



**Badania  
Innowacje  
Technologie  
2021**

---

**Politechnika  
Warszawska**



# WSTĘP

Katalog „Badania Innowacje Technologie 2021” to kolejna edycja publikacji prezentującej ofertę technologiczną Politechniki Warszawskiej. Publikacja skierowana jest do środowiska biznesu, przedsiębiorstw, które chciałyby zwiększyć swój potencjał konkurencyjny na rynku, korzystając z innowacyjnych rozwiązań opracowanych przez naukowców.



W Politechnice Warszawskiej działa wiele prężnych, młodych, ale jednocześnie bardzo doświadczonych zespołów badawczych. Różnorodność technologii zaprezentowanych w Katalogu to doskonały dowód na to, jak duży jest potencjał współpracy Politechniki Warszawskiej z biznesem.

Każda z prezentowanych technologii, oprócz opisu samej technologii, zawiera również informację na temat aktualnego poziomu gotowości technologicznej (TRL), co pozwala na ocenę tego, na jakim jest ona etapie rozwojowym i jak duże nakłady są jeszcze potrzebne, aby doprowadzić do jej ukończenia do wdrożenia. Ponadto opisywana dojrzałość rynku pozwala na oszacowanie potencjału innowacyjnego i wdrożeniowego prezentowanych technologii.

Serdecznie zachęcam Państwa do skorzystania z oferty technologicznej Politechniki Warszawskiej.

**PROF. DR HAB. INŻ. ADAM WOŹNIAK**  
**PROREKTOR DS. ROZWOJU**



# JAK CZYTAĆ OZNACZENIA?



## POZIOM TECHNOLOGICZNY

stopień zaawansowania określony jest poprzez poziom gotowości technologicznej (TRL):

- 1 rozpoczęcie badań naukowych
- 2 znalezienie możliwości zastosowania technologii
- 3 badanie w celu potwierdzenia koncepcji
- 4 weryfikacja laboratoryjna technologii
- 5 znalezienie możliwości zastosowania technologii
- 6 testy w środowisku symulującym rzeczywiste warunki
- 7 testy prototypu w warunkach operacyjnych
- 8 demonstracja ostatecznej formy technologii
- 9 technologia gotowa do wdrożenia



## KONKURENCJA

liczba podmiotów oferujących zbliżone do przedstawionego przez PW rozwiązania na rynku



## ODBIORCY

rodzaj podmiotów, które mogą stanowić grupę odbiorców oferowanego przez zespół rozwiązania



## DOJRZAŁOŚĆ RYNKU

stopień dojrzałości rynku

# ODKRYJ ROZWIĄZANIA PW

PRZEPŁYWOMIERZ Z OSCYLATOREM MECHANICZNYM	6
CZUJNIK MIKRODCHYLEŃ KĄTOWYCH	8
INTERFEROMETRYCZNY SYSTEM POMIAROWY Z DIODĄ LASEROWĄ	10
SYSTEM OF OPTIMIZATION AND DESIGN IN AEROSPACE – SODA	12
CYFROWA KOLEJ. CYFROWY BLIŹNIAK APLIKACJI ETCS	14
SZYBKIE I DOKŁADNE ODNAJDYWANIE UKRYTYCH ŹRÓDEŁ INFORMACJI W SIECI ZŁOŻONEJ	16
GTS-LOG: MODUŁ SZYBKIEGO TWORZENIA SZEREGÓW CZASOWYCH Z LOGÓW TEKSTOWYCH NA PROCESORZE GPU	18
USPRAWNIANIE PROCESÓW PRODUKCYJNYCH Z WYKORZYSTANIEM MODELOWANIA MATEMATYCZNEGO	20
SUSTAINABLE INDUSTRY 4.0 – MODEL DORADCZY	22
WZMACNIACZE MOCY DO SYSTEMÓW AWIONICZNYCH Z TRANZYSTORAMI HEMT GAN ON SI	24
ELEKTRYCZNY UKŁAD NAPĘDOWY Z MASZYNĄ RELUKTANCYJNĄ PRZEŁĄCZALNĄ	26
BADANIA MECHANICZNE Z UŻYCIEM MINIATUROWYCH PRÓBEK	28
ULTRADŹWIĘKOWY ATOMIZER, PLATFORMA BADAWCZA – REPOWDER	30
AUTOMATYCZNE ROZPUSZCZANIE STRUKTUR PODPOROWYCH ORAZ WYKOŃCZENIA POWIERZCHNI – SAFEETCH	32
BIOBÓJCZE CZĄSTKI NANOKOMPOZYTOWE O SZEROKIM SPEKTRUM DZIAŁANIA – ADJ NANOTECHNOLOGY	34

# PRZEPŁYWOMIERZ Z OSCYLATOREM MECHANICZNYM

Rozwiązanie stanowi innowację produktową.

## Zastosowania

Przepływomierze z oscylatorem mechanicznym są przeznaczone do pomiaru cieczy i gazów. Zostały sprawdzone w szerokim zakresie w warunkach przemysłowych, dla takich cieczy jak zimna i gorąca woda, nafta, paliwo lotnicze, ścieki (wstępnie oczyszczone), siarka płynna i inne ciecze występujące w procesach technologicznych w przemyśle chemicznym i spożywcym. Znalazły też szerokie zastosowanie do pomiaru gazów i mieszanin gazowych, takich jak powietrze, tlen, azot, acetylen, wodór. W specjalnych wykonaniach są stosowane do nietypowych płynów, jak np. ciekły azot, tlen, skroplony gaz ziemny, biogaz.

## Jak to działa?

Przepływomierz z oscylatorem mechanicznym składa się z czujnika przepływu, którego wielkość i zakres pomiarowy zależy od średnicy rurociągu oraz uniwersalnego wzmacniacza sygnału. Przepływający przez przepływomierz płyn jest dzielony przez rozdzielacz strumienia na dwa strumienie, które oddziałują na wahlwie ułożony oscylator.

## Autorzy technologii:

- » prof. dr hab. inż. Mateusz Turkowski (Instytut Metrologii i Inżynierii Biomedycznej, Wydział Mechatroniki PW)
- » dr inż. Maciej Szudarek (Instytut Metrologii i Inżynierii Biomedycznej, Wydział Mechatroniki PW)
- » dr Grzegorz Rosłonek (PGNiG S.A.)
- » dr inż. Adam Bogucki (PGNiG S.A.)
- » konsorcjum: PW, PGNiG S.A., Centralne Laboratorium Pomiarowo-Badawcze

Do oscylatora przytwierdzony jest magnes, który drgając wraz z oscylatorem, indukuje w cewce umieszczonej na zewnątrz korpusu przemienną siłę elektromotoryczną. Strumień objętości jest wyznaczany na bazie częstotliwości sygnału impulsowego z przepływomierza.

## Podstawowe parametry metrologiczne

Dzięki specjalnej konstrukcji łożysk, która w znacznym stopniu zapewnia samooczyszczanie, czujnik przepływomierza jest odporny na zanieczyszczenia mechaniczne. Niepewności pomiaru są zależne od średnicy czujnika i mierzonego płynu oraz żądanej zakresowości. Dla cieczy 0,5 – 1,5%, dla gazów 1,5 do 2-krotnie większe. Przy wykorzystaniu funkcji korekcji nieliniowości możliwe jest zmniejszenie niepewności do poziomu 0,3%.



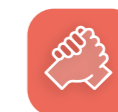
## Elementy wyróżniające rozwiązanie spośród dostępnych konkurencyjnych rozwiązań

- uniwersalność – przepływomierz był sprawdzony w warunkach zarówno wysoko- i niskotemperaturowych,
- trwałość – w proponowanym rozwiązaniu występuje łożysko nożowe, cechujące się większą trwałością niż wrażliwe łożyskowanie przepływomierzy turbinowych,
- cena – prostota konstrukcji może przełożyć się na niską cenę względem konkurencyjnych rozwiązań.



## POZIOM TECHNOLOGICZNY

etap 5: 7-9 poziom dojrzałości TRL



## KONKURENCJA

duża konkurencja (wiele podmiotów)



## GŁÓWNI ODBIORCY

duże firmy korporacje międzynarodowe



## DOJRZAŁOŚĆ RYNKU

rynek jest w fazie dojrzałego rozwoju

# CZUJNIK MIKROODCHYLEŃ KĄTOWYCH

## Jak to działa?

Powszechnie znane są interferometry dwuwiazkowe, w których wiązka wejściowa rozdzielana jest na wstępie na dwie biegnące w dwóch ramionach interferometru. Wiązka laserowa w każdym jego ramieniu jest zwykle kierowana przez kilka powierzchni odbijających do drugiego (wyjściowego) dzielnika wiązki. Ten rozdzielacz wiązki łączy następnie obie wiązki, aby spowodować ich interferencję. Jeżeli wiązka wpadająca do interferometru (tj. wiązka padająca na wejściowy rozdzielacz wiązki) jest odchylana o niewielki kąt w płaszczyźnie interferometru, a w obu ramionach interferometru występuje taka sama ilość odbić (uogólniając, jeżeli w obu ramionach jest jednocześnie albo parzysta, albo nieparzysta liczba odbić), to obie interferujące wiązki na wyjściu układu ulegają odchyleniu o ten sam kąt w tym samym kierunku, nie wpływając na efekt interferencji w postaci analizowanych prążków świetlnych, co zresztą jest korzystne w układach interferometrycznych, w których zliczane są przesuwające się prążki.

## Elementy wyróżniające rozwiązanie spośród dostępnych konkurencyjnych rozwiązań

Autorzy omawianego czujnika udowodnili (opis można znaleźć w publikacjach naukowych), że jeżeli ilość odbić wiązki w obu ramionach interferometru będzie

## Autor technologii:

- » prof. dr hab. inż. Marek Dobosz  
(Instytut Metrologii i Inżynierii Biomedycznej,  
Wydział Mechatroniki PW)

się różniła o nieparzystą liczbę, to w efekcie odchylenie wiązki na wejściu interferometru spowoduje odchylenie wiązek interferujących o tę samą wartość kątową, lecz w przeciwnych kierunkach. W ten sposób zmienia się kąt interferencji, powodując zmianę okresu obserwowanych prążków interferencyjnych. Autorzy czujnika opracowali system fotodetekcyjny i algorytmy analizy sygnałów z poszczególnych fotodetektorów, tak by wyznaczyć zmianę okresu prążków i przeliczyć ją na zmianę kąta interferencji i ostatecznie zmianę położenia kąтового wiązki wejściowej interferometru.

Autorzy projektu zaproponowali bardzo prostą realizację techniczną wspomnianej metody w postaci zintegrowanego układu optycznego składającego się z jednej kostki światłodzielącej ze sklejonymi z nią dwoma pryzmatami: pryzmatem prostokątnym i pryzmatem narożnym. Dzięki takiej konstrukcji uzyskano niezwykle czułość na odchylenia kątowe wiązki lasera przy minimalnych gabarytach układu pomiarowego.

Opracowany czujnik mikroodchyłeń kątowych jest urządzeniem unikalnym w skali światowej pod względem zasady działania i parametrów metrologiczno-użytkowych w wybranej płaszczyźnie.

## Zastosowanie

Modele czujnika wykonano do pomiaru w jednej płaszczyźnie i przetestowano wersje do pomiarów przestrzennych oraz do zastosowania w systemie stabilizacji kierunku osi wiązki.

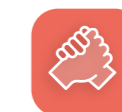
## Podstawowe cechy i parametry metrologiczne

- Czujnik zawiera wewnętrzne i zewnętrzne oprogramowanie.
- Zaletą urządzenia są małe rozmiary 50 x 35 x 30 mm (wraz z elektroniką).
- Sensor charakteryzuje się niezwykle wysoką rozdzielczością sięgającą 25 nrad. Dokładność wynosi  $\pm 0,5 \mu\text{rad} \pm 0,005\alpha$  ( $\alpha$  – mierzony kąt). Zakres pomiarowy wynosi ok. 360  $\mu\text{rad}$ .



## POZIOM TECHNOLOGICZNY

etap 4: 4-6 poziom  
dojrzałości TRL



## KONKURENCJA

brak konkurencji



## GŁÓWNI ODBIORCY

małe i średnie firmy



## DOJRZAŁOŚĆ RYNKU

rynek dopiero powstaje



# INTERFEROMETRYCZNY SYSTEM POMIAROWY Z DIODĄ LASEROWĄ

Zespoły interferometru pomiarowego systemu stanowią jedną z kilku konfiguracji optycznych, które pozwalają na pomiary przemieszczeń liniowych i kątowych. O ile konfiguracje te są ogólnie znane i wykorzystywane w metrologii współrzędnościowej, o tyle dzięki zastosowaniu wiązki o małej średnicy (4 mm) wymiary gabarytowe elementów składowych układu pomiarowego są ok. 2-krotnie mniejsze niż w komercyjnie dostępnych urządzeniach. Opracowany system pomiarowy pozwala przykładowo na sprawdzanie błędów pozycjonowania, błędów rotacyjnych maszyn współrzędnościowych, obrabiarek CNC i wszelkich urządzeń wykonujących precyzyjne ruchy.

W skład systemu wchodzi: głowica laserowa ze stabilizowaną interferencyjnie diodą laserową, optyczne zespoły pomiarowe, karta licznika – interpolatora, kompensator warunków otoczenia, oprogramowanie, mechaniczne zespoły mocujące i adiustacyjne.

## Jak to działa?

Wiązka emitowana przez głowicę laserową wprowadzana jest do zespołu interferometru pomiarowego, w którym jeden z elementów stanowi ruchomy reflektor pomiarowy. Sygnał interferencyjny po odbiorze w głowicy przez układ fotodetekcyjny przetwarzany jest

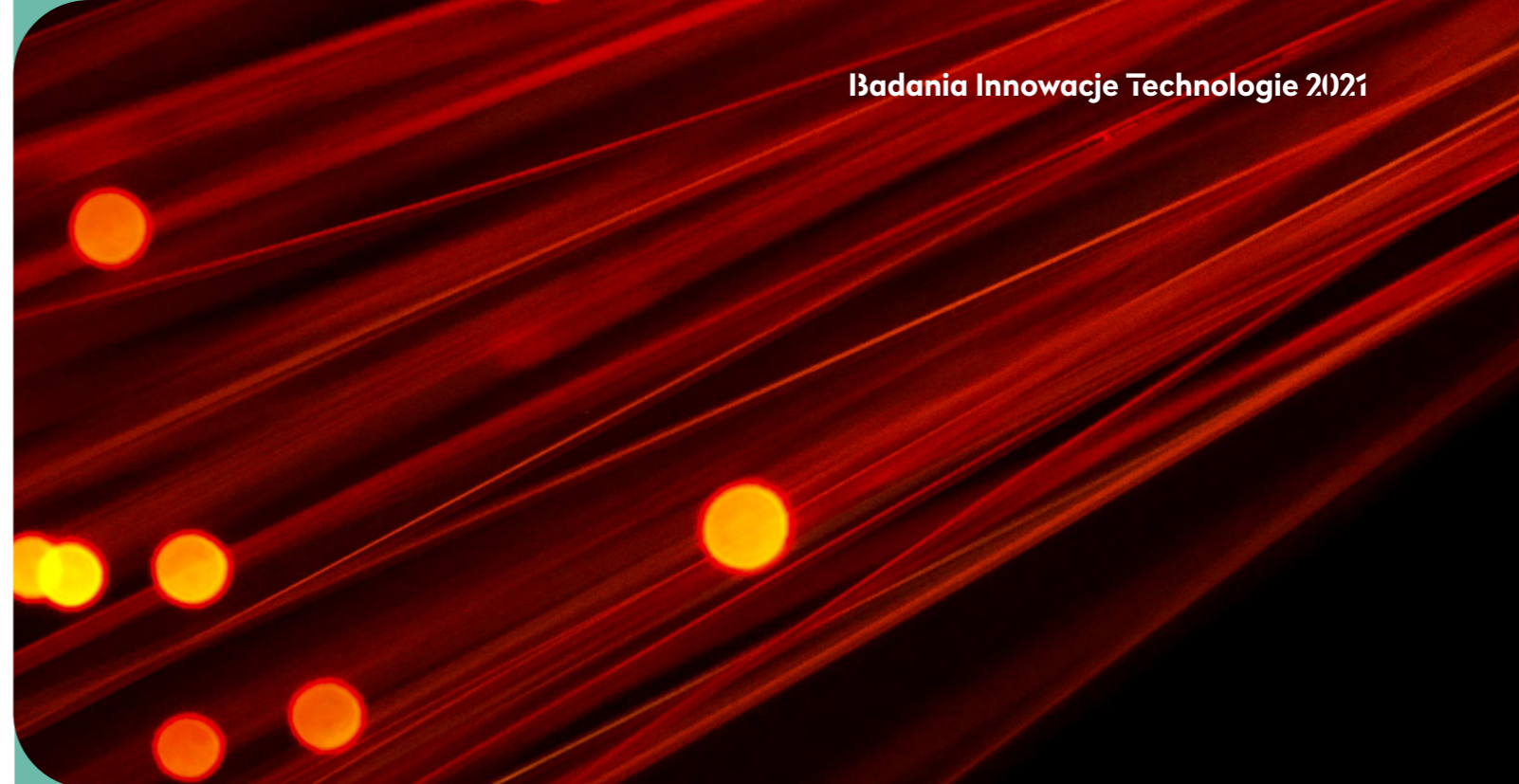
## Autor technologii:

- » prof. dr hab. inż. Marek Dobosz  
(Instytut Metrologii i Inżynierii Biomedycznej,  
Wydział Mechatroniki PW)

na odpowiedni sygnał elektryczny, który podawany jest do układu licznika i interpolatora, który z kolei zamienia go na informację o przemieszczeniu reflektora. Informacja ta przekazywana jest do użytkownika za pośrednictwem komputera typu PC.

## Elementy wyróżniające rozwiązanie spośród dostępnych konkurencyjnych rozwiązań

Opracowana głowice laserowa zasilająca interferometr pomiarowy jest całkowicie oryginalnym urządzeniem zawierającym szereg opatentowanych rozwiązań, w którym zastosowano niedrogą diodę laserową jako źródło światła. Do stabilizacji częstotliwości lasera (co jest niezbędne dla celów pomiarowych) autorzy opracowali nową metodę polegającą na wykorzystaniu interferencji światła powstałej w wyniku odbici wiązki przechodzącej przez klin optyczny wykonany ze specjalnie dobranego materiału. W głowicy laserowej znajduje się też opracowany przez autorów nowatorski system odbiorczy prążków interferencyjnych oparty na analizie prążków interferencyjnych o skończonym okresie za pomocą zintegrowanego fotodetektora o niewielkich rozmiarach, składającego się z 13 odpowiednio rozmieszczonych fotoelementów przy użyciu nowych algorytmów przetwarzania sygnału zapewniających minimalizację błędów pomiaru.



## Podstawowe parametry metrologiczne

- Zakres pomiarowy przemieszczeń liniowych i kątowych odpowiednio: 3,5 m oraz  $\pm 5^\circ$ .
- Maksymalna rozdzielczość przemieszczeń liniowych i kątowych odpowiednio: 0,3 nm i 0,5".
- Względna niestabilność długości fali w próżni w przeciągu 8 h: ok.  $5 \cdot 10^{-8}$  (średnia odchyłka względna).
- Względna niedokładność pomiaru przemieszczeń liniowych  $10^{-6}$ .



## POZIOM TECHNOLOGICZNY

etap 3: 1-3 poziom  
etap 4: 4-6 poziom  
dojrzałości TRL



## KONKURENCJA

mała konkurencja



## DOJRZAŁOŚĆ RYNKU

rynek dopiero powstaje



# SYSTEM OF OPTIMIZATION AND DESIGN IN AEROSPACE — SODA

W zakresie pojedynczych analiz na rynku istnieje wiele narzędzi obliczeniowych do projektowania statków powietrznych, jednak nie są one połączone w spójny system projektowania i optymalizacji.

## Konkurencja

Istnieje zaledwie kilka projektów badawczych (członkowie Zespołu uczestniczyli w jednym z nich) z zakresu zintegrowanego projektowania i optymalizacji opracowanych z myślą o specjalistycznym wsparciu dla statków powietrznych oraz jedno rozwiązanie komercyjne do zastosowań lotniczych. Tego typu narzędziami numerycznymi dysponują również największe firmy lotnicze jak Airbus, Boeing, Lockheed-Martin, Nortroph Grumman, które nie udostępniają swojego oprogramowania. Jedynie amerykańska firma DARcorporation oferuje swoim klientom tego typu rozwiązania.

## Zapotrzebowanie

Dynamicznie rozwijający się sektor Bezzałogowych Statków Powietrznych wskazuje na potencjalne zainteresowanie rynku tego typu produktem.

## Autorzy technologii:

- » dr hab. inż. Tomasz Goetzendorf -Grabowski, prof. uczelni (Instytut Techniki Lotniczej i Mechaniki Stosowanej, Wydział Mechaniczny Energetyki i Lotnictwa PW)
- » dr inż. Jacek Mieloszyk (Instytut Techniki Lotniczej i Mechaniki Stosowanej, Wydział Mechaniczny Energetyki i Lotnictwa PW)

## Na czym polega innowacja?

Prezentowane rozwiązanie polega na stworzeniu zintegrowanego systemu do projektowania i optymalizacji statków powietrznych.

Zespół od dawna pracuje nad numerycznymi narzędziami do projektowania i optymalizacji statków powietrznych, które z sukcesem wykorzystuje we własnych projektach. Obecnie istnieją poszczególne elementy systemu, jak również przykłady jego integracji.

Nadal potrzebne są jednak nakłady na ściślejszą integrację systemu, stworzenie przyjaznego interfejsu dla użytkowników wraz ze szczegółową dokumentacją użytkową.

## Elementy wyróżniające rozwiązanie spośród dostępnych konkurencyjnych rozwiązań

W wielu przypadkach analizy wykorzystywane do projektowania i optymalizacji w zespole PW są bardziej zaawansowane niż konkurencyjne rozwiązania.



## POZIOM TECHNOLOGICZNY

etap 5: 7-9 poziom dojrzałości TRL



## KONKURENCJA

mała konkurencja



## GŁÓWNI ODBIORCY

osoby fizyczne  
mikroprzedsiębiorstwa  
małe, średnie i duże firmy  
korporacje międzynarodowe



## DOJRZAŁOŚĆ RYNKU

rynek się rozwija

# CYFROWA KOLEJ. CYFROWY BLIŹNIAK APLIKACJI ETCS

„Cyfrowa kolej” to projekt ramowy – inicjatywa, która jest odpowiedzią na procesy cyfryzacji zachodzące w sterowaniu ruchem kolejowym widoczne na poziomie europejskim (np. program Digital Rail for Germany). Głównym motorem napędowym tych procesów jest wdrażanie w całej Europie systemu automatycznego sterowania pociągiem ERTMS/ETCS jako istotnego elementu interoperacyjności europejskiego systemu kolei.

## Na czym polega?

Cyfrowy bliźniak to odwzorowanie rzeczywistego systemu w wirtualnej postaci, na którą składają się struktury danych i algorytmy.

Składa się z trzech podstawowych elementów:

- przestrzeni rzeczywistego systemu,
- przestrzeni cyfrowego odwzorowania,
- łącza zapewniającego przepływ danych pomiędzy obiema przestrzeniami.

Rzeczywisty system jest wyposażony w czujniki, rejestratory, które zbierają informacje o jego stanie i zdarzeniach w nim występujących. Poprzez łącze danych zbierane informacje trafiają do cyfrowego bliźniaka, gdzie są gromadzone. Opisują one zarówno aktualny stan, jak i historię działania rzeczywistego systemu. Algorytmy implementowane przez środowisko cyfrowego

## Autor technologii:

- » dr inż. Andrzej Kochan  
(Ośrodek Certyfikacji Transportu,  
Zakład Sterowania Ruchem i Infrastruktury Transportu,  
Wydział Transportu PW)

bliźniaka przetwarzają zgromadzone dane z zastosowaniem symulacji i technik analizy danych. Uzyskana w ten sposób nowa wiedza na temat rzeczywistego systemu trafia z powrotem do jego przestrzeni, gdzie jest wykorzystywana do optymalizacji wybranych aspektów jego struktury i działania.

## Jak to działa?

Cyfrowy bliźniak aplikacji ETCS (CBAE) tworzy cyfrowe odwzorowanie rzeczywistego systemu zainstalowanego na linii kolejowej. Stanowi główny komponent infrastruktury CBAE, któremu towarzyszą komponenty monitora CBAE oraz Wirtualnego Laboratorium. Monitor pozwala na bieżącą analizę odwzorowanego systemu natomiast Wirtualne Laboratorium stanowi przestrzeń dla prowadzenia badań nad rzeczywistym systemem. W Wirtualny Laboratorium poprzez zastosowanie innowacyjnej metody projektowania - wirtualnego prototypowania użytkownik w szybki i interaktywny sposób może tworzyć różne konfiguracje aplikacji ETCS, które na bieżąco są weryfikowane pod kątem zasad projektowania. Zbudowane modele mogą być dalej testowane poprzez symulację scenariuszy operacyjnych, która jest drugą z głównych usług oferowanych przez Wirtualne Laboratorium. Scenariusze operacyjne są uznawane w branży kolejowej metodą weryfikacji poprawności współpracy elementów systemu ETCS i jego otoczenia. Ta funkcjonalność daje możliwość zweryfikowania i zwalidowania rzeczywistego systemu, co jest niemożliwe przy pomocy testów dynamicznych z użyciem rzeczywistego pociągu. Wszystkie dane konfiguracyjne



i operacyjne pojawiające się w infrastrukturze CBAE trafiają do archiwum, które jest źródłem informacji dla analiz pozwalających na wydobywanie nowej wiedzy o rzeczywistym systemie.

## Zastosowanie

W ostatnich latach można zauważyć znaczny wzrost zainteresowania koncepcją cyfrowego bliźniaka. Gartner, wiodąca globalna firma badawcza doradczą, określiła cyfrowego bliźniaka jako jeden z dziesięciu najważniejszych strategicznych trendów technologicznych w 2019 r. Jednocześnie Grand View Research prognozuje, że rynek CB wzrośnie do 27,06 mld USD do 2025 r., co stanowi około dziesięciokrotny wzrost z 2,26 mld USD w 2017 r.

Rozwiązanie dedykowane jest dla przemysłu transportowego, który znajduje się we wczesnej fazie wdrażania.

## Elementy wyróżniające rozwiązanie spośród dostępnych konkurencyjnych rozwiązań

Koncepcja prezentowana przez nasz zespół łączy ze sobą wykorzystanie wiedzy z zakresu technologii informatycznych z wiedzą inżyniera transportu, w tym projektanta, producenta i użytkownika oraz eksperta z dziedziny formalnoprawnej.



## POZIOM TECHNOLOGICZNY

etap 2: Znalezienie możliwości zastosowania



## KONKURENCJA

mała konkurencja



## GŁÓWNI ODBIORCY

duże firmy  
korporacje międzynarodowe



## DOJRZAŁOŚĆ RYNKU

rynek jest w fazie  
dojrzałego rozwoju



# SZYBKIE I DOKŁADNE ODNAJDYWANIE UKRYTYCH ŹRÓDEŁ INFORMACJI W SIECI ZŁOŻONEJ

Opracowaliśmy bardzo szybki i dokładny algorytm odszukiwania pierwotnych źródeł informacji rozprzestrzeniającej się w sieci złożonej.

## Na czym polega?

Metoda opiera się na gradientowej analizie położenia miejsc sieci, które mogą być źródłami sygnału. Algorytm działa w oparciu o metodę największej wiarygodności i potrafi wskazać najbardziej prawdopodobne źródło informacji, posiadając bardzo ograniczone dane wejściowe dotyczące występowania tej informacji w sieci. Oznacza to, że aby odszukać miejsce pochodzenia informacji, nie jest konieczne prześledzenie całej drogi, jaką przebyła informacja, co często jest niemożliwe. Do użycia algorytmu wystarczy zbiór kilku – kilkunastu obserwacji (pary węzeł – czas) oraz znajomość połączeń w sieci.

## Autorzy technologii:

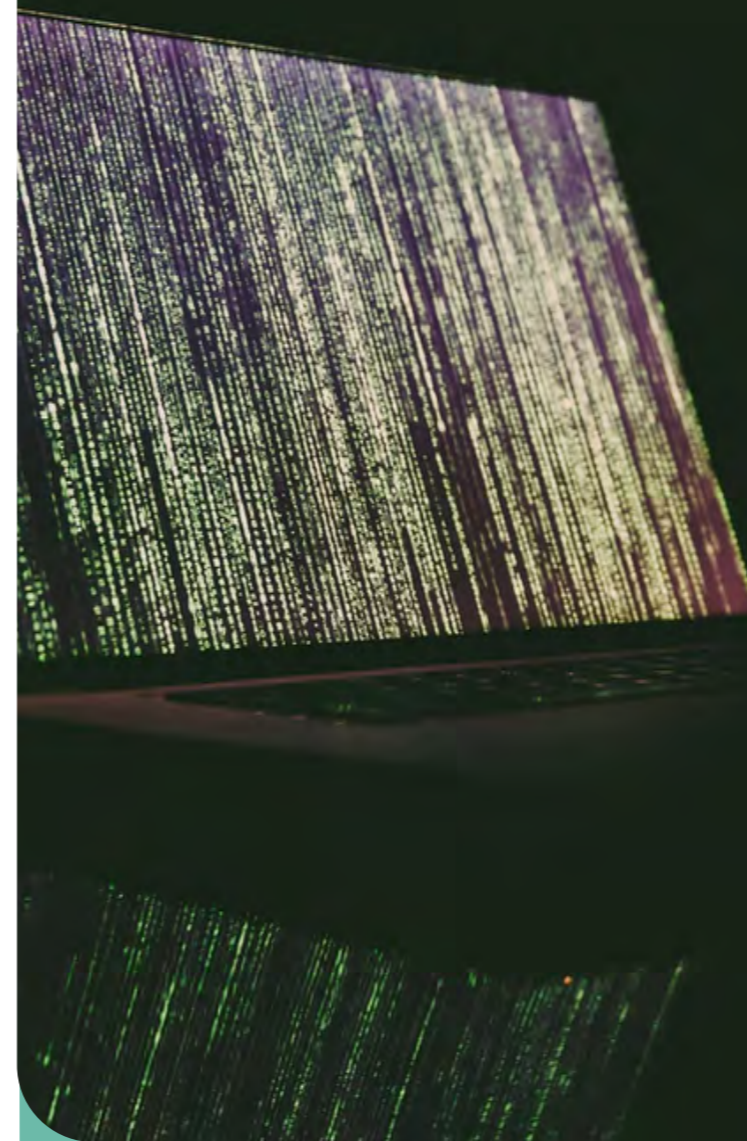
- » prof. dr hab. inż. Janusz Hołyst  
(Pracownia Fizyki w Ekonomii i Naukach Społecznych, Wydział Fizyki PW)
- » dr inż. Robert Paluch  
(Pracownia Fizyki w Ekonomii i Naukach Społecznych, Wydział Fizyki PW)
- » dr inż. Krzysztof Suchecki  
(Pracownia Fizyki w Ekonomii i Naukach Społecznych, Wydział Fizyki PW)

## Elementy wyróżniające rozwiązanie spośród dostępnych konkurencyjnych rozwiązań

Zaletą metody jest jej niska złożoność obliczeniowa, a w związku z tym szybkość, dzięki której możliwe jest odszukiwanie źródeł nawet w sieciach złożonych z wielu milionów węzłów. Zaletą metody jest jej niska złożoność obliczeniowa, a w związku z tym szybkość, dzięki której możliwe jest odszukiwanie źródeł nawet w sieciach złożonych z wielu milionów węzłów.

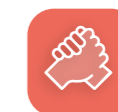
## Zastosowanie

Przykładem zastosowania może być lokalizacja ogniska epidemii (węzłami są miejscowości) lub niejawnego źródła fake newsa (węzłami są konta użytkowników w sieci społecznościowej).



## POZIOM TECHNOLOGICZNY

etap 1: idea/pomysł



## KONKURENCJA

mała konkurencja



## GŁÓWNI ODBIORCY

małe i średnie firmy  
duże firmy



## DOJRZAŁOŚĆ RYNKU

rynek się rozwija

# GTS-LOG: MODUŁ SZYBKIEGO TWORZENIA SZEREGÓW CZASOWYCH Z LOGÓW TEKSTOWYCH NA PROCESORZE GPU

W wielu systemach komputerowych elementy rozproszonej infrastruktury raportują do centralnego miejsca monitorowania swój stan w postaci wpisów w tekstowych logach. Logi takie mogą zebrać miliardy wpisów, które należy przetworzyć na informację numeryczną i zapisać w bazie danych szeregów czasowych w ograniczonym czasie (ang. real-time). Do tego celu zwykle stosuje się rozproszone systemy przetwarzania oparte na metodzie map-reduce, które potrafią dobrze się skalować na wiele maszyn, aby w ten sposób uzyskać potrzebną wydajność.

## Na czym polega?

Zastosowanie naszego modułu szybkiego tworzenia szeregów czasowych z logów tekstowych na procesorze GPU (GTS-LOG) pozwala wyeliminować złożoną i kosztowną architekturę i uzyskać potrzebną wydajność na jednej maszynie wyposażonej w kartę obliczeniową. Rozwiązanie takie będzie prowadziło do oczywistych oszczędności zużycia prądu, miejsca, zasobów i kosztów personelu. Nasze rozwiązanie zostało przetestowane na rzeczywistym przypadku w środowisku zbliżonym do przemysłowego, gdzie udowodniło swoją ogromną

## Autor technologii:

- » dr inż. Krzysztof Kaczmarek  
(Zakład Systemów Przetwarzania Informacji,  
Wydział Matematyki i Nauk Informacyjnych PW)
- » inż. Stanisław Piotrowski (PW)
- » inż. Artur Niewiadomski (PW)

wydajność znacznie przekraczającą inne rozwiązania tego typu. W szczególności system jest w stanie dopasowywać dane tekstowe, adresy IP i parować liczby z wydajnością sięgającą dziesiątek milionów dopasowań na sekundę. Przetwarzanie całych linii logów tekstowych może osiągać wydajność na poziomie 10 milionów linii na sekundę na pojedynczej karcie GPU. Architektura systemu zaprojektowana jest w taki sposób, że jego wydajność może wzrastać przy użyciu większej liczby kart GPU zamontowanych w pojedynczej maszynie.

## Zastosowanie

Moduł GTS-LOG może być zastosowany wszędzie tam, gdzie przetwarzane są dane zbierane w postaci logów tekstowych, przy czym format tych logów ma drugorzędne znaczenie. Największym atutem systemu jest jego prędkość, szczególnie więc pomocny będzie w miejscach, gdzie wymagane jest przetwarzanie danych w czasie rzeczywistym, w systemach monitorowania, IoT, telekomunikacji, dystrybucji treści itp.

## Elementy wyróżniające rozwiązanie spośród dostępnych konkurencyjnych rozwiązań

GTS-LOG posiada szerokie możliwości konfiguracji dla różnorodnych pól plików w formacie Apache Log oraz bardzo dużą prędkość przetwarzania danych tekstowych.



## POZIOM TECHNOLOGICZNY

etap 4: 4-6 poziom  
dojrzałości TRL



## KONKURENCJA

mała konkurencja



## GŁÓWNI ODBIORCY

duże firmy



## DOJRZAŁOŚĆ RYNKU

rynek jest w fazie  
dojrzałego rozwoju



# USPRAWNIANIE PROCESÓW PRODUKCYJNYCH Z WYKORZYSTANIEM MODELOWANIA MATEMATYCZNEGO

Przedstawiane rozwiązanie dotyczy matematycznego modelowania procesów produkcyjnych i stanowi innowacyjne podejście do usprawniania procesów produkcyjnych z wykorzystaniem programów komputerowych.

## Na czym polega?

W ramach prowadzonych działań Zespół skupia się na:

- opracowywaniu modeli matematycznych procesów, w tym modeli symulacyjnych z wykorzystaniem posiadanych narzędzi informatycznych,
- opracowywaniu dedykowanych algorytmów optymalizacji procesów z wykorzystaniem wybranych technologii informatycznych do ich implementacji,
- prowadzeniu eksperymentów obliczeniowych lub symulacyjnych w zakresie opracowywanych modeli i algorytmów, jako elementów wspomagających podejmowanie decyzji biznesowych,
- wdrażaniu uzyskiwanych wyników w przedsiębiorstwach i organizacjach.

## Autorzy technologii:

- » dr inż. Cezary Szwed (Zakład Zarządzania Produkcją, Procesami i Projektami, Wydział Zarządzania PW)
- » dr inż. Justyna Smagowicz (Zakład Zarządzania Produkcją, Procesami i Projektami, Wydział Zarządzania PW)

Dodatkowo Zespół prowadzi prace w zakresie:

- budowy modeli procesów biznesowych, z wykorzystaniem podejścia symulacyjnego, dla potrzeb zarządzania tymi procesami,
- budowy modeli procesów krytycznych przedsiębiorstw i organizacji, dla potrzeb przygotowywania planów reakcji na zagrożenia.

## Elementy wyróżniające rozwiązanie spośród dostępnych konkurencyjnych rozwiązań

Innowacyjny charakter działań wynika z zastosowania nowoczesnych technologii informatycznych do pełnej cyfryzacji badanych procesów, w tym procesów produkcyjnych. Stosowane narzędzia wspomagają budowę adekwatnych modeli symulacyjnych i algorytmów optymalizacyjnych do rozwiązywania problemów produkcyjnych.

## Zastosowanie

Proponowane podejście może być wykorzystywane w zarządzaniu produkcją, logistyce, usługach oraz doskonaleniu procesów biznesowych i zachowaniu ciągłości ich realizacji. Można je stosować zarówno do procesów dyskretnych, jak i ciągłych, np. w sektorze energetycznym.



## POZIOM TECHNOLOGICZNY

etap 1: idea/pomysł



## KONKURENCJA

mała konkurencja



## GŁÓWNI ODBIORCY

małe i średnie firmy  
duże firmy



## DOJRZAŁOŚĆ RYNKU

rynek rozwija się

# SUSTAINABLE INDUSTRY 4.0 – MODEL DORADCZY

W wyniku prowadzonych badań powstaje model opisujący relacje Przemysłu 4.0 i zrównoważonego rozwoju.

## Na czym polega rozwiązanie?

W oparciu o ten model świadczona może być usługa doradcza polegająca na diagnozie organizacji i wskazaniu konkretnych obszarów usprawnień związanych ze zrównoważonym rozwojem oraz narzędzi i technologii Przemysłu 4.0, które mogą się do tego przyczynić wraz ze szczegółową oceną proponowanych zmian w kontekście finansowym, środowiskowym i społecznym.

Dodatkowo na podstawie przeprowadzonej analizy będzie możliwe określenie najlepszych praktyk, w razie potrzeby z programem wdrożenia wybranych elementów modelu.

## Autorzy technologii:

- » zespół badawczy SUSTAIN 4.0 (Instytut Organizacji Systemów Produkcyjnych, Wydział Mechaniczny Technologiczny PW)

## Zastosowanie

Przewiduje się, że podmiotami zainteresowanymi wykorzystaniem modelu będą zarówno przedsiębiorstwa przemysłowe, usługowe, jak i jednostki administracji publicznej odpowiedzialne za animowanie i rozwój koncepcji Przemysłu 4.0, a także zrównoważonego rozwoju w Polsce.

## Elementy wyróżniające rozwiązanie spośród dostępnych konkurencyjnych rozwiązań:

- szybkość realizacji usług,
- elastyczność działania,
- najwyższa jakości usług,
- dostępność zespołu.



## POZIOM TECHNOLOGICZNY

etap 1: Idea/pomysł



## KONKURENCJA

mała konkurencja



## GŁÓWNI ODBIORCY

małe i średnie  
duże firmy  
korporacje międzynarodowe



## DOJRZAŁOŚĆ RYNKU

rynek się rozwija



# WZMACNIACZE MOCY DO SYSTEMÓW AWIONICZNYCH Z TRANZYSTORAMI HEMT GAN ON SI

Na poziomie produkcji tranzystorów i układów scalonych do systemów radarowych od dawna obserwuje się tendencję do odchodzenia od arsenku galu w kierunku stosowania półprzewodników o dużej przerwie energetycznej. Obecnie wiadomo, że technologia GaN HEMT będzie podstawą do produkcji aktywnych urządzeń mikrofalowych do radiolokacji. Z różnych powodów, w przypadku urządzeń mikrofalowych dużej mocy opartych na GaN, dominującym podłożem dla epitaksji GaN jest SiC. Jednak tego typu przyrządy charakteryzują się bardzo wysoką ceną.

## Na czym polega innowacja?

Alternatywnym rozwiązaniem są tranzystory GaN HEMT o podłożu krzemowym, które charakteryzują się o połowę niższą ceną. Obecnie technologia GaN na Si jest rzadko wykorzystywana do produkcji GaN HEMT do zastosowań RF i mikrofalowych.

Nasze rozwiązanie obejmuje również konstrukcję bloków zasilania, które zapewnia sygnały polaryzujące dla mikrofalowych tranzystorów GaN/Si oraz steruje pracą wzmacniacza. Układy zawierają wysokowydajne konwertery AC/DC i DC/DC oparte na tranzystorach

## Autorzy technologii:

- » dr hab.inż. Wojciech Wojtasiak, prof. uczelni (Instytut Radioelektroniki i Technik Multimedialnych, Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych PW)
- » dr inż. Daniel Gryglewski (Instytut Radioelektroniki i Technik Multimedialnych, Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych PW)

GaN/Si HEMT, które umożliwiają zasilanie z sieci AC 110-230V oraz DC 24-30V.

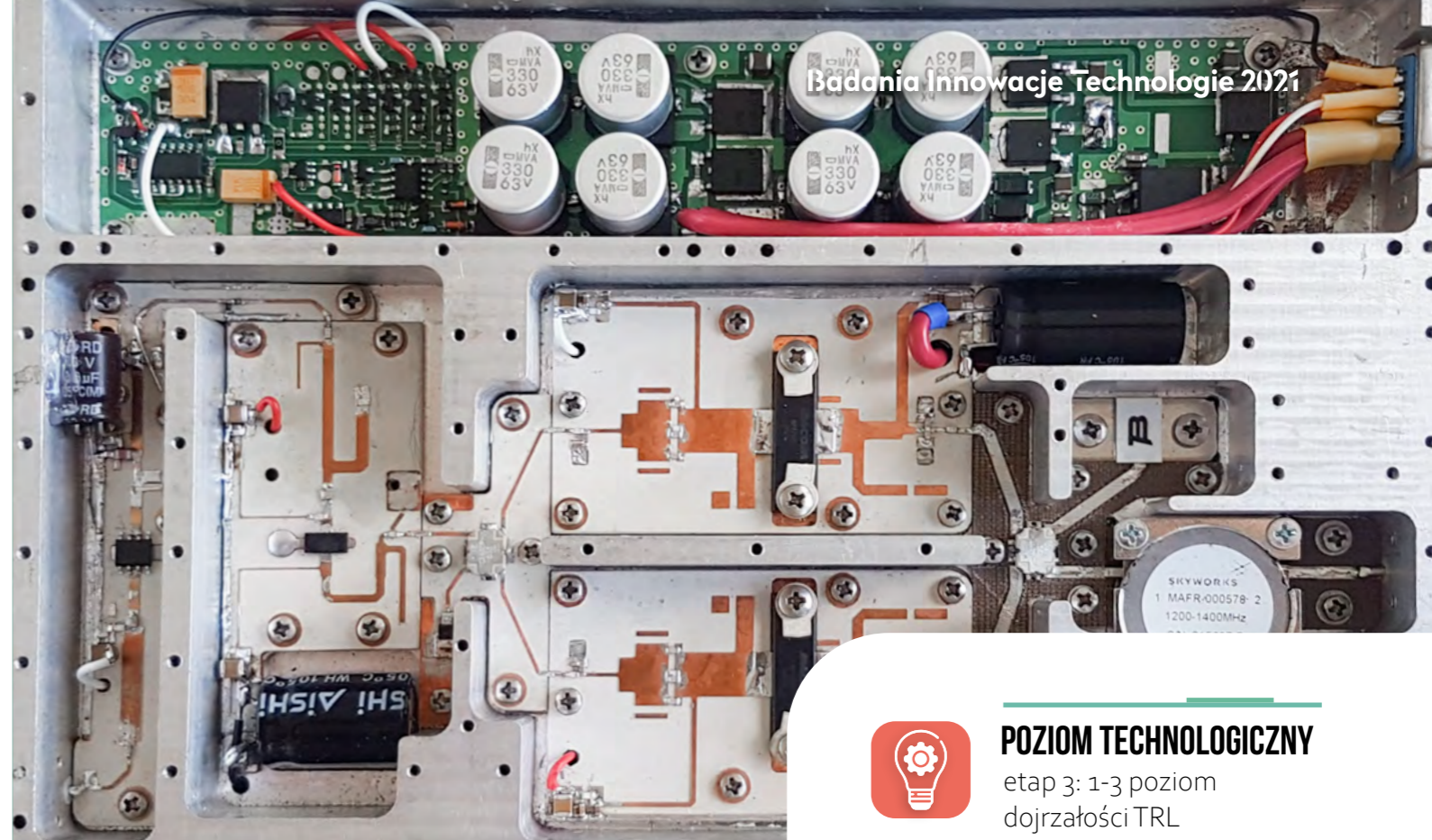
## Zastosowanie

Głównym pomysłem jest zastosowanie tańszej technologii GaN/Si w mniej wymagających układach (o mniejszych wymaganiach dotyczących gęstości mocy). Takimi systemami są lotnicze radary dozoru, w tym podsystemy IFF, DME. Koncepcję tę uzasadniają niskie częstotliwości pracy do 3,5 GHz oraz praca impulsowa z dość małym współczynnikiem wypełnienia.

## Elementy wyróżniające rozwiązanie spośród dostępnych konkurencyjnych rozwiązań

Główna innowacja wzmacniacza polega na zastosowaniu tańszych tranzystorów GaN na podłożu Si w konstrukcji wzmacniaczy mocy (do zastosowania w mniej wymagających układach).

Zastosowanie tego rozwiązania wymaga jednak uwzględnienia, podczas etapu projektowania układów dynamicznych, rozkładów temperatury elementów aktywnych.



Wartość temperatury kanału w normalnych warunkach pracy tranzystora silnie wpływa na jego wydajność. Po pierwsze, żywotność tranzystora ulega skróceniu w przypadku pracy z temperaturami kanału zbliżonymi do maksymalnej wartości dopuszczalnej.

Po drugie, charakterystyka tranzystora (zarówno DC, jak i RF) wykazuje znaczną zależność od temperatury jego obszaru aktywnego.

Otrzymane rezultaty wskazują, że zastosowanie tego tranzystora GaN „on” Si do budowy mikrofalowych wzmacniaczy mocy jest uzasadnione ekonomicznie.



## POZIOM TECHNOLOGICZNY

etap 3: 1-3 poziom dojrzałości TRL



## KONKURENCJA

brak konkurencji



## GŁÓWNI ODBIORCY

małe i średnie duże firmy



## DOJRZAŁOŚĆ RYNKU

rynek jest w fazie dojrzałego rozwoju



# ELEKTRYCZNY UKŁAD NAPĘDOWY Z MASZYNĄ RELUKTANCYJNĄ PRZEŁĄCZALNĄ

Prace prowadzone przez zespół z Wydziału Elektrycznego Politechniki Warszawskiej w ramach projektu TECHMATSTRATEG pt. „Technologie materiałów półprzewodnikowych dla elektroniki dużych mocy i wysokich częstotliwości” pozwoliły na opracowanie napędu elektrycznego z maszyną reluktancyjną przełączalną (SRM) bazującego na tranzystorach wykonanych z azotku galu (GaN). Zespół opracował kompletny przekształtnik energoelektroniczny wraz z dedykowanym układem sterowania.

## Jak to działa?

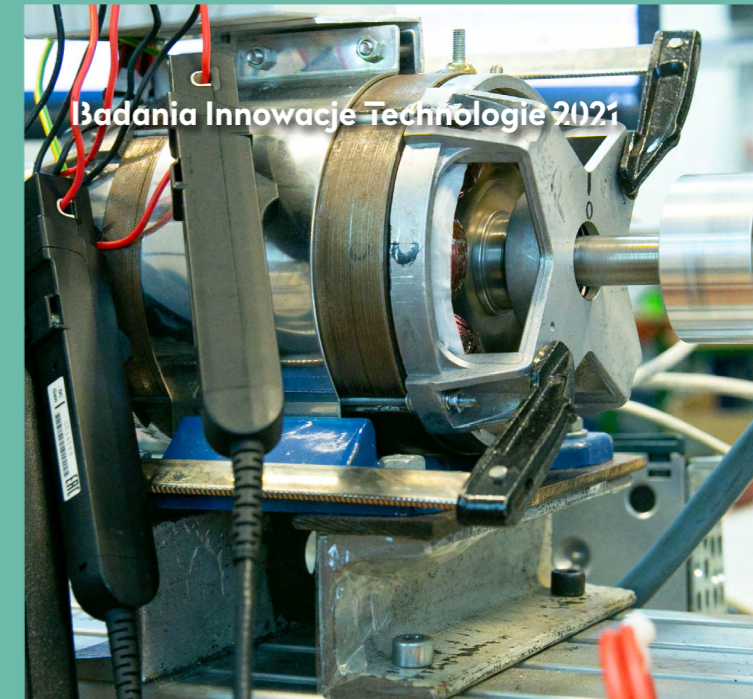
Rozwiązanie polega na wprowadzeniu do układu sterowania prądami fazowymi maszyny specjalnego sygnału referencyjnego. Sygnał ten dobrany jest tak, że kompensowane są tętnienia momentu obrotowego w układzie. Kształt sygnału referencyjnego wyliczany jest w czasie rzeczywistym z wykorzystaniem regulatora wielorezonansowego w pętli regulacji prędkości kątowej. Innowacyjność polega na zmianie podejścia do próbkowania części układu regulacji prędkości kątowej maszyny związanej z regulatorem wielooscylacyjnym.

## Autorzy technologii:

- » mgr inż. Krzysztof Jackiewicz  
(Instytut Sterowania i Elektroniki Przemysłowej, Wydział Elektryczny PW)
- » dr hab. inż. Bartłomiej Ufnalski,  
prof. uczelni  
(Instytut Sterowania i Elektroniki Przemysłowej, Wydział Elektryczny PW)

W opracowanym podejściu próbkowanie regulatora wielooscylacyjnego zsynchronizowane zostało z położeniem kątowym wału maszyny. Rozwiązanie to pozwala na skuteczne ograniczenie tętnień momentu obrotowego i prędkości kątowej układu napędowego zarówno w stanach ustalonych, jak i dynamicznych. Dodatkową zaletą jest niezależność skuteczności działania od warunków pracy, co pozwala na zastosowanie rozwiązania w napędach o zmiennej prędkości.

SRM zbudowany jest z blach elektrotechnicznych oraz miedzianych uzwojeń umieszczonych wyłącznie na stojanie, przez co jest tani w wykonaniu, prosty, a przez to wyjątkowo wytrzymały i mało podatny na uszkodzenia. W SRM nie występuje komutator mechaniczny, brak też jest elementów ruchomych poza łożyskami. Do zbudowania SRM nie są wymagane pierwiastki ziem rzadkich, co zwiększa jego atrakcyjność w kontekście koncepcji Rare-earth-free. Konstrukcja SRM oraz przekształtnika umożliwiają kontynuowanie pracy w przypadku częściowego uszkodzenia uzwojeń. SRM charakteryzuje się dużym współczynnikiem przeciążalności momentem obrotowym.



## Szerokie zastosowanie

Napęd bazujący na SRM może być zastosowany w pojazdach elektrycznych, taśmociągach, napędach pomp czy wentylatorów oraz w miejscach o specjalnych wymaganiach, takich jak strefy zagrożenia wybuchem, miejsca o całkowitym zanurzeniu lub takie o podwyższonej temperaturze.

## Elementy wyróżniające rozwiązanie spośród dostępnych konkurencyjnych rozwiązań

Klasycznie sterowany SRM charakteryzuje się znacznym poziomem tętnień momentu obrotowego, co przekłada się na nadmierny hałas, wibracje oraz zmniejszenie żywotności całego urządzenia. Prace badawcze pozwoliły na opracowanie sterowania pozwalającego na znaczące ograniczenie tętnień momentu obrotowego. Na szczególną uwagę zasługuje fakt, że opracowane rozwiązanie polega na odpowiednim sterowaniu prądami fazowymi maszyny i nie wymaga fizycznej ingerencji w układ napędowy.

## Szanse

SRM charakteryzuje się:

- prostą, trwałą i tanią konstrukcją maszyny,
- możliwością pracy w warunkach specjalnych (brak magnesów trwałych i elementów iskrzących),
- wysoką przeciążalnością momentem obrotowym.

Innowacyjny algorytm sterowania pozwala na znaczne ograniczenie niekorzystnych właściwości SRM w postaci tętnień momentu obrotowego. Opracowany układ sterowania stanowi wynalazek i jest obecnie w trakcie procedury patentowania (zgłoszenie nr P.432816).



## POZIOM TECHNOLOGICZNY

etap 5: 7-9 poziom dojrzałości TRL



## KONKURENCJA

niezdefiniowana



## GŁÓWNI ODBIORCY

małe i średnie firmy  
duże firmy  
korporacje międzynarodowe



## DOJRZAŁOŚĆ RYNKU

rynek jest w fazie dojrzałego rozwoju



# BADANIA MECHANICZNE Z UŻYCIEM MINIATUROWYCH PRÓBEK

## Na czym polega?

Pomysł stanowi innowację procesową polegającą na przeprowadzeniu procedury badawczej umożliwiającej wyznaczenie właściwości materiałów konstrukcyjnych występujących w ograniczonej objętości, niepozwalającej na przygotowanie próbek o wymiarach rekomendowanych przez normy.

Drugim obszarem aplikacji miniaturowych próbek są sytuacje, w których występuje potrzeba zachowania nieniszczącego (mało niszczącego) charakteru badań w stosunku do analizowanego urządzenia lub konstrukcji. W tym przypadku można pobrać niewielką ilość materiału pozwalającą na przeprowadzenie testów wytrzymałościowych z użyciem miniaturowych próbek i wyznaczenie właściwości mechanicznych materiału urządzenia lub konstrukcji w sposób nieniszczący (mało niszczący).

## Autorzy technologii:

- » prof. dr hab. inż. Zbigniew Pakieła
- » dr inż. Rafał Molak
- » dr inż. Tomasz Brynk
- » mgr inż. Barbara Romelczyk-Baishya
- » mgr inż. Kamil Majchrowicz
- » mgr inż. Monika Wieczorek

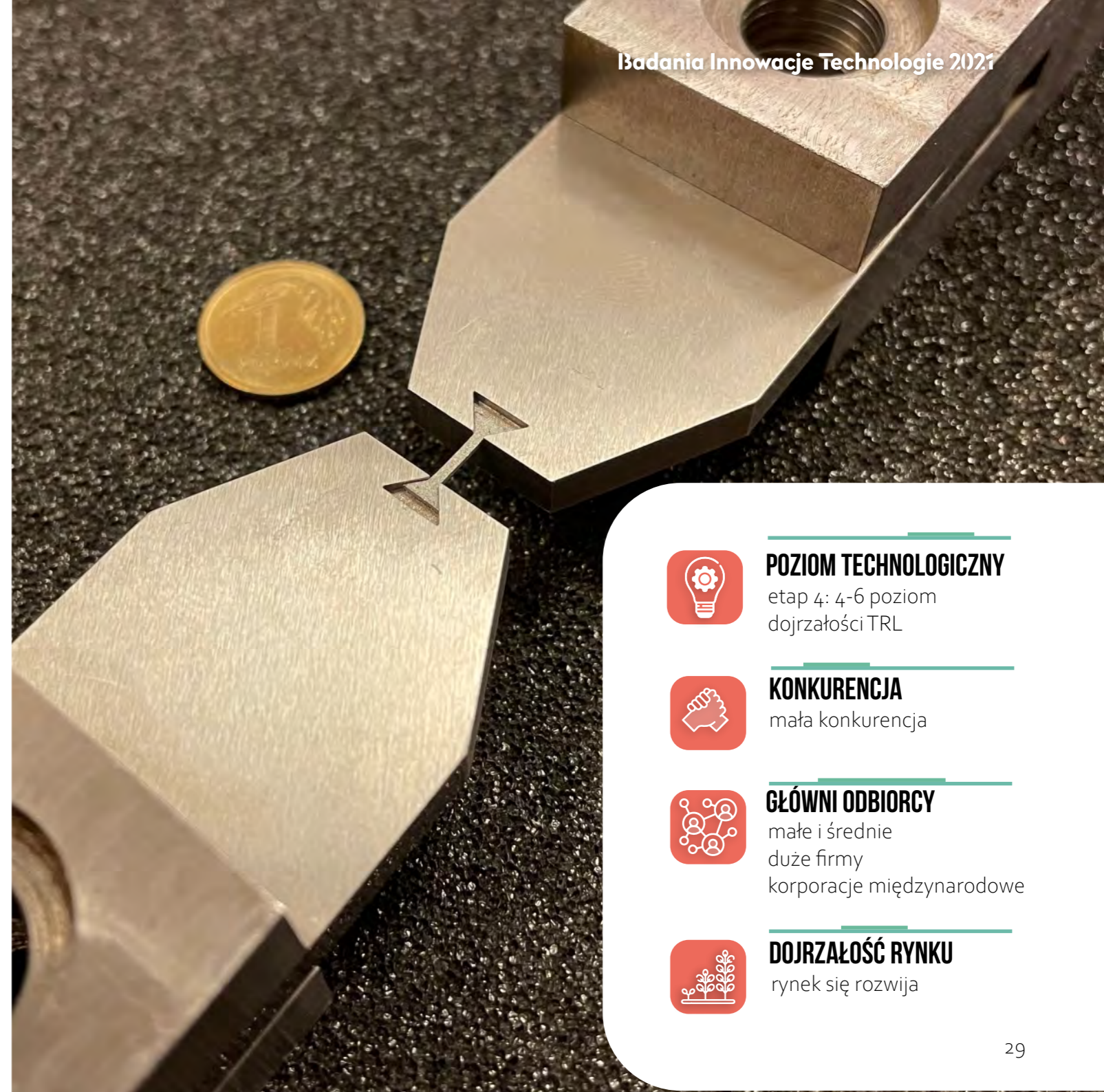
(Zakład Projektowania Materiałów,  
Wydział Inżynierii Materiałowej PW)

## Zastosowanie

Metoda umożliwia wyznaczenie właściwości mechanicznych materiałów, które można pobrać w bardzo ograniczonej ilości z pracującej instalacji, lub materiałów które są dostępne do badań w niewielkiej objętości. Jako potencjalnych odbiorców możemy wskazać przemysł chemiczny i petrochemiczny, energetyczny, lotniczy, kosmiczny, samochodowy czy jądrowy oraz laboratoria naukowe wytwarzające materiały doświadczalne.

## Elementy wyróżniające rozwiązanie spośród dostępnych konkurencyjnych rozwiązań

Rozwiązanie pozwala na wyznaczenie właściwości materiałów dostępnych w ograniczonych objętościach. Typowe procedury spotykane w praktyce i oferowane przez laboratoria opierają się na wymaganiach norm, dla spełnienia których wymagana jest relatywnie duża objętość materiału badawczego.



## POZIOM TECHNOLOGICZNY

etap 4: 4-6 poziom dojrzałości TRL



## KONKURENCJA

mała konkurencja



## GŁÓWNI ODBIORCY

małe i średnie duże firmy korporacje międzynarodowe



## DOJRZAŁOŚĆ RYNKU

rynek się rozwija



# ULTRADŹWIĘKOWY ATOMIZER

## PLATFORMA BADAWCZA – REPOWDER

Technologia rePowder powstała z potrzeby badaczy podczas przygotowywania rozprawy doktorskiej z zakresu druku 3D szkieł metalicznych. Pozwala na przyspieszenie badań nad nowymi materiałami do druku 3D.

### Jak to działa?

Urządzenie firmy Amazemet pozwala na atomizację dowolnego materiału w dowolnej formie, nawet w najmniejszych ilościach, zaledwie kilku gram. Ponadto technologia ta zaprojektowana jest nie tylko z myślą o atomizacji. Platformy rePowder można używać także do stopowania, homogenizacji i odlewania materiałów metalicznych o dowolnym składzie. Dzięki modułowej budowie i szeregu opracowanych podajników wsad może występować w każdej formie – od drutu czy pręta po proszek, nieudane wydruki czy odpady produkcyjne, które w ten sposób mogą zostać poddane recyklingowi. Współpracując z innymi urządzeniami do druku 3D z metalu, urządzenie pozwala na uzyskanie zamkniętego obiegu produkcyjnego.

### Autorzy technologii:

- » Łukasz Żrodowski  
(Zakład Materiałów Konstrukcyjnych i Funkcjonalnych, Wydział Inżynierii Materiałowej PW)

**AMAZEMET**

### Zastosowanie

Technologia ta jest idealnym rozwiązaniem dla jednostek badawczych zajmujących się rozwojem nowych materiałów metalicznych. Wytworzony proszek z uwagi na bardzo wysoką sferyczność, która wpływa na sypkłość materiału, bardzo niski poziom zanieczyszczeń obcych, m.in. utlenienie oraz wąskim rozkładem wielkości cząstek charakteryzuje się wysoką jakością.

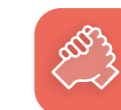
### Elementy wyróżniające rozwiązanie spośród dostępnych konkurencyjnych rozwiązań

W odróżnieniu od szeroko znanych technologii atomizacji gazowej, rePowder nie używa do atomizacji gazu pod wysokim ciśnieniem, lecz ultradźwięków. Stopiony materiał podawany jest na element drgający w zakresie częstotliwości ultradźwiękowych i na jego powierzchni rozpylany, aby następnie zastygnąć w atmosferze ochronnej komory roboczej, formując idealnie sferyczne cząstki proszku. Topienie może się odbywać bezpośrednio za pomocą palnika plazmowego, umożliwiając obróbkę materiałów wysokotopliwych, lub za pomocą indukcji, aby zapobiec utracie pierwiastków o niskiej prężności par.



### POZIOM TECHNOLOGICZNY

etap 5: 7-9 poziom dojrzałości TRL



### KONKURENCJA

mała konkurencja (nie więcej niż kilka podmiotów)



### GŁÓWNI ODBIORCY

małe i średnie firmy  
duże firmy  
korporacje międzynarodowe



### DOJRZAŁOŚĆ RYNKU

rynek się rozwija



# STANOWISKO DO AUTOMATYCZNEGO ROZPUSZCZANIA STRUKTUR PODPOROWYCH ORAZ WYKOŃCZENIA POWIERZCHNI — SAFEETCH

Ważnym elementem procesu produkcji przyrostowej z metalu jest niezbędna obróbka poprocesowa wydruku. Usunięcie struktur podporowych i wygładzenie powierzchni tradycyjnymi metodami jest bardzo czasochłonne i może stanowić nawet 70% kosztów całego produktu.

## Na czym polega rozwiązanie?

safeEtch jest opatentowaną technologią ultradźwiękowo-chemiczną wprowadzającą metodę rozpuszczania supportów do świata druku z metalu. safeEtch pozwala usunąć wszystkie struktury podporowe bez żadnej obróbki mechanicznej, a dodatkowo wygładza powierzchnie nawet w najbardziej niedostępnych zakamarkach. Wykorzystanie technologii trawiącej supporty pozwala zastosować zupełnie nowe podejście w pro-

## Autorzy technologii:

- » Łukasz Źrodowski (Zakład Materiałów Konstrukcyjnych i Funkcjonalnych, Wydział Inżynierii Materiałowej PW)

**AMAZEMET**

- » powiązane technologie: MaterialsCare Sp. z o.o.  
- obróbka poprocesowa metalicznych rusztowań wykonanych w technologii SLM (Selective Laser Melting)

jektowaniu elementów, z całkowitym wykorzystaniem objętości komory roboczej, poprzez ustawianie elementów jeden na drugim w stos (z ang. „stack”).

Zasada działania opiera się o chemiczne trawienie cienkiej warstwy materiału za pomocą specjalnie zaprojektowanej mieszaniny kwasów z zastosowaniem dodatkowego efektu mieszania za pomocą ultradźwięków. Efekt ten pozwala na odpowiednie pobudzenie reakcji, skorzystanie ze sprzyjających zjawisk kawitacyjnych oraz ułatwia wpłynięcie roztworu trawiącego w każdą szczelinę detalu. W rezultacie wydruk pozbawiony jest struktur podporowych, posiada gładkie powierzchnie, dzięki usunięciu niestopionych w pełni cząstek proszku oraz zachowuje ostrość krawędzi.

## Zastosowanie

Wszystkie cechy procesu sprawiają, że jest on kierowany szczególnie do przemysłowej produkcji tytanowych



elementów i implantów wytworzonych technologiami przyrostowymi oraz automatyzacji post-processingu druku 3D z metalu.

Technologia jest wykorzystywana przez spółkę MaterialsCare do usuwania niestopionych cząstek proszków w wytwarzanych przyrostowo tytanowych implantach weterynaryjnych.

## Elementy wyróżniające rozwiązanie spośród dostępnych konkurencyjnych rozwiązań

Rozwiązanie to różni się od obecnie stosowanych technik w sposób znaczący, w przypadku obróbki mechanicznej proces wykończenia elementów jest długotrwały i kosztowny w szczególności dla elementów o skomplikowanej geometrii.

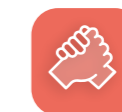
W przypadku elektropolowania każdy element musi być podłączony do źródła prądu, co również wpływa na zmniejszenie możliwości produkcyjnych oraz brak możliwości obrabiania wielu elementów w jednym procesie.

W odróżnieniu do elektropolowania technologia rozpuszczania struktur podporowych oraz wykończenia powierzchni safeEtch pozwala na zachowanie ostrych krawędzi obrabianych elementów oraz zapewnia wysoki poziom odwzorowania modelu CAD po procesie czyszczenia.



## POZIOM TECHNOLOGICZNY

etap 5: 7-9 poziom dojrzałości TRL



## KONKURENCJA

mała konkurencja (nie więcej niż kilka podmiotów)



## GŁÓWNI ODBIORCY

małe i średnie firmy  
duże firmy  
korporacje międzynarodowe



## DOJRZAŁOŚĆ RYNKU

rynek się rozwija



# BIOBÓJCZE CZĄSTKI NANOKOMPOZYTOWE O SZEROKIM SPEKTRUM DZIAŁANIA

## Na czym polega innowacja?

Cząstki nanokompozytowe są to nanomateriały charakteryzujące się unikatowymi właściwościami bioaktywnymi i biobójczymi. Rozwiązanie jest oferowane w formie suchego nanoproszku lub jako układy nanokoloidalne w różnych rozpuszczalnikach. Cząstki nanokompozytowe zostały opracowane na Wydziale Inżynierii Materiałowej Politechniki Warszawskiej, a wdrożone do produkcji przez spin-off ADJ Nanotechnology Sp. z o.o., specjalizującą się w opracowaniu, wysokoskalowej produkcji oraz dystrybucji bioaktywnych proszków nanokompozytowych do zastosowania jako surowiec w wytwarzaniu materiałów o właściwościach samosterylizujących. Jest to innowacja produktowa.

## Podstawowe cechy

Opracowane biobójcze cząstki nanokompozytowe charakteryzują się praktycznie całkowitą skutecznością biobójczą, co szczególnie istotne, nie tylko jako surowiec, ale dzięki doskonałej dyspersyjności, również po zmodyfikowaniu innych materiałów czy powłok. Umożliwia to posługiwanie się chronionymi produktami w miejscach szczególnie narażonych na rozprze-

## Autorzy technologii:

- » dr hab. inż. Agnieszka Jastrzębska, prof. uczelni (Zakład Materiałów Ceramicznych i Polimerowych, Wydział Inżynierii Materiałowej PW)
- » prof. dr hab. inż. Andrzej Olszyna (Zakład Materiałów Ceramicznych i Polimerowych, Wydział Inżynierii Materiałowej PW)



strzenie się drobnoustrojów chorobotwórczych. W licznych testach i analizach dowiedziono także, że w przeciwieństwie do wolnych nanocząstek, układy nanokompozytowe są bezpieczne dla otoczenia, zachowując przy tym swoje doskonałe właściwości samosterylizujące. Do cech użytkowych nowych nanoproductów można więc dodać zwiększenie bezpieczeństwa użytkowników końcowych.

## Elementy wyróżniające rozwiązanie spośród dostępnych konkurencyjnych rozwiązań

Proces wytwarzania nanomateriałów w firmie ADJ Nanotechnology charakteryzuje wysoka innowacyjność. Przemawiają za tym:

- prosta koncepcja,
- elastyczność produkcji,
- praktycznie nieograniczona kombinacja możliwych składów chemicznych wytwarzanych nanoproductów.



**POZIOM TECHNOLOGICZNY**  
wdrożenie



**KONKURENCJA**  
mała konkurencja  
(nie więcej niż kilka podmiotów)



**GŁÓWNI ODBIORCY**  
osoby fizyczne  
mikroprzedsiębiorstwa  
małe i średnie firmy  
korporacje międzynarodowe



**DOJRZAŁOŚĆ RYNKU**  
rynek się rozwija

Wykorzystywana w produkcji własnej technologia umożliwia dużą elastyczność w doborze surowców do syntezy, natomiast sam proces można określić, jako one-pot bottom-up. Umożliwia to uzyskiwanie nanoproszków o unikatowym składzie chemicznym i właściwościach.

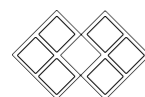
Do mieszaniny reakcyjnej można wprowadzać także inne surowce sypkie, które zostają następnie pokrywane nanocząstkami o składzie odpowiadającym zawartym w mieszaninie substratom. W ten sposób powstaje nanostruktura hybrydowa, której skład chemiczny i parametry można w łatwy sposób dopasować do szczegółowych wymagań odbiorcy końcowego. Otrzymywane nanoproducty można nazwać „szytymi na miarę”, posiadającymi unikatowe cechy funkcjonalne. Ograniczenie przy tym stanowi jedynie wyobraźnia twórców nanostruktury, konieczność zapewnienia konkretnych funkcjonalności oraz oczywiście koszty.





Publikacja współfinansowana przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Inteligentny Rozwój 2014-2020, w związku z realizacją projektu pozakonkursowego pn. „Wsparcie zarządzania badaniami naukowymi i komercjalizacja wyników prac B+R w jednostkach naukowych i przedsiębiorstwach” w ramach programu Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego „Inkubator Innowacyjności 4.0”.

Projekt „Wsparcie zarządzania badaniami naukowymi i komercjalizacja wyników prac B+R w jednostkach naukowych i przedsiębiorstwach” realizowany jest przez konsorcjum, które tworzą: Instytut Badań Stosowanych Politechniki Warszawskiej Sp. z o.o. (lider) oraz Centrum Zarządzania Innowacjami i Transferem Technologii Politechniki Warszawskiej.



**Instytut Badań  
Stosowanych**  
POLITECHNIKI WARSZAWSKA



**Centrum  
Zarządzania Innowacjami  
i Transferem Technologii**  
POLITECHNIKA WARSZAWSKA

ISBN:978-83-961825-1-7

DOI: 10.32062/20210801





Instytut Badań Stosowanych Politechniki Warszawskiej  
[www.ibs.pw.edu.pl](http://www.ibs.pw.edu.pl)  
e-mail: [biuro.ibs@pw.edu.pl](mailto:biuro.ibs@pw.edu.pl)  
tel. +48 (22) 234 70 52

Centrum Zarządzania Innowacjami i Transferem Technologii  
Politechniki Warszawskiej  
Dział Brokerów Innowacji  
Dział Badań i Analiz  
[www.cziitt.pw.edu.pl](http://www.cziitt.pw.edu.pl)  
e-mail: [komercjalizacja@pw.edu.pl](mailto:komercjalizacja@pw.edu.pl)  
tel. + 48 (22) 234 14 70