEL o długości fali 850 nm, sprawności do 40% i mocy do 1 W oraz demonstratory laserów do transmisji danych o paśmie przenoszenia 11 GHz. Dla wybranych długości fali i częstotliwości modulacji powyżej 20 GHz technologia znajduje się na poziomie **PGT 5**.

Potencjał wdrożeniowy

Technologia może zostać wdrożona przez producentów systemów komunikacji optycznej, platform bezzałogowych, satelitów oraz systemów autonomicznych wykonywujących optyczną transmisję danych.

Wykonawca

Instytut Fizyki Politechniki Łódzkiej.



Zdjęcie lasera poniżej progu emisji laserowej (z lewej) i powyżej progu (z prawej).

16.

Powłoki antyodbiciowe do układów optycznych

I11 – Instytut Inżynierii Materiałowej PŁ

Wyzwanie

Skuteczność systemów obserwacyjnych, celowniczych i optoelektronicznych zależy od maksymalnego wykorzystania światła przechodzącego przez układy optyczne. Odbicia od powierzchni elementów optycznych powodują straty światła, obniżając jakość obrazu oraz skuteczność działania urządzeń.

Opis technologii

Technologia obejmuje cienkowarstwowe powłoki antyodbiciowe przeznaczone do nanoszenia na soczewki oraz inne elementy optyczne. Powłoki ograniczają straty światła wynikające z odbić powierzchniowych, zwiększając transmisję promieniowania i poprawiając parametry pracy układów optycznych.

Przewagi rozwiązania

- zwiększenie transmisji światła przez elementy optyczne,
- poprawa jakości obrazu i skuteczności systemów obserwacyjnych,
- możliwość zastosowania w różnych układach optycznych.

Poziom gotowości technologicznej

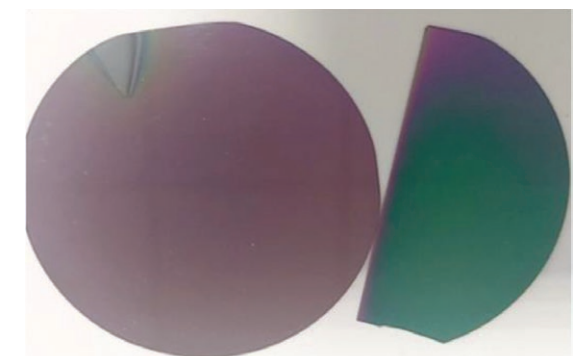
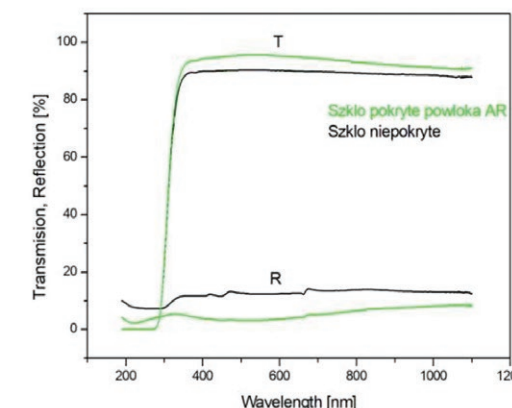
PGT 6 – opracowano technologię nanoszenia cienkowarstwowych powłok antyodbiciowych oraz projekty powłok przeznaczonych do elementów optycznych. Technologia wymaga wdrożenia przemysłowego dla zastosowań militarnych.

Potencjał wdrożeniowy

Technologia może zostać wdrożona przez producentów układów optycznych wykorzystywanych w systemach obserwacyjnych, celowniczych i optoelektronicznych.

Wykonawca

Instytut Inżynierii Materiałowej Politechniki Łódzkiej.



Widmo transmisji (T) i odbicia (R) światła widzialnego dla szkła niepokrytego i niepokrytego powłoką antyodbiciową. Fotografie powłok naniesionych na podłoża krzemowe (Si).

17.

Termowizyjny system monitorowania i diagnostyki układów hamulcowych pojazdów wojskowych

I82 – Instytut Zarządzania PŁ

Wyzwanie

Niewykryte uszkodzenia układów hamulcowych mogą prowadzić do awarii pojazdów, zwiększenia kosztów eksploatacji oraz zagrożenia bezpieczeństwa użytkowników. Skuteczna diagnostyka wymaga wykrywania nieprawidłowości jeszcze przed wystąpieniem awarii.

Opis technologii

Technologia obejmuje system monitorowania i diagnostyki układów hamulcowych wykorzystujący kamery termowizyjne do monitorowania temperatury elementów układu hamulcowego pojazdów w czasie rzeczywistym. Analiza danych umożliwia wykrywanie nieprawidłowości oraz prognozowanie potencjalnych usterek przed ich wystąpieniem, wspierając planowanie obsługi technicznej, zwiększając bezpieczeństwo eksploatacji pojazdów oraz ograniczając koszty utrzymania floty.

Przewagi rozwiązania

- monitoring stanu układu hamulcowego z wykorzystaniem obrazowania termowizyjnego,
- wczesne wykrywanie nieprawidłowości i prognozowanie awarii,

- automatyczna analiza danych z możliwością integracji z systemami zarządzania flotą,
- zwiększenie bezpieczeństwa eksploatacji oraz ograniczenie kosztów serwisowania pojazdów.

Poziom gotowości technologicznej

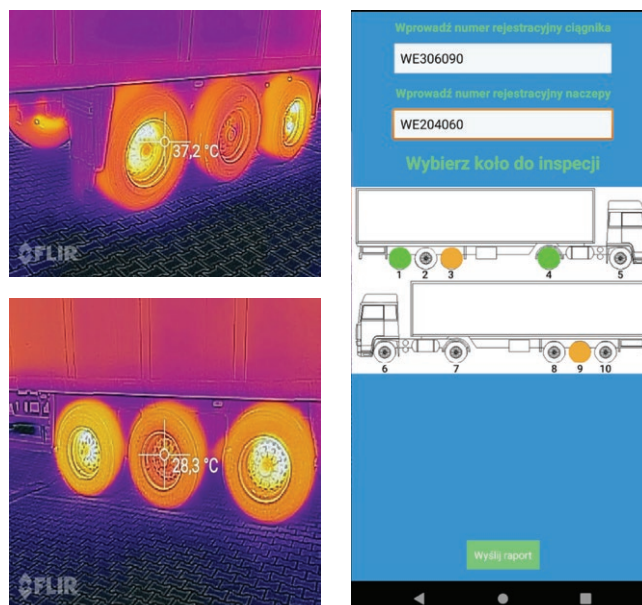
PGT 7 – projekt obejmuje adaptację istniejącego systemu termowizyjnego monitorowania i diagnostyki układów hamulcowych do zastosowania w pojazdach wojskowych. Rozwiązanie bazowe zostało wcześniej opracowane i wdrożone u przewoźnika drogowego, natomiast obecne prace koncentrują się na dostosowaniu technologii do wymagań wytypowanych pojazdów wojskowych oraz jej walidacji w warunkach eksploatacyjnych.

Potencjał wdrożeniowy

Technologia może zostać wdrożona przez producentów pojazdów specjalnych i wojskowych oraz operatorów flot pojazdów do monitorowania stanu układów hamulcowych, planowania obsługi technicznej i ograniczania ryzyka awarii.

Wykonawca

Instytut Zarządzania Politechniki Łódzkiej.



18.

Hybrydowe tekstylne struktury FSS do charakterystyki pochłaniania promieniowania elektromagnetycznego

I41 – Instytut Architektury Tekstyliów PŁ oraz I21 – Instytut Automatyki PŁ

Wyzwanie

Rozwój systemów łączności, radarów, elektroniki oraz urządzeń bezprzewodowych powoduje wzrost poziomu zakłóceń elektromagnetycznych. W wielu zastosowaniach, takich jak odzież ochronna, systemy maskowania, lotnictwo czy infrastruktura krytyczna, konieczne jest selektywne tłumienie, przepuszczanie lub kierunkowanie fal elektromagnetycznych przy jednoczesnym zachowaniu niewielkiej masy, elastyczności i funkcjonalności materiałów.

Opis technologii

Technologia wykorzystuje procesy włókiennicze, takie jak haft, tkanie, sitodruk oraz cięcie laserowe, do wytwarzania przewodzących struktur osadzonych na podłożach tekstylnych, tworzących powierzchnie selektywne częstotliwościowo (FSS – Frequency Selective Surfaces). Struktury są projektowane i optymalizowane z użyciem symulacji numerycznych, a następnie wytwarzane i testowane eksperymentalnie. Opracowane rozwiązanie umożliwia selektywne tłumienie, transmisję lub kierunkowe odbicie fal elektromagnetycznych.

Przewagi rozwiązania

- możliwość selektywnego ekranowania i pochłaniania fal elektromagnetycznych,
- możliwość kształtowania kierunku odbicia fal elektromagnetycznych,

- integracja funkcji elektromagnetycznych z materiałami włókienniczymi,
- lekkie, elastyczne i skalowalne rozwiązanie do dostosowania do różnych zastosowań,
- wykorzystanie powszechnie stosowanych technologii włókienniczych do wytwarzania struktur funkcjonalnych.

Poziom gotowości technologicznej

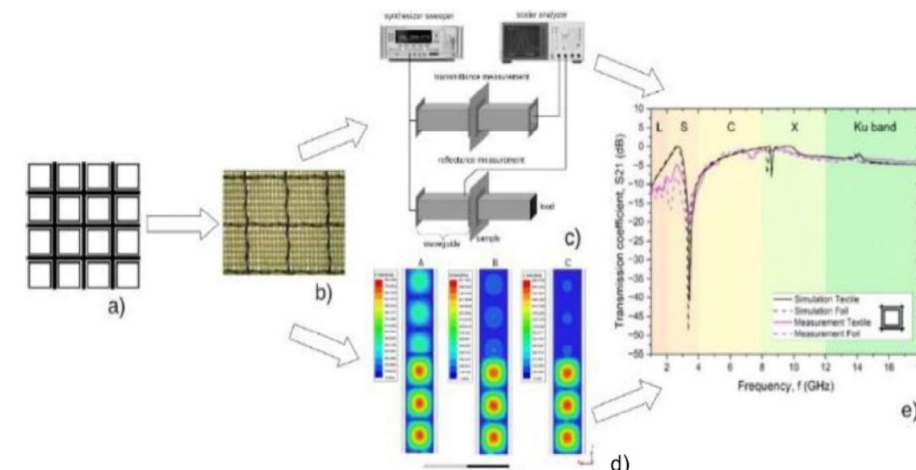
PGT 3-4 – opracowano koncepcje struktur FSS oraz wykonano próbki o częściowo potwierdzonej skuteczności. Dalsze prace obejmą rozwój i optymalizację prototypów oraz ich walidację eksperymentalną w warunkach zbliżonych do rzeczywistych.

Potencjał wdrożeniowy

Technologia może znaleźć zastosowanie w produkcji odzieży ochronnej i inteligentnych tekstyliów, systemach maskowania i ograniczania emisji elektromagnetycznej, ekranowaniu urządzeń elektronicznych przed zakłóceniami elektromagnetycznymi (EMI), a także w rozwiązaniach dla przemysłu lotniczego, kosmicznego oraz ochrony infrastruktury krytycznej.

Wykonawcy

Instytut Architektury Tekstyliów oraz Instytut Automatyki Politechniki Łódzkiej.



Proces projektowania struktury przewodzących powierzchni selektywnych częstotliwościowo FSS: a) projekt struktury, b) wytworzenie struktury (haft, tkanie, sitodruk, cięcie laserowe), c) badania właściwości elektromagnetycznych, d) badania modelu oraz symulacji, e) porównanie wyników testu z wynikami symulacji.

19.

Tekstylne anteny do systemów łączności

I23 – Instytut Elektroniki PŁ oraz I42 – Instytut Włókiennictwa PŁ

Wyzwanie

Nowoczesne systemy łączności wymagają lekkich, trwałych i elastycznych anten, które mogą być zintegrowane z umundurowaniem oraz wyposażeniem użytkownika bez pogarszania ergonomii i mobilności. Klasyczne anteny zwiększają masę wyposażenia oraz są podatne na uszkodzenia w trudnych warunkach.

Opis technologii

Technologia obejmuje projektowanie, wykonanie i badania anten tekstylnych przeznaczonych do integracji z umundurowaniem, odzieżą specjalną oraz elementami wyposażenia użytkownika. Opracowana metodyka umożliwia projektowanie anten dostosowanych do wymagań konkretnego zastosowania oraz ich weryfikację pod względem parametrów elektrycznych i użytkowych. Rozwiązanie może współpracować z osobistymi systemami łączności, lokalizacji oraz monitorowania parametrów fizjologicznych użytkownika.

Przewagi rozwiązania

- integracja anten z umundurowaniem i wyposażeniem użytkownika,
- lekka i elastyczna konstrukcja,

- zwiększona odporność na uszkodzenia podczas eksploatacji,
- możliwość budowy ukrytych systemów łączności,
- współpraca z systemami lokalizacji i monitorowania parametrów fizjologicznych użytkownika.

Poziom gotowości technologicznej

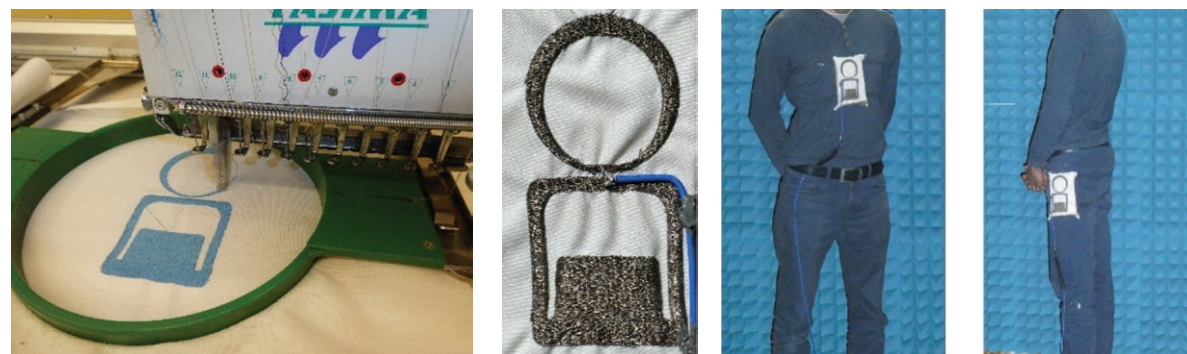
PGT 4 – opracowano metodykę projektowania, wykonania i weryfikacji anten tekstylnych oraz wykonano prototypy dla wybranych zastosowań. Opracowanie anteny do nowego zastosowania wymaga indywidualnego projektu, wykonania prototypu oraz weryfikacji parametrów radiowych.

Potencjał wdrożeniowy

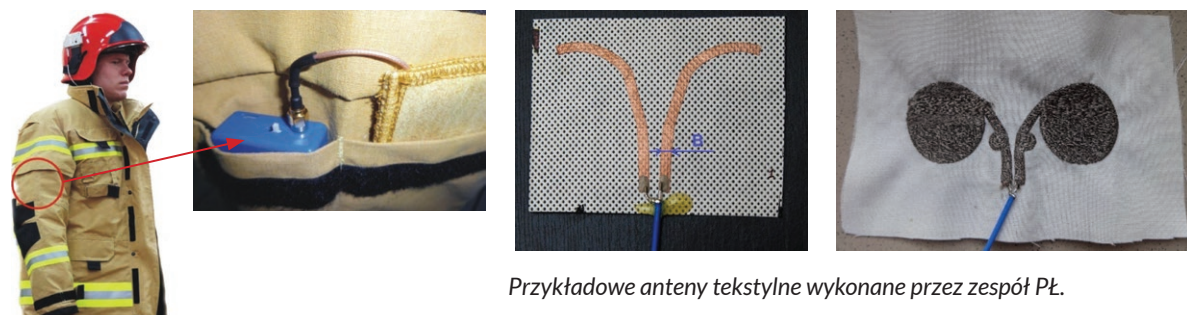
Technologia może zostać wdrożona przez producentów umundurowania, odzieży specjalnej, systemów łączności bezprzewodowej oraz wyposażenia indywidualnego żołnierzy i służb mundurowych.

Wykonawcy

Instytut Elektroniki Politechniki Łódzkiej,
Instytut Włókiennictwa Politechniki Łódzkiej.



Proces wykonania przykładowej anteny tekstylnej w PŁ: haft komputerowy, prototyp, pomiary na ciele człowieka.



Przykładowe anteny tekstylne wykonane przez zespół PŁ.

20.

Cienkowarstwowe kompozyty do ekranowania elektromagnetycznego

I25 – Instytut Mechatroniki i Systemów Informatycznych PŁ

Wyzwanie

Urządzenia elektroniczne wykorzystywane w systemach wojskowych i przemysłowych wymagają skutecznej ochrony przed oddziaływaniem pola elektromagnetycznego oraz wyładowaniami elektrostatycznymi. Jednocześnie materiały ochronne powinny zapewniać odporność na działanie czynników środowiskowych przy zachowaniu niewielkiej grubości i masy.

Opis technologii

Technologia obejmuje cienkowarstwowe kompozyty na bazie polimerów z dodatkiem nanomateriałów, przeznaczone do ochrony urządzeń elektronicznych przed oddziaływaniem promieniowania elektromagnetycznego oraz wyładowaniami elektrostatycznymi. Dzięki zastosowaniu odpowiednich nanowypełniaczy możliwe jest kształtowanie właściwości elektrycznych i ekranujących warstwy w zależności od konkretnych wymagań.

Przewagi rozwiązania

- skuteczne ekranowanie promieniowania elektromagnetycznego,
- ochrona przed wyładowaniami elektrostatycznymi,
- możliwość dostosowania właściwości materiału poprzez dobór nanowypełniaczy,
- cienkowarstwowa konstrukcja ograniczająca masę rozwiązania,

- prosta metoda modyfikacji powierzchni,
- odporność na działanie czynników środowiskowych.

Poziom gotowości technologicznej

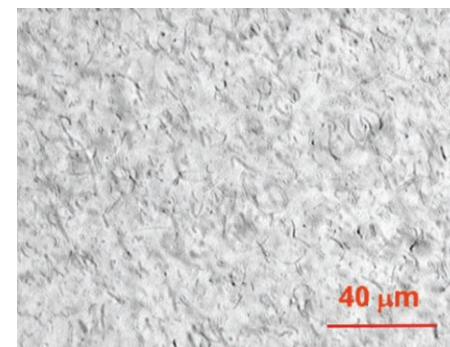
PGT 4 – opracowano metodę wytwarzania cienkowarstwowych kompozytów oraz zweryfikowano właściwości jednego z opracowanych materiałów pod kątem ekranowania elektromagnetycznego i przewodności elektrycznej. Kolejne etapy obejmują dostosowanie technologii nanoszenia do docelowych zastosowań i podłoży oraz badania skuteczności ekranowania i odporności na oddziaływanie pola elektromagnetycznego.

Potencjał wdrożeniowy

Technologia może znaleźć zastosowanie w ochronie urządzeń elektronicznych wykorzystywanych w systemach wojskowych, przemyśle oraz infrastrukturze krytycznej, wszędzie tam, gdzie wymagane jest ograniczenie oddziaływania promieniowania elektromagnetycznego i wyładowań elektrostatycznych.

Wykonawca

Instytut Mechatroniki i Systemów Informatycznych Politechniki Łódzkiej.



Rys. 1. Obraz mikroskopowy folii polimerowej z wypełniaczem węglowym.



Rys. 2. Badania poziomu odporności na promieniowanie elektromagnetyczne pochodzące z zewnętrznych źródeł prototypowej warstwy kompozytowej.

21.

Włókiennie-tworzywowe materiały ekranujące promieniowanie elektromagnetyczne

I21 – Instytut Automatyki PŁ

Wyzwanie

Dynamiczny rozwój bezprzewodowej aparatury elektronicznej i systemów łączności pracujących w zakresie częstotliwości GHz zwiększa narażenie sprzętu i personelu na promieniowanie elektromagnetyczne. Poszukiwane są rozwiązania zapewniające skuteczną ochronę, które jednocześnie pozwalają ograniczyć masę i sztywność charakterystyczną dla tradycyjnych ekranów metalowych.

Opis technologii

Technologia obejmuje włókiennie-tworzywowe materiały przeznaczone do ekranowania promieniowania elektromagnetycznego (PEM), w szczególności w zakresie częstotliwości radarowych. Rozwiązania mogą bazować na tkaninach, dzianinach lub włókninach łączonych z metalami, polimerami przewodzącymi oraz ich kompozytami. Do ich wytwarzania wykorzystywane są m.in. sitodruk, druk cyfrowy oraz procesy obróbki wykończalniczej. Istotną cechą opracowywanych materiałów jest dominujący udział pochłaniania promieniowania w mechanizmie ekranowania, ograniczający jego odbicie.

Przewagi rozwiązania

- dominujący udział pochłaniania promieniowania w mechanizmie ekranowania,
- lekka i elastyczna konstrukcja w porównaniu z klasycznymi ekranami metalowymi,

- możliwość wykorzystania tkanin, dzianin i włóknin jako podłoża,
- możliwość łączenia różnych materiałów przewodzących i metod ich nanoszenia,
- możliwość projektowania układów ekranujących na różnych poziomach struktury wyrobu – od włókna i przędzy po gotowy materiał.

Poziom gotowości technologicznej

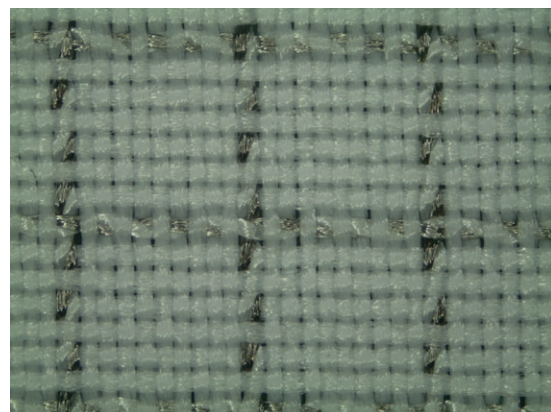
PGT 4 – opracowano różne warianty i prototypy włókiennie-tworzywowych układów ekranujących, których skuteczność potwierdzono w badaniach modelowych przeprowadzonych w Wojskowym Instytucie Techniki Uzbrojenia w Zielonce. Dalsze prace obejmują rozwój prototypów oraz przygotowanie technologii do wdrożenia produkcyjnego.

Potencjał wdrożeniowy

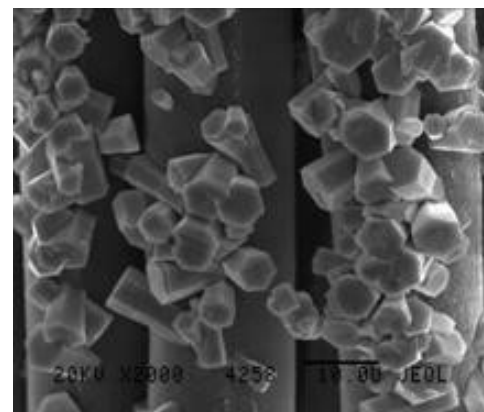
Technologia może znaleźć zastosowanie w ochronie personelu i sprzętu przed promieniowaniem elektromagnetycznym, ograniczaniu emisyjności elektromagnetycznej urządzeń wojskowych oraz zwiększaniu ich odporności na PEM. Potencjalnymi odbiorcami rozwiązań są m.in. Siły Powietrzne, Wojska Pancerne, Wojska Obrony Terytorialnej, Straż Graniczna i Policja.

Wykonawca

Instytut Automatyki Politechniki Łódzkiej.



Tkanina ze srebrzonymi nitkami przewodzącymi.



Mikrostruktura tlenku cynku na powierzchni tkaniny.

22.

LUMI_DROP – autonomiczny system dostarczania roju mini-BSP

I21 – Instytut Automatyki PŁ

Wyzwanie

Współczesne misje wojskowe, rozpoznawcze i poszukiwawczo-ratownicze wymagają szybkiego rozmieszczenia wielu bezzałogowych statków powietrznych na rozległym obszarze. Klasyczne rozwiązania wymagają indywidualnego startu każdej jednostki, co wydłuża czas rozpoczęcia misji i ogranicza zasięg działania.

Opis technologii

Technologia obejmuje autonomiczny system dostarczania i rozmieszczania roju miniaturowych bezzałogowych statków powietrznych oparty na architekturze drona-matki. Platforma transportuje mini-BSP do wyznaczonego obszaru, a następnie uwalnia je w trakcie lotu. Po zrzucie mini-BSP automatycznie przechodzą do zaprogramowanego trybu pracy i samodzielnie realizują zadania bez bezpośredniego udziału operatora.

Przewagi rozwiązania

- możliwość rozmieszczenia wielu mini-BSP, np. dronów FPV podczas jednego lotu,
- zwiększenie zasięgu działania dzięki wykorzystaniu drona-matki,

- jednoczesne dotarcie do wielu punktów docelowych,
- autonomiczna realizacja misji przez mini-BSP po zrzucie.

Poziom gotowości technologicznej

PGT 5 – opracowano prototyp systemu LUMI_DROP i potwierdzono jego działanie w warunkach testowych. Dalsze prace obejmują zwiększenie niezawodności i powtarzalności działania systemu w rzeczywistych warunkach eksploatacyjnych.

Potencjał wdrożeniowy

Technologia może znaleźć zastosowanie w jednostkach prowadzących działania poszukiwawczo-ratownicze (SAR), służbach mundurowych, ratownictwie medycznym, ochronie infrastruktury oraz w systemach realizujących autonomiczne misje z wykorzystaniem roju bezzałogowych statków powietrznych.

Wykonawca

Instytut Automatyki Politechniki Łódzkiej.



23.

Napęd ze zmiennym skokiem śmigła do bezzałogowych statków powietrznych VTOL

I13 – Instytut Obrabiarek i Technologii Budowy Maszyn PŁ

Wyzwanie

Bezzałogowe platformy VTOL wymagają napędów zapewniających wysoką sprawność zarówno podczas pionowego startu i zawisu, jak i lotu poziomego. Śmigła o stałym skoku osiągają najwyższą sprawność jedynie w określonych warunkach lotu, dlatego nie zapewniają optymalnych parametrów.

Opis technologii

Technologia obejmuje napęd do bezzałogowych statków powietrznych VTOL wykorzystujący mechanizm aktywnego lub pasywnego zmiennego skoku śmigła. Rozwiązanie umożliwia dostosowanie geometrii śmigła do różnych faz lotu, zwiększając sprawność napędu podczas startu, zawisu, lotu poziomego oraz lądowania. Mechanizm może być stosowany zarówno w nowych konstrukcjach BSP, jak i jako element modernizacji istniejących platform.

Przewagi rozwiązania

- zwiększenie sprawności napędu,
- nawet dwukrotny wzrost prędkości lotu przy zachowaniu wysokiej sprawności,
- możliwość pracy w szerokim zakresie prędkości,

- zwiększenie prędkości wznoszenia,
- zmniejszenie zużycia energii,
- możliwość dostosowania charakterystyki śmigła do różnych faz lotu.

Poziom gotowości technologicznej

PGT 6 – opracowano napęd ze zmiennym skokiem śmigła oraz wykonano prototypy aktywnego i pasywnego mechanizmu. Rozwiązanie zostało zweryfikowane w badaniach laboratoryjnych i zintegrowane z prototypowymi jednostkami BSP. Prototyp aktywnego mechanizmu został zwalidowany w warunkach rzeczywistych na własnej konstrukcji platformie VTOL i zostały potwierdzone jego przewagi technologiczne.

Potencjał wdrożeniowy

Technologia może zostać wdrożona przez producentów bezzałogowych statków powietrznych i platform VTOL wymagających wysokiej sprawności napędu w różnych fazach lotu oraz modernizacji istniejących konstrukcji.

Wykonawca

Instytut Obrabiarek i Technologii Budowy Maszyn Politechniki Łódzkiej.

24.

Dron interceptor – niskokosztowa platforma BSP o wysokiej prędkości do obrony przestrzeni powietrznej

I21 – Instytut Automatyki PŁ

Wyzwanie

Współczesne systemy obrony powietrznej muszą mierzyć się z rosnącym zagrożeniem ze strony tanich bezzałogowych środków napadu powietrznego. Ich zwalczanie jest często nieproporcjonalnie kosztowne, dlatego potrzebne są szybkie i niskokosztowe platformy przechwytyjące. Wyzwaniem technicznym jest opracowanie BSP osiągającego prędkość powyżej 300 km/h, a jednocześnie zapewniającego stabilne sterowanie, transmisję obrazu, telemetrię i skuteczne chłodzenie komponentów.

Opis technologii

Projekt obejmuje budowę lekkiego BSP z ramą z włókna węglowego i aerodynamiczną obudową drukowaną w technologii 3D. Kształt platformy jest optymalizowany na podstawie symulacji aerodynamicznych pod kątem prędkości i efektywności energetycznej lotu. Dron wykorzystuje niskoopóźnieniową transmisję FPV, telemetrię, monitoring temperatury oraz sterowanie ręczne lub autonomiczne. Integracja z heksakopterem pełniącym funkcję drona matki umożliwia zrzut BSP, automatyczne uruchomienie systemów i stabilizację lotu.

Przewagi rozwiązania

- Konstrukcja: lekka rama z włókna węglowego z aerodynamiczną skorupą drukowaną w technologii 3D.
- Sterowanie: w pełni autonomiczna nawigacja GPS lub ręczny lot FPV z wykorzystaniem wideo o niskim opóźnieniu.
- Technologia: system chłodzenia kluczowych komponentów, telemetria w czasie rzeczywistym, monitoring temperatury podzespołów oraz możliwość automatycznego rozpoczęcia lotu po zrzucie z platformy nośnej.

Poziom gotowości technologicznej

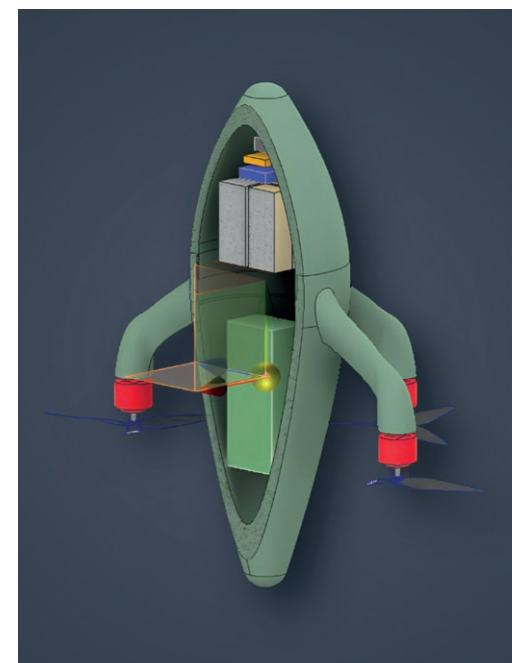
PGT 3 – opracowano prototyp platformy i zweryfikowano działanie jej podstawowych podsystemów w warunkach laboratoryjnych. Dalsze prace obejmują testy lotnicze, badania osiągnięć, próby zrzutu z drona matki oraz optymalizację konstrukcji, napędu, aerodynamiki i funkcji autonomicznych.

Potencjał wdrożeniowy

- badań i testów BSP wysokich prędkości,
- szkolenia pilotów,
- realizacji dynamicznych nagrań,
- rozwoju systemów zwalczania środków napadu powietrznego

Wykonawca

Instytut Automatyki Politechniki Łódzkiej.



25.

Modułowy chwytak do bezzałogowych statków powietrznych

I21 – Instytut Automatyki PŁ

Wyzwanie

Bezzałogowe statki powietrzne są coraz częściej wykorzystywane do transportu niewielkich ładunków oraz wykonywania zadań wymagających zdalnej manipulacji obiektami. Dostępne rozwiązania chwytające są zwykle projektowane do jednego rodzaju ładunku lub konkretnej platformy, co ogranicza ich uniwersalność.

Opis technologii

Technologia obejmuje lekki chwytak przeznaczony do montażu na bezzałogowych statkach powietrznych, umożliwiający chwytanie, przenoszenie i odkładanie różnego rodzaju obiektów. Konstrukcja może być dostosowywana do wymaganych rozmiarów oraz masy przenoszonego ładunku, co pozwala na wykorzystanie rozwiązania z różnymi platformami BSP i w różnych scenariuszach operacyjnych.

Chwytak wykorzystuje mechanizm o jednym stopniu swobody poruszający zestawem pasywnych elementów podatnych, co umożliwia chwytanie dowolnych obiektów o różnych kształtach i wymiarach oraz ich transport.

Elementy konstrukcji są w pełni skalowalne co umożliwia łatwe dostosowanie geometrii chwytaka do wymagań konkretnego zastosowania.

Przewagi rozwiązania

- możliwość chwytania i transportu ładunków z wykorzystaniem BSP,
- modułowa konstrukcja umożliwiająca dostosowanie rozmiaru chwytaka do zastosowania,
- niewielka masa ograniczająca wpływ na parametry lotu,
- możliwość integracji z różnymi platformami bezzałogowymi,
- prosta konstrukcja ułatwiająca wykonanie i rozwój rozwiązania.

Poziom gotowości technologicznej

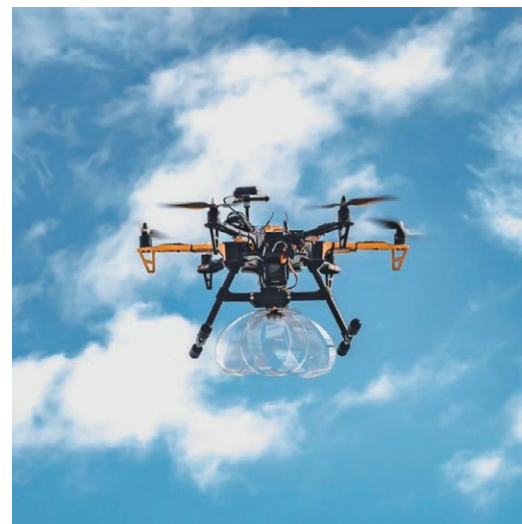
PGT 8 – pomyślne przejście testów, demonstracji i walidacji w docelowym środowisku operacyjnym. Dalsze prace obejmują intensywne testy w zróżnicowanych scenariuszach w środowisku rzeczywistym, optymalizację procesu wytwarzania konstrukcji i opracowanie pełnej dokumentacji.

Potencjał wdrożeniowy

Technologia może znaleźć zastosowanie w działaniach ratowniczych, logistycznych, inspekcyjnych, wojskowych i rozpoznawczych, wszędzie tam, gdzie wymagany jest zdalny transport ładunków z wykorzystaniem bezzałogowych statków powietrznych.

Wykonawca

Instytut Automatyki Politechniki Łódzkiej.



26.

Multi Domain Tracking and Localization System (MDTLS)

I72 – Instytut Informatyki PŁ

Wyzwanie

Dynamiczny rozwój bezzałogowych statków powietrznych sprawia, że klasyczne systemy wykrywania coraz częściej okazują się niewystarczające. Szczegółne wyzwanie stanowi detekcja dronów niewykazujących typowej sygnatury elektromagnetycznej, w tym konstrukcji sterowanych światłowodowo, które mogą pozostawać niewidoczne dla konwencjonalnych systemów antydronowych. Niezbędne jest opracowanie rozwiązań zapewniających skuteczne wykrywanie i śledzenie takich obiektów w zróżnicowanych warunkach środowiskowych.

Opis technologii

Technologia obejmuje opracowanie wielosensorowego systemu wykrywania, lokalizacji i śledzenia bezzałogowych statków powietrznych – Multi Domain Drone Tracking System (MDDTS). System integruje dane z czujników akustycznych, termowizyjnych, podczerwieni oraz kamer światła widzialnego, wykorzystując algorytmy sztucznej inteligencji do automatycznego wykrywania i identyfikacji obiektów. Integracja wielu źródeł informacji zwiększa skuteczność detekcji dronów, również w przypadku obiektów trudnych do wykrycia metodami klasycznymi oraz podczas pracy nocą, przy ograniczonej widoczności, zadymieniu lub zamgleniu.

Przewagi rozwiązania

- wykrywanie i śledzenie dronów bez konieczności wykorzystania ich sygnatury elektromagnetycznej,
- integracja danych z wielu typów sensorów w jednym systemie,
- wykorzystanie algorytmów sztucznej inteligencji do automatycznej detekcji i identyfikacji obiektów,
- skuteczna praca w trudnych warunkach środowiskowych, m.in. nocą, przy ograniczonej widoczności, zadymieniu i zamgleniu,
- możliwość wykrywania dronów sterowanych światłowodowo oraz innych obiektów trudnych do identyfikacji metodami klasycznymi.

Poziom gotowości technologicznej

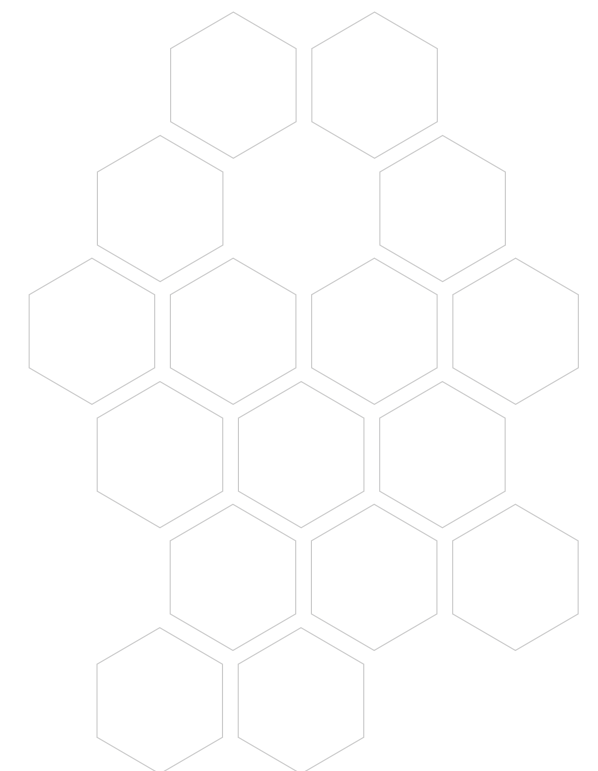
PGT 5 – opracowano koncepcję systemu oraz rozwiązania umożliwiające integrację danych z wielu sensorów. Kolejnym etapem będzie budowa i demonstracja prototypu w warunkach zbliżonych do rzeczywistych, prowadząca do osiągnięcia PGT 6.

Potencjał wdrożeniowy

Technologia może znaleźć zastosowanie w systemach ochrony infrastruktury krytycznej, obiektów przemysłowych i logistycznych oraz granic państwa, a także we wsparciu Sił Zbrojnych RP, służb reagowania kryzysowego oraz podmiotów odpowiedzialnych za zabezpieczanie imprez masowych i wydarzeń o podwyższonych wymaganiach bezpieczeństwa.

Wykonawca

Instytut Informatyki Politechniki Łódzkiej.



27.

Enhanced Vision Localization – system zaawansowanej lokalizacji wizyjnej

I21 – Instytut Automatyki PŁ

Wyzwanie

Bezzałogowe statki powietrzne są zazwyczaj silnie uzależnione od nawigacji satelitarnej GNSS. Sygnał ten może być jednak niedostępny, zakłócany przez ukształtowanie terenu lub celowo zagłuszany. Utrata dostępu do GNSS może prowadzić do narastania błędów pozycji, przerwania misji, a nawet powstania niebezpiecznych sytuacji operacyjnych. Wyzwaniem jest zatem opracowanie metody, która pozwoli dronowi określać swoje położenie na podstawie danych wizyjnych, bez ciągłego dostępu do sygnału satelitarnego.

Opis technologii

Enhanced Vision Localization (EVL) to system geolokalizacji drona wykorzystujący obraz z kamery pokładowej oraz zdjęcia satelitarne obejmujące przybliżony obszar jego działania. System łączy lokalizację absolutną z odometrią wizyjną, dzięki czemu może zarówno określać współrzędne geograficzne drona, jak i śledzić jego ruch pomiędzy kolejnymi ustaleniami pozycji.

Rozwiązanie rozwija wcześniejszy system Vision Localizer, w którym położenie bezwzględne wyznaczano na podstawie obiektów o znanych współrzędnych, natomiast przemieszczenie drona obliczano z użyciem przepływu optycznego oraz cech ORB. Odległości w terenie wyznaczone są z wykorzystaniem GSD, parametrów optycznych kamery oraz wysokości lotu. Testy na materiałach z rzeczywistych lotów pozwoliły odtworzyć trajektorie zbliżone do zapisów znajdujących się w logach pokładowych.

System wykorzystuje specjalnie dotrenowany model sztucznej inteligencji do porównywania obrazu z kamery pokładowej ze zdjęciami satelitarnymi. Rozpoznając charakterystyczne elementy terenu, model umożliwi wyznaczenie pozycji drona i ograniczenie narastania błędów podczas dłuższego lotu bez GNSS.

Przewagi rozwiązania

- Praca niezależna od GNSS: zapewnia niezawodny lot w obszarach z zakłóceniami lub brakiem sygnału;
- Wielowarstwowa lokalizacja wizyjna: łączy lokalizację absolutną, odometrię wizyjną oraz estymację prędkości, ograniczając wpływ błędów pojedynczej metody i narastanie dryfu;
- Dopasowanie obrazu do map satelitarnych: pozwala wyznaczać współrzędne geograficzne poprzez porównywanie obrazu rejestrowanego przez kamerę pokładową z charakterystycznymi elementami widocznymi na zdjęciach satelitarnych.

Poziom gotowości technologicznej

PGT 3 – system został zweryfikowany na danych z rzeczywistych lotów w warunkach zbliżonych do docelowych. Dalsze prace obejmują zwiększenie dokładności i niezawodności lokalizacji.

Potencjał wdrożeniowy

Technologia może znaleźć zastosowanie wszędzie tam, gdzie konieczna jest niezawodna nawigacja bez dostępu do GNSS. Obejmuje to w szczególności działania wojskowe i specjalne, misje ratownicze, loty w środowisku miejskim, inspekcje infrastruktury oraz operacje prowadzone wewnątrz obiektów lub na terenach narażonych na zakłócenia sygnału satelitarnego. System może również pełnić funkcję redundantnego źródła pozycji, zwiększającego bezpieczeństwo autonomicznych misji dronowych.

Wykonawca

Instytut Automatyki Politechniki Łódzkiej.



28.

Bezolejowa dmuchawa do systemów ogniwo paliwowych i lotniczych układów powietrznych

I12 – Instytut Maszyn Przepływowych PŁ

Wyzwanie

Systemy ogniwo paliwowych PEMFC oraz lotnicze układy utrzymywania ciśnienia wymagają niezawodnego dostarczania powietrza o odpowiednim ciśnieniu i wydajności. W takich zastosowaniach konieczne jest stosowanie bezolejowych układów sprężania powietrza, które eliminują ryzyko zanieczyszczenia elementów systemu oraz zapewniają wysoką niezawodność pracy.

Opis technologii

Technologia obejmuje bezolejową dmuchawę przeznaczoną do dostarczania powietrza do ogniwo paliwowych typu PEMFC oraz lotniczych systemów utrzymywania ciśnienia w kabinach statków powietrznych. Urządzenie zapewnia wymagane parametry przepływu i sprężania powietrza niezbędne do efektywnej i stabilnej pracy układów, a dzięki bezolejowej konstrukcji eliminuje ryzyko zanieczyszczenia ich elementów. Opracowano prototyp urządzenia, który w warunkach laboratoryjnych osiągnął zakładane parametry eksploatacyjne. Technologia została z powodzeniem wdrożona w systemach ogniwo paliwowych w ramach współpracy z konsorcjum z krajów Unii Europejskiej.

Przewagi rozwiązania

- bezolejowa konstrukcja eliminująca ryzyko zanieczyszczenia elementów układu,
- zapewnienie stabilnego i efektywnego zasilania powietrzem systemów ogniwo paliwowych PEMFC,

- możliwość zastosowania w instalacjach wymagających czystego medium roboczego,
- wysoka niezawodność oraz uproszczona obsługa urządzenia.

Poziom gotowości technologicznej

PGT 6 – opracowano prototyp urządzenia, który osiągnął zakładane parametry eksploatacyjne w warunkach laboratoryjnych. Technologia została wdrożona w systemach ogniwo paliwowych w ramach współpracy z konsorcjum z krajów Unii Europejskiej. Osiągnięcie PGT 9 przewidywane jest w perspektywie 2–3 lat.

Potencjał wdrożeniowy

Technologia może znaleźć zastosowanie:

- w systemach zasilania opartych na ogniwoch paliwowych PEMFC,
- w napędach bezzałogowych statków powietrznych (UAV) przeznaczonych do długotrwałych misji,
- w napędach pojazdów zwiadowczych wymagających ograniczonej emisji hałasu i ciepła oraz wysokiej skrytości operacyjnej,
- w systemach utrzymywania ciśnienia w kabinach statków powietrznych, zapewniających kontrolowany przepływ czystego powietrza.

Wykonawca

Instytut Maszyn Przepływowych Politechniki Łódzkiej.



29.

Warstwy wysokowytrzymałe do precyzyjnych elementów mechanicznych

I11 – Instytut Inżynierii Materiałowej PŁ

Wyzwanie

Współczesne systemy obronne oraz elementy infrastruktury krytycznej wymagają wysokiej odporności na zużycie, zmęczenie, korozję i zatarcie przy jednoczesnym zachowaniu stabilności wymiarowej obrabianych komponentów. Konwencjonalne metody utwardzania powierzchni nie zawsze zapewniają odpowiednią kombinację właściwości eksploatacyjnych dla elementów precyzyjnych i wysokoobciążonych.

Opis technologii

Technologia obejmuje azotowanie niskociśnieniowe (LPN) metodą *FineLPN* prowadzone w kontrolowanej atmosferze gazowej pod obniżonym ciśnieniem¹. Proces umożliwia dyfuzyjne wprowadzanie azotu do warstwy wierzchniej stali i stopów specjalnych, co prowadzi do powstania warstwy o wysokiej twardości, odporności na zużycie oraz korzystnych naprężeniach ściskających. Opracowane rozwiązania obejmują dobór parametrów procesu, modelowanie wzrostu warstwy azotowanej oraz ocenę właściwości eksploatacyjnych obrabianych elementów. Technologia zapewnia wydłużenie trwałości i niezawodności precyzyjnych elementów maszyn, napędów i systemów sterowania przy zachowaniu wysokiej dokładności wymiarowej.

Przewagi rozwiązania

- wysoka twardość warstwy wierzchniej,
- zwiększona odporność na zużycie ścierne i zmęczeniowe,
- poprawa odporności korozyjnej wybranych gatunków stali,

- niewielkie odkształcenia w porównaniu z procesami wymagającymi hartowania,
- możliwość obróbki precyzyjnych elementów o złożonej geometrii,
- wysoka powtarzalność i kontrola procesu,
- wydłużenie trwałości eksploatacyjnej elementów odpowiedzialnych za bezpieczeństwo.

Poziom gotowości technologicznej

PGT 9 – opracowano parametry procesu dla wybranych grup materiałów oraz zweryfikowano skuteczność technologii w zakresie kształtowania właściwości warstw azotowanych. Technologia stosowana w produkcji części maszyn rolniczych w przemyśle maszynowym.

Potencjał wdrożeniowy

Technologia może zostać wdrożona w sektorach obronnym, lotniczym, energetycznym, maszynowym i motoryzacyjnym. Szczególnie predestynowana jest do obróbki elementów wymagających wysokiej odporności na zużycie przy zachowaniu dokładności wymiarowej. LPN jest szczególnie atrakcyjne dla precyzyjnych elementów lotnictwa i systemów sterowania, gdzie kluczowe są minimalne odkształcenia i wysoka stabilność wymiarowa.

Wykonawca

Instytut Inżynierii Materiałowej Politechniki Łódzkiej.

¹ P. Kula, R. Pietrasik, E. Wołowicz. Sposób azotowania narzędzi wykonanych ze stopów żelaza. Patent PL 219125, 2014.



Przykład azotowanych narzędzi do przeróbki plastycznej (źródło: Seco/Warwick S.A.).

30.

Uszczelnienia elastomerowe niewymagające smarowania

I33 – Instytut Technologii Polimerów i Barwników PŁ

Wyzwanie

Uszczelnienia pracujące w ruchomych węzłach tarcia wymagają odpowiedniego smarowania, szczególnie podczas rozruchu urządzenia. Awaria układu smarowania lub utrudnione doprowadzenie środka smarnego może prowadzić do wzrostu oporów tarcia, przyspieszonego zużycia uszczelnień i uszkodzenia całego mechanizmu.

Opis technologii

Technologia obejmuje modyfikację powierzchni elastomerowych uszczelnień ruchowych za pomocą wysokoenergetycznej wiązki jonów. Proces prowadzi do powstania cienkiej, zmodyfikowanej warstwy powierzchniowej, przy zachowaniu elastyczności materiału. Warstwa ogranicza opory tarcia i zużycie ścierne, a w zależności od zastosowanego wariantu może również nadawać powierzchni właściwości hydrofobowe lub poprawiać jej adhezję.

Przewagi rozwiązania

- możliwość pracy węzłów tarcia bez konieczności stałego smarowania,
- ograniczenie ryzyka uszkodzeń podczas rozruchu lub awarii układu smarowania,
- zwiększenie odporności uszczelnień na zużycie ścierne,

- zachowanie elastyczności materiału po modyfikacji powierzchni,
- możliwość dostosowania właściwości powierzchni do wymagań konkretnego zastosowania.

Poziom gotowości technologicznej

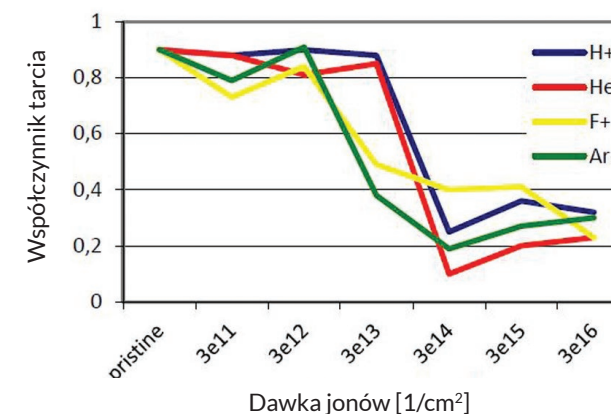
PGT 5 – opracowano i przetestowano różne warianty technologii modyfikacji powierzchni uszczelnień elastomerowych. Dalsze prace obejmują optymalizację procesu oraz dostosowanie parametrów modyfikacji do rodzaju elastomeru, konstrukcji uszczelnienia i warunków jego pracy.

Potencjał wdrożeniowy

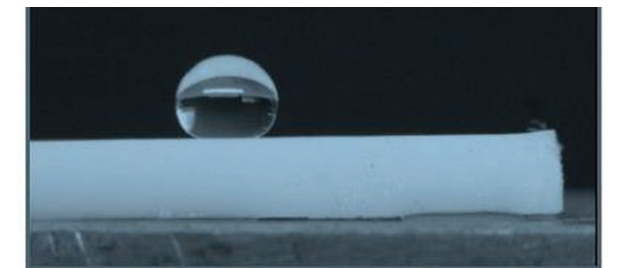
Technologia może zostać wdrożona przez producentów uszczelnień, urządzeń mechanicznych i systemów napędowych pracujących w warunkach utrudnionego smarowania, zmiennej temperatury, próżni, nieważkości lub zanieczyszczonego środowiska.

Wykonawca

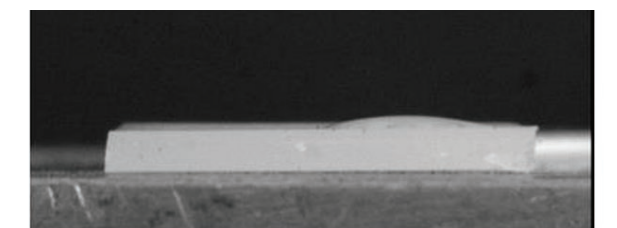
Instytut Technologii Polimerów i Barwników Politechniki Łódzkiej.



Wpływ rodzaju i dawki jonów na współczynnik tarcia gumy SBR względem stali.



Grafityzacja + rozwinięcie powierzchni



Utlenienie + wygładzenie powierzchni

31.

Wyroby gumowe odporne na działanie ognia i podwyższonej temperatury

I33 – Instytut Technologii Polimerów i Barwników PŁ

Wyzwanie

Elementy gumowe stosowane w pojazdach, urządzeniach i instalacjach narażonych na działanie wysokiej temperatury powinny zachowywać swoje właściwości użytkowe również w warunkach pożaru. Konwencjonalne materiały gumowe ulegają spalaniu, co może prowadzić do utraty szczelności, uszkodzenia instalacji i zagrożenia bezpieczeństwa.

Opis technologii

Technologia obejmuje wyroby gumowe o podwyższonej odporności na działanie ognia i wysokiej temperatury, opracowane poprzez modyfikację składu mieszanki gumowej. Zastosowanie odpowiednio dobranych napętniaczy powoduje powstawanie podczas oddziaływania wysokiej temperatury ochronnej warstwy ceramicznej, która ogranicza proces spalania materiału oraz emisję lotnych produktów spalania. Rozwiązanie pozwala zachować funkcjonalność elementów gumowych przez co najmniej 30 minut podczas bezpośredniego działania ognia.

Przewagi rozwiązania

- zachowanie funkcjonalności wyrobów gumowych podczas oddziaływania ognia,
- tworzenie ochronnej warstwy ceramicznej ograniczającej spalanie materiału,

- ograniczenie emisji lotnych produktów spalania,
- możliwość zastosowania w uszczelnieniach, osłonach, kablach i węzłach,
- zwiększenie bezpieczeństwa systemów pracujących w warunkach pożaru.

Poziom gotowości technologicznej

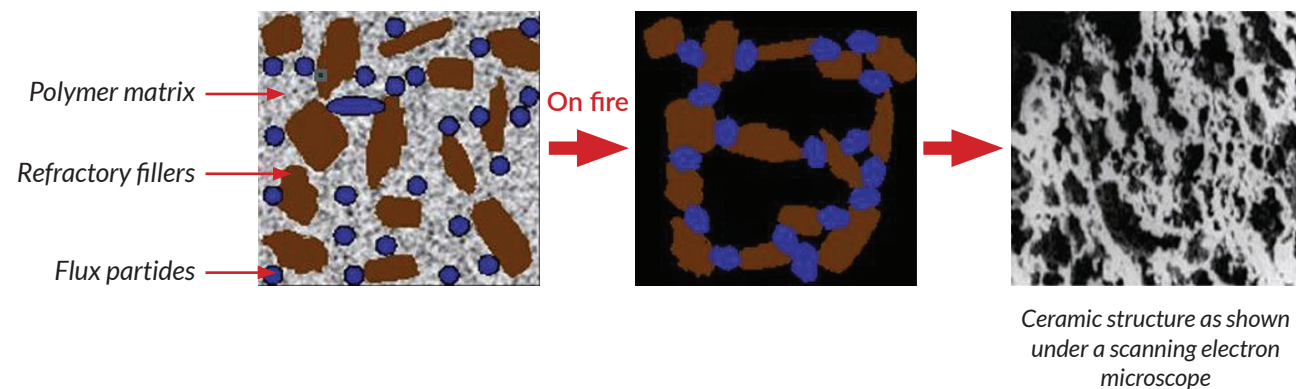
PGT 5 – opracowano receptury materiałowe i zweryfikowano ich właściwości w warunkach laboratoryjnych. Dalsze prace obejmują optymalizację składu mieszanek oraz dostosowanie technologii do wymagań konkretnych zastosowań.

Potencjał wdrożeniowy

Technologia może zostać wdrożona przez producentów wyrobów gumowych stosowanych w pojazdach, przemyśle, energetyce oraz infrastrukturze krytycznej, wszędzie tam, gdzie wymagane jest zachowanie funkcjonalności elementów podczas oddziaływania ognia lub wysokiej temperatury.

Wykonawca

Instytut Technologii Polimerów i Barwników Politechniki Łódzkiej.



32.

Powłoki niskotarciowe do silników bezzałogowych statków powietrznych

I11 – Instytut Inżynierii Materiałowej PŁ

Wyzwanie

Małe silniki spalinowe stosowane w bezzałogowych statkach powietrznych generują hałas oraz znaczne ilości ciepła, co zwiększa ich wykrywalność akustyczną i termiczną. Jednocześnie opory tarcia ograniczają sprawność napędu oraz wpływają na zużycie paliwa i trwałość silnika.

Opis technologii

Technologia obejmuje niskotarciowe powłoki na bazie dwusiarczku molibdenu przeznaczone do modyfikacji elementów ruchomych dwusuwowych silników spalinowych. Zastosowanie powłok ogranicza opory tarcia, umożliwia zmniejszenie udziału oleju w mieszance paliwowej oraz obniża temperaturę pracy silnika. W rezultacie możliwe jest ograniczenie hałasu oraz zmniejszenie wykrywalności termicznej i akustycznej bezzałogowych statków powietrznych.

Przewagi rozwiązania

- zmniejszenie oporów tarcia i zwiększenie sprawności silnika,
- obniżenie temperatury pracy silnika i ograniczenie wykrywalności w podczerwieni,
- zmniejszenie poziomu hałasu pracy silnika,

- możliwość ograniczenia ilości oleju w mieszance paliwowej,
- możliwość zastosowania w lekkich silnikach dwusuwowych wykorzystywanych w BSP.

Poziom gotowości technologicznej

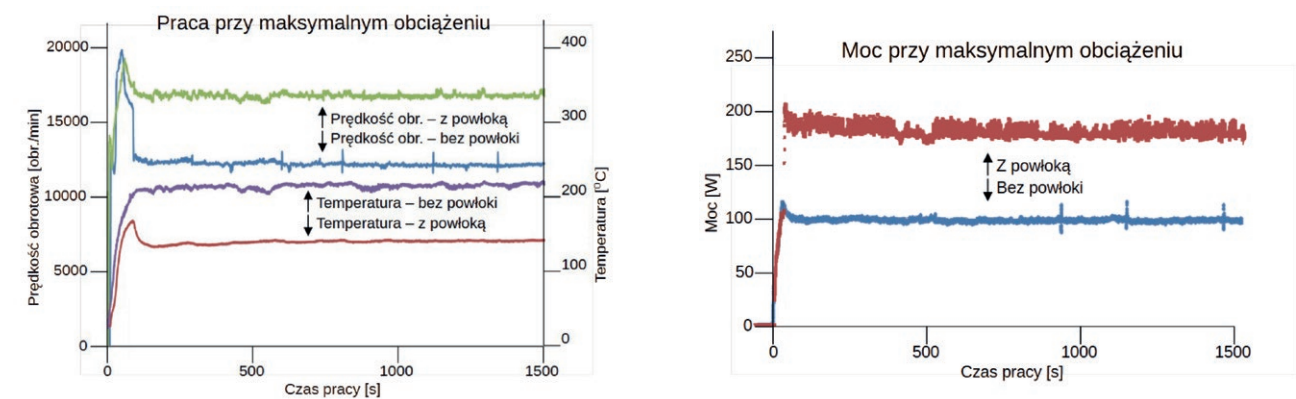
PGT 4 – opracowano technologię wytwarzania powłok niskotarciowych, wykonano badania laboratoryjne oraz wstępnie zweryfikowano rozwiązanie na modelarskich silnikach dwusuwowych, uzyskując redukcję poziomu hałasu o około 5 dB. Dalsze prace obejmują optymalizację technologii oraz walidację rozwiązania w docelowych silnikach bezzałogowych statków powietrznych.

Potencjał wdrożeniowy

Technologia może zostać wdrożona przez producentów silników do bezzałogowych statków powietrznych oraz lekkich platform lotniczych, szczególnie w rozwiązaniach wymagających ograniczenia wykrywalności akustycznej i termicznej.

Wykonawca

Instytut Inżynierii Materiałowej Politechniki Łódzkiej.



Porównanie charakterystyk pracy badanych silników dwusuwowych zależnie od zastosowania dodatkowej obróbki powierzchni w formie wytworzenia powłoki niskotarciowej na bazie dwusiarczku molibdenu.

33.

Powłoki parylenowe do ochrony elektroniki

I11 – Instytut Inżynierii Materiałowej PŁ

Wyzwanie

Układy elektroniczne wykorzystywane w warunkach polowych, morskich oraz przemysłowych są narażone na działanie wilgoci, wody, aerozoli solnych oraz agresywnych czynników chemicznych. Skuteczna ochrona elektroniki wymaga cienkich, szczelnych powłok, które nie pogarszają parametrów elektrycznych ani funkcjonalności zabezpieczanych elementów.

Opis technologii

Technologia obejmuje nanoszenie cienkowarstwowych powłok parylenowych metodą polimeryzacji z fazy gazowej (CVD), przeznaczonych do zabezpieczania układów elektronicznych przed działaniem wilgoci, gazów i czynników środowiskowych. Proces umożliwia uzyskanie jednorodnej powłoki o jednakowej grubości na całej powierzchni elementu, również na krawędziach oraz wewnątrz otworów i trudno dostępnych miejsc. Opracowana technologia obejmuje również metodę znaczącej poprawy przyczepności powłok do większości tworzyw inżynierskich.

Przewagi rozwiązania

- skuteczna ochrona elektroniki przed wilgocią, wodą i aerozolami solnymi,
- równomierne pokrycie elementów o złożonej geometrii, również wewnątrz otworów i szczelin,

- bardzo wysoka szczelność bariery dla gazów i pary wodnej,
- eliminacja problemu niskiej przyczepności powłok parylenowych do większości tworzyw inżynierskich,
- bardzo dobre właściwości dielektryczne i odporność chemiczna.

Poziom gotowości technologicznej

PGT 6 – opracowano technologię nanoszenia powłok parylenowych oraz zweryfikowano jej skuteczność w ochronie układów elektronicznych. Obecnie możliwe jest wykonywanie powłok na elementach o wymiarach do **200×280 mm**. Dalsze prace obejmują rozbudowę stanowiska technologicznego umożliwiającą zabezpieczanie większych układów elektronicznych.

Potencjał wdrożeniowy

Technologia może zostać wdrożona przez producentów elektroniki pracującej w wymagających warunkach środowiskowych, w tym dla zastosowań wojskowych, morskich, lotniczych, przemysłowych oraz infrastruktury krytycznej.

Wykonawca

Instytut Inżynierii Materiałowej Politechniki Łódzkiej.

34.

Guma do zastosowań w warunkach arktycznych

I33 – Instytut Technologii Polimerów i Barwników PŁ

Wyzwanie

Większość elementów gumowych stosowanych w pojazdach i urządzeniach traci elastyczność wraz ze spadkiem temperatury. W warunkach arktycznych prowadzi to do pękania uszczelnień, sztywnienia przewodów i elementów tłumiących drgania oraz awarii, które mogą unieruchomić sprzęt podczas wykonywania zadania.

Opis technologii

Technologia obejmuje opracowanie mieszanek gumowych zachowujących elastyczność oraz właściwości mechaniczne w temperaturach sięgających **-80°C**. Dzięki zastosowaniu odpowiednio dobranych kauczuków oraz napętniaczy uzyskano materiały odporne na kruchość niskotemperaturową, przeznaczone do produkcji elementów pracujących w ekstremalnych warunkach klimatycznych.

Przewagi rozwiązania

- zachowanie elastyczności i zdolności tłumienia drgań w temperaturach do **-80°C**,
- ograniczenie ryzyka pęknięcia i uszkodzeń elementów gumowych podczas eksploatacji,
- możliwość stosowania w wymagających warunkach arktycznych i wysokogórskich,
- możliwość wykorzystania do produkcji szerokiej gamy elementów technicznych.

Poziom gotowości technologicznej

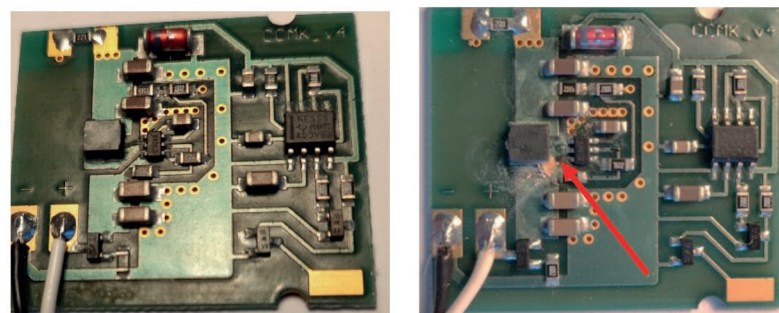
PGT 5 – opracowano mieszanki gumowe oraz wykonano elementy prototypowe o właściwościach potwierdzonych badaniami. Przeprowadzono testy laboratoryjne oraz wewnętrzne próby przemysłowe. Dalsze prace obejmują optymalizację składu mieszanki i badania w warunkach eksploatacyjnych.

Potencjał wdrożeniowy

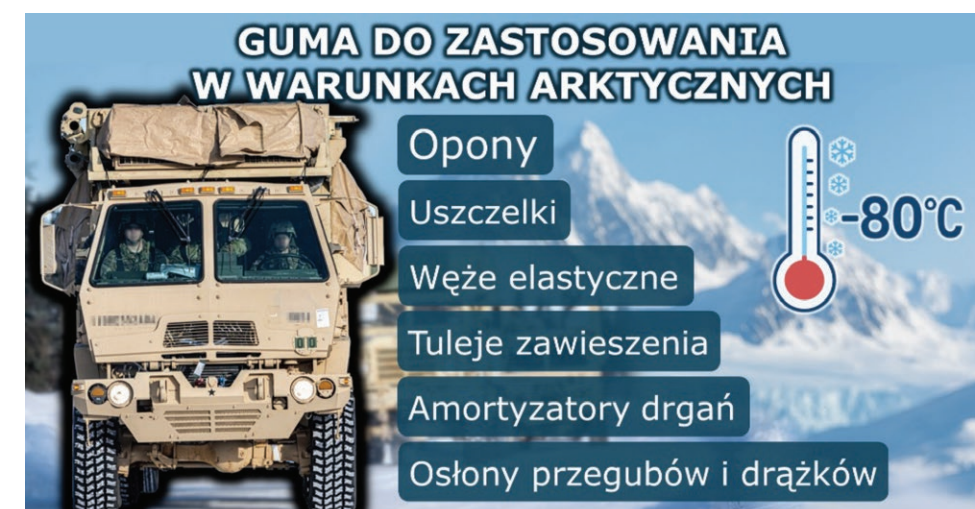
Technologia może zostać wdrożona do produkcji opon, uszczelnień, przewodów hydraulicznych, elementów zawieszenia, amortyzatorów drgań oraz innych komponentów przeznaczonych do pracy w ekstremalnie niskich temperaturach. Znajdzie zastosowanie w pojazdach wojskowych, specjalistycznych, maszynach pracujących w strefach polarnych oraz infrastrukturze krytycznej.

Wykonawca

Instytut Technologii Polimerów i Barwników Politechniki Łódzkiej.



Fotografie przetwornicy DC/DC pokrytej powłoką Parylenową (lewa) i niepokrytej (prawa). Zabezpieczony układ działał w lodzie, wodzie o różnej temperaturze przez 12 miesięcy. Niezabezpieczony układ przestał działać po 4 dniach.



35.

Warstwy przeciwzużyciowe do elementów uzbrojenia i układów napędowych

I11 – Instytut Inżynierii Materiałowej PŁ

Wyzwanie

Elementy systemów obronnych pracują w warunkach intensywnego zużycia, wysokich obciążeń mechanicznych, zmęczenia naprężeniowego i ciepłego oraz zmiennych warunków środowiskowych. Kluczowym wymaganiem jest zwiększenie trwałości eksploatacyjnej przy jednoczesnym ograniczeniu deformacji elementów i kosztów produkcji.

Opis technologii

Technologia metodą FNC (ferritic Nitrocarburizing) według zgłoszenia patentowego PL 450898 jest prowadzona w warunkach obniżonego ciśnienia w piecach retortowych ale również w uniwersalnych piecach próżniowych¹. Proces umożliwia wytwarzanie warstw powierzchniowych o wysokiej twardości, odporności na zużycie i korzystnych właściwościach tribologicznych, przy zachowaniu wysokiej dokładności wymiarowej obrabianych elementów. Technologia nie wymaga stosowania kąpieli solnych i jest przyjazna dla środowiska.

Przewagi rozwiązania

- wysoka odporność na zużycie ścierne i zatarcie,
- wysoka twardość powierzchni,
- wytwarzanie naprężeń ściskających ograniczających zmęczenie naprężeniowe i ciepłe,
- ograniczenie deformacji dzięki obróbce w zakresie ferrytycznym,
- możliwość wykorzystania istniejących pieców próżniowych,

- wysoka powtarzalność parametrów warstwy,
- ograniczenie emisji substancji szkodliwych i poprawa bezpieczeństwa procesu,
- niższe koszty eksploatacyjne w porównaniu z klasycznymi technologiami FNC.

Poziom gotowości technologicznej

PGT 8 – opracowano ostateczną wersję technologii i zweryfikowano ją na wsadach przemysłowych, przygotowano katalog parametrów technologicznych dla różnych aplikacji, została zakupiona licencja na wykorzystanie technologii w warunkach przemysłowych.

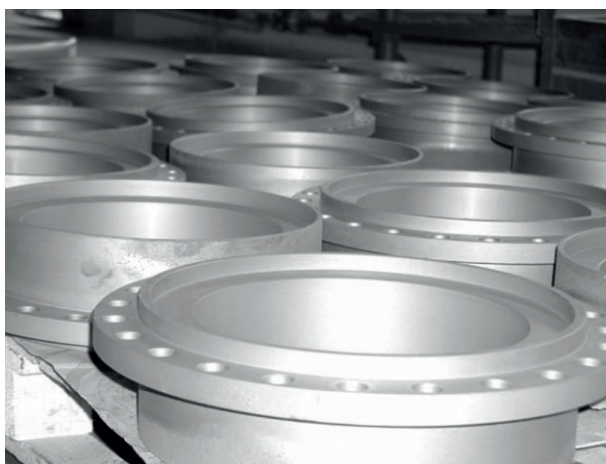
Potencjał wdrożeniowy

Technologia może zostać wdrożona przez producentów elementów dla przemysłu obronnego, maszynowego, energetycznego i lotniczego. Można ją implementować bardzo szeroko, zarówno do układów przeniesienia napędu, jak i luf. Szczególną zaletą jest możliwość adaptacji istniejących pieców próżniowych bez konieczności budowy nowych linii technologicznych.

Wykonawca

Instytut Inżynierii Materiałowej Politechniki Łódzkiej.

¹ S. Pawęta, R. Pietrasik. Sposób ferrytycznego azotonawęglania elementów stalowych w obniżonym ciśnieniu. Zgłoszenie patentowe PL 450898, 2025.



Przykład elementów konstrukcyjnych po procesie FNC w obniżonym ciśnieniu.

36.

Warstwy utwardzające do wysokoobciążonych przekładni i układów napędowych

I11 – Instytut Inżynierii Materiałowej PŁ

Wyzwanie

Elementy maszyn i urządzeń stosowane w systemach obronnych oraz infrastrukturze bezpieczeństwa wymagają bardzo wysokiej odporności na zużycie powierzchniowe i odpowiedniej wytrzymałości rdzenia. Klasyczne procesy nawęglania gazowego wiążą się z długim czasem prowadzenia procesu, ryzykiem utleniania powierzchni, ograniczoną kontrolą rozkładu węgla oraz koniecznością stosowania atmosfer procesowych o wysokim zużyciu gazów. Nowoczesne komponenty wykonane ze stali wysokostopowych oraz elementy o skomplikowanej geometrii wymagają bardziej precyzyjnych technologii obróbki cieplno-chemicznej.

Opis technologii

Technologia obejmuje nawęglanie niskociśnieniowe (LPC) metodą FineCarb prowadzone w atmosferze węglowodorów pod obniżonym ciśnieniem z możliwością bezpośredniego hartowania gazowego lub olejowego^{1,2}. Proces umożliwia precyzyjne kształtowanie profilu stężenia węgla w warstwie wierzchniej oraz uzyskanie jednorodnych warstw nawęglonych o wysokiej jakości metalurgicznej. Opracowane rozwiązania obejmują modelowanie i optymalizację procesów LPC dla różnych gatunków stali konstrukcyjnych, narzędziowych i specjalnych, a także dobór parametrów zapewniających wymaganą twardość, odporność zmęczeniową i trwałość eksploatacyjną elementów.

Przewagi rozwiązania

- możliwość nawęglania nowoczesnych wysokostopowych stali w wysokich temperaturach,
- wielokrotne skrócenie czasu tradycyjnego procesu atmosferycznego,
- wysoka jednorodność warstwy nawęglonej,
- brak utlenienia międzykrystalicznego powierzchni,
- skuteczne nawęglanie elementów o złożonej geometrii i gęsto upakowanych wsadów,
- ograniczenie zużycia gazów procesowych oraz niższy wpływ środowiskowy w porównaniu z nawęglaniem atmosferycznym,
- zwiększenie trwałości, niezawodności i odporności na zużycie kluczowych elementów mechanicznych układów pracujących pod wysokimi obciążeniami.

Poziom gotowości technologicznej

PGT 9 – technologia stosowana w produkcji przemysłu motoryzacyjnego i lotniczego, w tym w obróbce stali AISI 9310, Ferrium® C64TM, Pyrowear Alloy 53, M50NiL. Potwierdzono możliwość uzyskiwania warstw nawęglonych spełniających wymagania przemysłowe w zakresie twardości, głębokości warstwy efektywnej oraz właściwości eksploatacyjnych.

Potencjał wdrożeniowy

Technologia LPC wspiera rozwój nowoczesnych systemów obronnych poprzez zwiększenie trwałości, niezawodności i gotowości eksploatacyjnej kluczowych komponentów mechanicznych. Szczególnie istotna jest dla produkcji elementów napędowych, przekładni oraz mechanizmów pracujących pod wysokimi obciążeniami w pojazdach, systemach lotniczych, morskich i bezałogowych. Szczególnie korzystna jest w przypadku produkcji przekładni, kół zębatych, wałów, elementów układów przeniesienia napędu oraz części przeznaczonych do pracy w warunkach wysokich obciążeń i intensywnego zużycia śmigłowców i maszyn lotniczych.

Wykonawca

Instytut Inżynierii Materiałowej Politechniki Łódzkiej.

¹ P. Kula, J.Olejnik, P.Heilman. Method for under-pressure carburizing of steel workpieces. Patent EU 1,558,781, 2006.

² P. Kula, J.Olejnik, P.Heilman. Hydrocarbon gas mixture for the under pressure carburizing of steel. Patent EU 1,558,780 2007.



Elementy uzębione po nawęglaniu LPC i hartowaniu (źródło: Seco/Warwick S.A.)

37.

Materiały opatrunkowe użyteczne w zaopatrywaniu urazów pola walki

I32 – Instytut Chemii Organicznej PŁ oraz I42 – Instytut Włókiennictwa PŁ

Wyzwanie

Na polu walki lub podczas działań ratowniczych o przeżyciu poszkodowanego często decydują pierwsze minuty od odniesienia obrażeń. Kluczowe znaczenie ma szybkie zatamowanie krwawienia, zabezpieczenie rany oraz możliwość zastosowania prostych i skutecznych materiałów opatrunkowych dostosowanych do różnych rodzajów urazów. Wymaga to rozwiązań, które umożliwiają szybką aplikację oraz jednocześnie wspierają proces gojenia i ograniczają ryzyko zakażeń.

Opis technologii

Technologia obejmuje bioaktywny zestaw opatrunkowy przeznaczony do tamowania krwawień oraz wspomagania leczenia ran. W jego skład wchodzi **opatrunek chłonny z bandażem, tampon do ran postrzałowych i kłutych, włóknina oraz staza taktyczna**. Opracowane materiały bazują na biopolimerach i naturalnych związkach aktywnych, łącząc właściwości hemostatyczne, przeciwbakteryjne i bioresorbowalne. Wykorzystanie biopolimerów i związków aktywnych biologicznie zapewnia wysoką chłonność materiału oraz wspomaga proces gojenia i regeneracji uszkodzonych tkanek.

Przewagi rozwiązania

- kompleksowy zestaw do zaopatrywania różnych rodzajów ran,
- szybkie i skuteczne tamowanie krwawień,
- połączenie właściwości hemostatycznych, przeciwbakteryjnych i regeneracyjnych,
- bioresorbowalność i biokompatybilność materiałów,
- prosta aplikacja w warunkach pola walki i działań ratowniczych.

Poziom gotowości technologicznej

PGT 6 – opracowano bioaktywne materiały opatrunkowe oraz zweryfikowano ich właściwości funkcjonalne. Technologia jest przygotowana do dalszych prac wdrożeniowych i dostosowania do wymagań wyrobów medycznych.

Potencjał wdrożeniowy

Technologia może zostać wdrożona do produkcji specjalistycznych zestawów opatrunkowych przeznaczonych dla wojska, służb ratowniczych, ochrony zdrowia oraz producentów wyposażenia medycznego. Rozwiązanie znajdzie zastosowanie w medycynie pola walki, ratownictwie, zestawach pierwszej pomocy oraz wyposażeniu jednostek specjalnych.

Wykonawca

Instytut Chemii Organicznej Politechniki Łódzkiej oraz Instytut Włókiennictwa Politechniki Łódzkiej.



UNIWEKALNY ZESTAW OPATRUNKOWY

Innowacyjny, uniwersalny i komplementarny zestaw opatrunkowy składać się będzie:

- 1) Opatrunek chłonny zintegrowany z bandażem
- 2) Tampon przeznaczony do ran postrzałowych i kłutych
- 3) Włóknina
- 4) Staza taktyczna

38.

Bioaktywne powłoki do materiałów tekstylnych

I33 – Instytut Technologii Polimerów i Barwników PŁ

Wyzwanie

Podczas długotrwałych działań wojskowych, ratowniczych oraz kryzysowych tekstylia są intensywnie eksploatowane w warunkach ograniczonego dostępu do środków higieny. Sprzyja to rozwojowi drobnoustrojów na powierzchni materiałów, pogarsza bezpieczeństwo i komfort użytkowania oraz zwiększa wymagania dotyczące ich trwałości i odporności. Potrzebne są rozwiązania, które ograniczają rozwój mikroorganizmów, zachowując jednocześnie wysokie właściwości użytkowe i bezpieczeństwo stosowania.

Opis technologii

Technologia obejmuje bioaktywne powłoki przeznaczone do nanoszenia na tkaniny, dzianiny i włókniny, nadające materiałom tekstylnym właściwości biostatyczne. Rozwiązanie wykorzystuje **naturalne, biodegradowalne biopolimery** oraz **związki pochodzenia naturalnego**, dzięki czemu zachowuje ekologiczny charakter materiałów przy jednoczesnym ograniczaniu rozwoju drobnoustrojów. Technologia może być stosowana do wytwarzania odzieży, bielizny, prześcieradeł, wkładów klimatyzacyjnych oraz innych wyrobów tekstylnych przeznaczonych do zastosowań specjalistycznych. Aktywność biostatyczną zweryfikowano wobec bakterii *Escherichia coli* i *Staphylococcus aureus*, drożdży *Candida albicans*, pleśni *Aspergillus niger* oraz wirusów grypy A/H1N1 i A/H3N2.

Przewagi rozwiązania

- bioaktywna powłoka oparta na naturalnych, biodegradowalnych biopolimerach,
- możliwość nanoszenia na tkaniny, dzianiny i włókniny,
- ograniczenie rozwoju bakterii, grzybów i wirusów na powierzchni materiału,
- zwiększona odporność mechaniczna materiałów,
- ograniczona palność materiałów.

Poziom gotowości technologicznej

PGT 7 – opracowano bioaktywną kompozycję polimerową oraz technologię nanoszenia powłok na materiały tekstylne. Zweryfikowano właściwości biostatyczne rozwiązania oraz przygotowano warunki do wdrożenia technologii w skali technicznej.

Potencjał wdrożeniowy

Technologia może zostać wdrożona do produkcji odzieży, bielizny, prześcieradeł, tekstyliów medycznych oraz innych wyrobów wykonanych z tkanin, dzianin i włókien przeznaczonych dla wojska, służb ratowniczych, ochrony zdrowia, zarządzania kryzysowego oraz producentów specjalistycznych materiałów tekstylnych.

Wykonawca

Instytut Technologii Polimerów i Barwników Politechniki Łódzkiej.



Tekstylia z bioaktywną powłoką (anty-wirusowe, antygrzybicze i antybakteryjne).

39.

System VR wspomagający terapię zespołu stresu pourazowego (PTSD)

I25 – Instytut Mechatroniki i Systemów Informatycznych PŁ

Wyzwanie

Służby mundurowe są szczególnie narażone na występowanie zespołu stresu pourazowego (PTSD) oraz ostrych reakcji stresowych. Skuteczna terapia wymaga bezpiecznego odtwarzania sytuacji wywołujących stres i monitorowania reakcji pacjenta, jednak dostępne metody są kosztowne, trudne do standaryzacji i nie zawsze pozwalają na precyzyjną ocenę postępów leczenia.

Opis technologii

Technologia obejmuje system wykorzystujący rzeczywistość wirtualną (VR) do wspomagania terapii osób z zespołem stresu pourazowego. Rozwiązanie umożliwia prowadzenie kontrolowanych sesji terapeutycznych z wykorzystaniem immersyjnych scenariuszy oraz monitorowanie reakcji pacjenta z użyciem czujników biometrycznych, takich jak GSR i EEG. System wspiera ocenę postępów terapii i pozwala na dostosowanie przebiegu sesji do indywidualnych potrzeb pacjenta.

Przewagi rozwiązania

- możliwość prowadzenia terapii w kontrolowanym i bezpiecznym środowisku,
- obiektywna ocena reakcji pacjenta z wykorzystaniem sygnałów biometrycznych,

- możliwość monitorowania postępów terapii w czasie,
- indywidualizacja scenariuszy terapeutycznych,
- wsparcie specjalistów w prowadzeniu terapii PTSD.

Poziom gotowości technologicznej

PGT 5 – opracowano prototyp systemu oraz przeprowadzono badania pilotażowe z udziałem użytkowników. Trwają prace nad rozbudową scenariuszy terapeutycznych, walidacją kliniczną oraz oceną skuteczności rozwiązania w terapii osób z PTSD.

Potencjał wdrożeniowy

Technologia może zostać wdrożona w ośrodkach terapii psychologicznej i rehabilitacji, placówkach medycznych oraz jednostkach odpowiedzialnych za wsparcie psychiczne żołnierzy, funkcjonariuszy służb mundurowych i ratowników.

Wykonawca

Instytut Mechatroniki i Systemów Informatycznych Politechniki Łódzkiej.



Rys. 1. Środowisko w rzeczywistości wirtualnej.



Rys. 2. Wybrane czujniki biomedyczne (GRS i EEG).

40.

Musujące pastylki orodyspersyjne z zieloną kawą o przedłużonym działaniu pobudzającym i wspomagającym koncentrację

I54 – Instytut Technologii i Analizy Żywności PŁ

Wyzwanie

Podczas długotrwałego wysiłku fizycznego i psychicznego, realizacji zadań operacyjnych pożądane są rozwiązania umożliwiające szybkie i wygodne dostarczanie kofeiny wspierającej koncentrację i wydolność organizmu. Tradycyjne napoje i suplementy zawierające kofeinę nie zawsze są praktyczne w użyciu, a ich przygotowanie może być utrudnione w warunkach polowych. Poszukiwane są trwałe i łatwe w stosowaniu formy umożliwiające precyzyjne dawkowanie kofeiny.

Opis technologii

Technologia obejmuje musujące pastylki orodyspersyjne (ulegające szybkiemu rozpadowi i rozpuszczeniu bezpośrednio w jamie ustnej bez konieczności popijania), opracowane na bazie liofilizowanego, standaryzowanego ekstraktu z zielonej kawy o wysokiej zawartości kofeiny. Rozwiązanie wykorzystuje proces liofilizacji zapewniający wysoką stabilność ekstraktu oraz odpowiednio dobrany skład umożliwiający kontrolowane uwalnianie kofeiny i zapewnienie przedłużonego działania stymulującego, przy jednoczesnej poprawie właściwości sensorycznych poprzez ograniczenie charakterystycznej goryczy zielonej kawy. Skład pastylek uzupełniono o wyciągi roślinne o właściwościach adaptogennych, wspierające utrzymanie koncentracji i ograniczające nadmierne pobudzenie. Opracowany prototyp stanowi podstawę do dalszego doskonalenia właściwości teksturalnych, trwałości i profilu sensorycznego pastylek oraz przygotowania technologii do wdrożenia.

Przewagi rozwiązania

- szybkie i wygodne dostarczanie kofeiny bez konieczności przygotowywania napoju,
- precyzyjne dawkowanie kofeiny w każdej pastylce i wydłużone w czasie wchłanianie,
- długotrwały efekt pobudzenia i wsparcie koncentracji podczas zwiększonego wysiłku fizycznego i psychicznego,
- ograniczona gorycz, zwiększająca akceptowalność produktu przez użytkowników,
- wygodne stosowanie również podczas przemierzania się i wykonywania zadań w terenie,
- alternatywa dla napojów energetycznych i innych tradycyjnych źródeł kofeiny,
- wysoka zawartość kofeiny przy jednoczesnym zachowaniu naturalnych związków bioaktywnych zielonej kawy,
- właściwości antyoksydacyjne wynikające z obecności związków fenolowych.

Poziom gotowości technologicznej

PGT 4 – opracowano prototyp musujących rozpuszczalnych pastylek na bazie ekstraktu z zielonej kawy oraz zweryfikowano podstawowe założenia technologiczne i właściwości funkcjonalne. Przeprowadzona analiza stanu techniki nie wykazała przesłanek mogących ograniczać możliwość uzyskania ochrony patentowej dla opracowanego rozwiązania. Dalsze prace obejmują optymalizację składu, poprawę trwałości i właściwości mechanicznych pastylek, wykonanie serii prototypowych oraz walidację technologiczną i użytkową.

Potencjał wdrożeniowy

Technologia może zostać wdrożona do produkcji żywności funkcjonalnej, suplementów diety i nutraceutyków przeznaczonych dla służb mundurowych i ratowniczych, osób wykonujących pracę w warunkach zwiększonego obciążenia fizycznego i psychicznego, sportowców oraz użytkowników aktywnie spędzających czas w terenie, w tym turystów, wspinaczy i uczestników wypraw survivalowych.

Wykonawca

Instytut Technologii i Analizy Żywności Politechniki Łódzkiej.



41.

Koncentrat żywicy herbacianej do napojów funkcjonalnych

I54 – Instytut Technologii i Analizy Żywności PŁ

Wyzwanie

Długotrwałe działania terenowe, misje wojskowe, akcje ratownicze oraz sytuacje kryzysowe stawiają organizm w stanie ekstremalnego stresu fizycznego i psychicznego, zwiększając ryzyko odwodnienia, wyczerpania energetycznego oraz spadku koncentracji, co bezpośrednio zagraża powodzeniu operacji i bezpieczeństwu ludzi.

Istnieje zatem zapotrzebowanie na produkt, który nie tylko zabezpieczy podstawowe nawodnienie, ale wpłynie na odporność psychofizyczną, pobudzając do działania w momentach krytycznych lub ułatwiając regenerację i wyciszenie stresu w chwilach odpoczynku.

Opis technologii

Technologia obejmuje koncentrat z żywicy herbacianej przeznaczony do szybkiego przygotowania napoju funkcjonalnego poprzez rozpuszczenie w zimnej lub ciepłej wodzie. Produkt opracowano w dwóch wersjach: pobudzającej oraz wyciszającej. Wersja pobudzająca zawiera kofeinę, adaptogeny, witaminy z grupy B oraz wit. C, które błyskawicznie redukują zmęczenie, wyostają zmysły i podnoszą koncentrację podczas intensywnego wysiłku. Produkt w wersji uspokajającej zawiera adaptogeny i naturalne substancje uspokajające, które wyciszają układ nerwowy, redukują stres psychiczny i ułatwiają efektywny odpoczynek w krótkich przerwach między działaniami.

Opracowywana technologia zapewnia wysoką rozpuszczalność preparatu, stabilność składników aktywnych podczas przechowywania oraz wygodną postać jednorazowych opakowań przeznaczonych do transportu i stosowania w warunkach polowych.

Przewagi rozwiązania

- możliwość przygotowania napoju funkcjonalnego użyciem zimnej lub ciepłej wody,
- uzupełnienie witaminy C i witamin z grupy B,
- lekka i kompaktowa forma ułatwiająca transport oraz magazynowanie,
- brak dodatku cukrów,
- możliwość długotrwałego przechowywania produktu.

Poziom gotowości technologicznej

PGT 4 – przygotowano w pełni funkcjonalne prototypy i opracowano technologię ich wytwarzania w skali laboratoryjnej. Przeprowadzona analiza stanu techniki nie wykazała przesłanek mogących ograniczać możliwość uzyskania ochrony patentowej dla opracowanego rozwiązania. Dalsze prace obejmują walidację technologiczną i użytkową.

Potencjał wdrożeniowy

Technologia może znaleźć zastosowanie w produkcji żywności funkcjonalnej i suplementów diety przeznaczonych dla służb mundurowych, ratowniczych, organizacji humanitarnych oraz użytkowników rynku outdoor, w tym turystów, uczestników wypraw i osób aktywnych fizycznie.

Wykonawca

Instytut Technologii i Analizy Żywności Politechniki Łódzkiej.



42.

Platforma preparatów probiotycznych i postbiotycznych

K51 – Katedra Biotechnologii Środowiskowej PŁ

Wyzwanie

Długotrwały stres, ekspozycja na niekorzystne czynniki środowiskowe oraz intensywne obciążenie organizmu mogą prowadzić do zaburzeń mikrobioty jelitowej, osłabienia bariery skórnej i odporności. Dotyczy to szczególnie osób funkcjonujących w wymagających warunkach środowiskowych, takich jak żołnierze, ratownicy czy personel medyczny. Poszukiwane są preparaty wspomagające utrzymanie równowagi mikrobiologicznej oraz naturalnych mechanizmów ochronnych organizmu.

Opis technologii

Technologia obejmuje platformę preparatów opartych na wyselekcjonowanych szczepach probiotycznych oraz ich metabolitach (postbiotykach), przeznaczonych do wspomagania bariery jelitowej, regeneracji skóry i odporności organizmu. Rozwiązanie bazuje na doświadczeniach zdobytych podczas opracowania, opatentowania i wdrożenia preparatów probiotycznych **Latopic®**, rozwijając je o nowe formułacje przeznaczone do zastosowań w warunkach zwiększonego obciążenia środowiskowego i fizjologicznego. Platforma umożliwia opracowanie preparatów doustnych oraz zewnętrznych dostosowanych do różnych grup użytkowników i zastosowań.

Przewagi rozwiązania

- wykorzystanie zweryfikowanej platformy technologicznej opartej na doświadczeniach z wdrożonych preparatów **Latopic®**,

- możliwość opracowania preparatów doustnych i miejscowych w ramach jednej platformy technologicznej,
- jednoczesne wsparcie bariery jelitowej, skóry i naturalnej odporności organizmu,
- możliwość dostosowania preparatów do różnych zastosowań cywilnych i specjalnych,
- potencjał do opracowania produktów przeznaczonych do stosowania w warunkach zwiększonego obciążenia środowiskowego.

Poziom gotowości technologicznej

PGT 5 – rozwiązanie bazuje na wcześniej opracowanych, opatentowanych i wdrożonych preparatach probiotycznych oraz wynikach badań nad nowymi wariantami formułacji. Dalsze prace obejmą opracowanie nowych preparatów i przygotowanie ich do wdrożenia (docelowo PGT 8).

Potencjał wdrożeniowy

Technologia może znaleźć zastosowanie w produkcji preparatów probiotycznych i postbiotycznych, dermokosmetyków, wyrobów medycznych oraz żywności specjalnego przeznaczenia dla osób narażonych na zwiększone obciążenie środowiskowe, służb mundurowych, ratowniczych oraz personelu medycznego.

Wykonawca

Katedra Biotechnologii Środowiskowej Politechniki Łódzkiej.



Notatki

Notatki



Politechnika Łódzka

KONTAKT:

Centrum Badawcze Obronności
i Bezpieczeństwa Politechniki Łódzkiej,
90-530 Łódź, ul. Wólczańska 181 bud. A15 IIIp. pok. 305,
tel. 42 631 24 06, e-mail: cbob@adm.p.lodz.pl
www.p.lodz.pl/nauka/cbob





Politechnika Łódzka

KONTAKT:

Centrum Badawcze Obronności

i Bezpieczeństwa Politechniki Łódzkiej

90-530 Łódź, ul. Wólczańska 181 bud. A15 IIIp. pok. 305

tel. 42 631 24 06, e-mail: cbob@adm.p.lodz.pl

www.p.lodz.pl/nauka/cbob



Wrzesień 2026 r.

