

# **Book of Abstracts**

**Strategie Rozwoju Technologii Zaawansowanych  
Materiałów w Polsce**

---

# **Book of Abstracts: Strategie Rozwoju Technologii Zaawansowanych Materiałów w Polsce**

Data wydania March 2008,  
Copyright © 2008 piaszek research

## **Abstrakt**

Revision: 3.0.23, 2008-03-27 19:30 GMT

---

---

# Spis treści

Welcome .....	1
Programme .....	3
.....	3
List of Participants .....	15
Indeks .....	21

---

---

---

# Welcome



---

# Programme

## Unscheduled abstracts

Author alphabetical order

---

Invited oral

---

### European Virtual Institute on Knowledge-based Multifunctional Materials" (KMM-VIN) oraz projekt kluczowy "Kompozyty ceramiczno-metalowe dla przemysłu lotniczego i samochodowego" (KomCerMeT)

Michał Basista

Polish Academy of Sciences, Institute of Fundamental Technological Research (IPPT PAN), Świętokrzyska 21, Warszawa 00-049, Poland

e-mail: [mbasista@ippt.gov.pl](mailto:mbasista@ippt.gov.pl)

Celem wystąpienia jest syntetyczne przedstawienie dwóch nowych przedsięwzięć naukowo-badawczych w dziedzinie nowoczesnych materiałów: (1) Europejskiego Instytutu Wirtualnego "Knowledge-based Multifunctional Materials" (KMM-VIN) oraz (2) polskiego projektu kluczowego w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka (PO IG) pt. Kompozyty i nanokompozyty ceramiczno-metalowe dla przemysłu lotniczego i samochodowego" (KomCerMet).

**KMM-VIN.** Europejski Instytut Wirtualny KMM-VIN ([www.kmm-vin.eu](http://www.kmm-vin.eu)) jest międzynarodowym stowarzyszeniem naukowym z siedzibą w Brukseli, posiadającym osobowość prawną, założonym przez 25 instytucji - uczestników Sieci Doskonałości KMM-NoE (projekt 6. Programu Ramowego UE, koordynowany przez IPPT PAN, por. [www.kmm-noe.org](http://www.kmm-noe.org)). Celem KMM-VIN jest proponowanie kierunków badawczych i prowadzenie zintegrowanych badań naukowych, obejmujących wytwarzanie, charakteryzację oraz modelowanie w odniesieniu do trzech grup zaawansowanych materiałów: (i) związków międzymetalicznych, (ii) kompozytów ceramiczno-metalowych, (iii) funkcjonalnych materiałów gradientowych.

KMM-VIN jest zintegrowaną, choć rozproszoną geograficznie, strukturą posiadającą znaczący potencjał intelektualny i bogate wyposażenie laboratoryjne. Zasoby KMM-VIN zostały opisane i skatalogowane i stanowią podstawę oferty badawczej wobec zainteresowanych klientów/podmiotów z sektora publicznego i prywatnego. Działalność KMM-VIN jest ściśle związana z potrzebami przemysłu UE, zwłaszcza sektora lotniczego, samochodowego i energetycznego. KMM-VIN pozyskuje środki na badania w konkursach 7. Programu Ramowego UE oraz w postaci kontraktów z firmami przemysłowymi na rozwiązanie konkretnych problemów technologicznych przez członków KMM-VIN, samodzielnie lub w międzynarodowych sub-konsorcjach złożonych z kilku partnerów. Obecnie KMM-VIN liczy 38 członków rzeczywistych i 9 stowarzyszonych z 14 krajów Europy.

**KomCerMet.** Projekt kluczowy KomCerMet (Program Operacyjny Innowacyjna Gospodarka) dotyczy nowoczesnych kompozytów ceramiczno-metalowych (KCM) cechujących się poszukiwanymi wła-

ściwościami takimi, jak wysoka wytrzymałość mechaniczna, odporność na zużycie cieerne, odporność na wysoką temperaturę i skoki temperatury, odporność na korozję, wielofunkcyjność (np. przewodnictwo elektryczne, cieplne czy specjalne właściwości magnetyczne), żaroodporność, niski ciężar właściwy. Kompozyty te mogą być stosowane w przemyśle lotniczym i samochodowym zamiast stali lub stopów metali w elementach pracujących w warunkach intensywnego tarcia (tarcze hamulcowe, sprzęgła, łoża, suwnice, zawory) oraz elementach poddawanych działaniu szybko zmieniającej się temperatury (dysze, komory spalania, osłony silników, elementy systemów wydechowych). Ponadto, mogą być wykorzystane w nowoczesnych pojazdach szynowych (hamulce, koła jezdne).

Problemy materiałowe są jedną z najważniejszych przyczyn strat firm ponoszonych przez firmy z przemysłu lotniczego i samochodowego. Zatem każda propozycja nowej technologii, w wyniku której powstaje materiał trwalszy, lżejszy, bardziej odporny na ekstremalne warunki eksploatacji będzie mieć bezpośrednie przełożenie na zyski producentów oraz ich kooperantów.

KomCerMet obejmuje następujące pakiety badawcze: KCM1: Kompozyty ceramiczno-metalowe typu wzajemnie przenikających się faz (*interpenetrating networks*) o zadanej funkcjonalności (np. wysokim przewodnictwie cieplnym) i podwyższonej odporności na pękanie i ścieranie, niewrażliwe na wysoką temperaturę. KCM2: Nowe kompozyty i nanokompozyty na podstawie metalowej (MMC) i ceramicznej (CMC). KCM3: Wielofunkcyjne pokrycia z nanokompozytów na podstawie metalowej lub ceramicznej i drugiej fazy w postaci nanocząstek, w celu uzyskania nowych cech eksploatacyjnych.

Z uwagi na złożoność zadań i konsorcyjny charakter projektu KomCerMet (10 partnerów), we wszystkich trzech pakietach przewiduje się podział na powiązane ze sobą podzadania badawcze: (i) wytwarzanie materiału, (ii) charakteryzacja, (iii) modelowanie oraz przypisanie do każdego z tych podzadań grup roboczych składających się ze specjalistów wchodzących w skład konsorcjum. Oprócz ścisłego konsorcjum przewiduje się powstanie dwóch zewnętrznych sieci partnerów przemysłowych (EIN) i naukowych (ERN) zainteresowanych wynikami projektu i współpracą z KomCerMet.

---

Invited oral

---

### Strategia rozwoju materiałów ceramicznych

Mirosław M. Bućko

AGH University of Science and Technology, Faculty of Materials Science and Ceramics (AGH UST), Mickiewicza 30, Kraków 30-059, Poland

e-mail: [bucko@agh.edu.pl](mailto:bucko@agh.edu.pl)

Obszar podmiotowy i tematyczny analizy stanu wiedzy i technologii w zakresie materiałów ceramicznych obejmował materiały zaawansowane, ceramikę techniczną, materiały ogniotrwałe, płytki ceramiczne, ceramikę sanitarną oraz ceramikę szlachetną. Z przeprowadzonej analizy wynika, że przemysł materiałów ceramicznych w Polsce związany jest głównie z produkcją przedmiotów użytku domowego (ceramika sanitarna wraz z płytkami ceramicznymi), materiałów ogniotrwałych oraz częściowo ceramiki technicznej. Stosunkowo słabo prezentują się możliwości produkcyjne, zwłaszcza w większej skali, wysokoprzetworzonych materiałów zaawansowanych. Bardzo dobrze prezentuje się zaplecze naukowo-badawcze w

dziedzinie materiałów ceramicznych. W kraju istnieje jedna duża jednostka, Wydział Inżynierii Materiałowej i Ceramiki Akademii Górniczo-Hutniczej, prowadząca działalność zarówno naukową jak i dydaktyczną w zakresie materiałów ceramicznych. Oprócz niej materiałami tego typu zajmuje się częściowo szereg innych jednostek związanych ze szkołami wyższymi (np. Wydział Inżynierii Materiałowej Politechniki Warszawskiej) oraz instytutów branżowych (np. Instytut Szkła, Ceramiki, Materiałów Ogniotrwałych i Budowlanych).

Ceramiczne *materiały zaawansowane* mogą być kluczowe w działaniach na rzecz rozwoju istotnych dla krajowej gospodarki dziedzin takich jak: energetyka, elektronika, przemysł maszynowy, metalurgia czy też przemysł chemiczny. Wśród materiałów zaawansowanych wyszczególniono najbardziej perspektywiczne grupy tworzyw mogące znaleźć zastosowanie w przytoczonych dziedzinach gospodarki. Są to: materiały kowalencyjne, gradientowe oraz nanolaminaty, konstrukcyjne materiały tlenkowe oraz tlenkowe materiały funkcjonalne.

Rozwoju technologii *materiałów ogniotrwałych* związanych jest z jednej strony z rozwojem wyrobów już wytwarzanych zaś z drugiej strony z nowymi wyrobami wnoszącymi postęp technologiczno-techniczny. Nowe grupy materiałów są swoistym połączeniem ceramiki zaawansowanej z ogniotrwałą. Do perspektywicznych materiałów z tej dziedziny należą przede wszystkim materiały magnezjowe, magnezjowo-spinelowe, korundowe oraz magnezjowo-wapniowo-cykonowe. Wytwarza się z nich różnego typu kształtki, osłony, wyłożenia, elementy izolacyjne, elementy konstrukcyjne a także betony i zaprawy. Wyroby te występują w różnych postaciach w zależności od zakładanych właściwości i technologii wytwarzania jako: tworzywa mikroporowate, tworzywa monolityczne oraz tworzywa kompozytowe.

Możliwości rozwoju materiałów przeznaczonych na wyroby użytkowe takie jak:  *płytki ceramiczne, porcelana sanitarna* czy *ceramika szlachetna* związane są z ponoszeniem się przeciętnego poziomu życia i związanym z tym popytem na wyroby o coraz wyższych parametrach estetycznych i użytkowych. Wytwarzanie tego typu wyrobów związane jest z zastosowaniem nowego rodzaju tworzyw takich jak *gres porcellanato*, porcelany sanitarnej o podwyższonej zawartości topników i obniżonej zawartości kwarcu, mas porcelanowych typu *New Bone China* a także nowej generacji pigmentów. Nie bez znaczenia jest także zastosowanie nowych technik formowania np. odlewania ciśnieniowego czy też zdobienia laserowego lub plazmowego.

Analiza stanu wiedzy w dziedzinie materiałów ceramicznych stanowiąca podstawę do utworzenia scenariusza rozwoju tych materiałów jak również do wypracowania strategii ich rozwoju wykonana została częściowo metodą SWOT. W przypadku możliwości rozwoju materiałów ceramicznych do silnych stron zaliczone zostały: silna tradycja, dobrze rozwinięty przemysł, dostępność surowców, silne zaplecze naukowo-badawcze a także duży rynek zbytu. Słabymi stronami są: brak zaawansowanych technologii, niskie nakłady na badania i wdrożenia oraz niska konkurencyjność. Szanse rozwoju upatrywane są w silnym popycie i stosunkowo niskich kosztach wytwarzania zaś bariery rozwoju to silna konkurencja i spadek popularności studiów technicznych.

## Makrotematy w zakresie proponowanych kierunków rozwoju materiałów i technologii materiałowych dla lotnictwa wynikające z Projektu ForeMat

Ryszard Doleba

Wytwórnia Sprzętu Komunikacyjnego, PZL-Świdnik SA (PZL), Al. Lotników Polskich 1, Świdnik 21-045, Poland

e-mail: ryszard.doleba@pzlsa.swidnik.pl

Rozwój współczesnego lotnictwa i uzyskanie konkurencji na rynkach międzynarodowych wymaga stosowania nowej generacji materiałów charakteryzujących się wysokimi i jednorodnymi (w różnych kierunkach) własnościami wytrzymałościowymi przy niskiej gęstości i odporności na czynniki środowiskowe oraz warunki eksploatacji. Stosowane materiały i technologie powinny być nieszkodliwe dla środowiska i pozwalać na użycie materiałów po okresie użytkowania. Zastosowanie materiałów konstrukcyjnych o wysokim stosunku wytrzymałości do gęstości na wyroby lotnicze pozwoli na zmniejszenie zużycia paliwa i ograniczenie hałasu, co jest szczególnie istotne z punktu widzenia możliwości wprowadzania wyrobów na rynek (projekt JTI Clean Sky w którym uczestniczy WSK "PZL-Świdnik S.A.).

Na podstawie ankiet ForeMat i prac projektowych wybrano i poniżej przedstawiono propozycje makrotematów z zakresu nowych materiałów i technologii, które wydają się szczególnie istotne dla rozwoju wyrobów lotniczych w Polsce:

1. Materiały kompozytowe inteligentne z udziałem nanocząstek spełniających funkcję ciągłego monitoringu stref krytycznych konstrukcji;
2. Aktywne hybrydowe materiały kompozytowe charakteryzujące się zmianą własności fizycznych pod wpływem potencjału elektrycznego, pola magnetycznego i innych czynników zewnętrznych umożliwiających kontrolowane sterowanie;
3. Materiały polimerowe prądowniczo przewodzące i odporne na erozję suchą i moką;
4. Kompozytowe struktury balistyczne;
5. Procesy inżynierii powierzchni zarówno na wyroby lotnicze jak i procesy utwardzania warstwy wierzchniej na narzędzia do obróbki mechanicznej wysokowytrzymałościowych stopów metali (głównie stali typu PH i stopów tytanu), stopów Al-Zn (HSM) oraz kompozytów na bazie włókien węglowych i aramidowych;
6. Procesy inżynierii warstw wierzchnich na stalach i stopach aluminium pozwalające na eliminację szkodliwych dla środowiska związków chromu i kadmu z zachowaniem wymaganej odporności wyrobów na korozję, trwałość eksploatacyjną i maksymalne ograniczenie wpływu potencjałów elektrochemicznych w połączeniach konstrukcyjnych;
7. Ultralekkie materiały piankowe metaliczne na bazie stopów aluminium i metaliczno ceramiczne do zastosowań jako wypełniacze w strukturach metalowo kompozytowych oraz elementach nośnych konstrukcji przeciwpancernych.



---

Invited oral

---

## **Strategia rozwoju materiałów współpracujących z ludzką tkanką**

Barbara Gambin

*Polish Academy of Sciences, Institute of Fundamental Technological Research (IPPT), Świetokrzyska, Warszawa 00-049, Poland*

*e-mail: bgambin@ippt.gov.pl*

## **STRATEGIE ROZWOJU TECHNOLOGII ZAAWANSOWANYCH MATERIAŁÓW**

**W POLSCE**

**Warszawa, 28 marca 2008**

Barbara Gambin

Strategia rozwoju materiałów współpracujących z ludzką tkanką

**Celem referatu jest przedstawienie strategii działań prowadzących do rozwoju technologii nowych, zaawansowanych materiałów współpracujących z ludzką tkanką.**

Tworzenie i zastosowanie nowych materiałów ma silny wpływ nie tylko na nasze codzienne życie, ale również na nasze zdrowie. Jest oczywiste, że strategia prowadząca do rozwoju w dziedzinie powstawania i wykorzystania nowoczesnych materiałów spowoduje wzrost komfortu życia oraz zagwarantuje sukces firmom zajmującym się wytwarzaniem materiałów i produktów, zwłaszcza z grupy mającej wpływ na polepszenie naszego zdrowia. Prezentacja, oparta o wyniki projektu foresight FOREMAT jest istotnym elementem procesu identyfikacji nowych możliwości zarówno dla przemysłu, rządu jak i zespołów naukowych.

Biomateriały, w szczególności materiały współpracujące z ludzkimi tkankami, są kluczowym, o podstawowym znaczeniu aspektem procesu leczenia ludzi, a świadczy o tym ogromne przyspieszenie wzrostu rynku produktów z nich wytworzonych oparte o wyniki pracy naukowców w wielu różnych, pozornie odległych dyscyplinach badań. Rozmaitość obszarów badań naukowych jest niezbędna do osiągnięcia postępu w tak interdyscyplinarnej dziedzinie jak biomateriały. Jedynie poprzez popieranie takiego pozornego „rozproszenia” przy jednocześnie jasno określonych celach badawczych można będzie w Polsce osiągnąć sytuację, w której polskie firmy, zarówno istniejące jak i nowopowstałe, będą mogły konkurować z firmami, czy koncernami światowymi.

Przedstawimy strategię, która w ciągu 15 lat powinna doprowadzić do powstania w Warszawie silnego ośrodka badawczego, w którym będzie realizowane szybkie wdrażanie osiągnięć naukowych poprzez współpracę z istniejącymi lub nowopowstałymi firmami produkującymi zaawansowane materiały i urządzenia.

Jednym z ogromnych ułatwień w powstaniu takiego ośrodka w perspektywie 5-10-15 lat będzie formujący się tzw. kampus Ochota, gdzie już teraz istnieje szereg instytutów nauk biomedycznych oraz największy w Polsce szpital kliniczny. Wstępne porozumienia o współpracy doprowadziły do powstania tzw. „Biocentrum Ochota”. Centrum Badawcze Ochota stanowi porozumienie trzech Konsor-

cjów: Centrum Zaawansowanych Technologii w zakresie Biotechnologii, Informatyki Stosowanej i Medycyny - CZT BIM, Centrum Zaawansowanych Materiałów i Technologii - CAMAT i CePT. Centrum Badań Przedklinicznych i Technologii CePT zostało powołane jako ośrodek Infrastruktury Badawczej.

Ponieważ sprzedaż produktów i usług opartych na materiałach zaawansowanych w medycynie będzie wzrastać w rytmie ok. 10% rocznie i jednocześnie jest to obszar nowy to pojawia się możliwość zajęcia znaczącej pozycji przez innowacyjne i dynamicznie prowadzone badania i szybkie wdrożenia. Warszawa dysponuje dostatecznie silną bazą do rozwoju w tej dziedzinie wiedzy (około 20 ekspertów rozpoznawanych w kraju i Europie ze względu na wysokie kompetencje i osiągnięcia, zdeteminowanych wspólnie działań aż do osiągnięcia wspólnego celu, około 4 dobrze wyposażonych laboratoriów, 5 wydziałów uczelni odnotowujących napływ studentów oraz zapewniających kształcenie na bardzo wysokim poziomie, doskonałe wyniki badań i osiągnięcia). Biorąc pod uwagę zarówno w/w silne jak i słabe strony, proponujemy rozwiązania, w wyniku których w perspektywie 15 lat w Warszawie powstanie interdyscyplinarne „klaster” jednoczący inżynierów materiałowych, lekarzy, fizyków, chemików, biochemików, mechaników, specjalistów od modelowania ze szpitalami i firmami działającymi na rzecz medycyny.

---

Invited oral

---

## **Strategia rozwoju wytwarzania i stosowania nowej generacji wyrobów stalowych w Polsce**

Bogdan Garbarz

*Institute for Ferrous Metallurgy (IMZ), Karola Miarki, Gliwice 44-100, Poland*

*e-mail: bgarbarz@imz.pl*

Celem opracowania realizowanego z zastosowaniem metodyki **foresight** było zaproponowanie strategii badań, prac rozwojowych i działań organizacyjnych prowadzących do uzyskania znaczącego postępu w wytwarzaniu i przetwarzaniu zaawansowanych technologicznie wyrobów stalowych. **Głównym elementem opracowywanej strategii było wytypowanie przedmiotu badań, rozwoju i wdrożeń : zaawansowanych gatunków stali i stopów żelaza.** Z przeprowadzonej analizy porównawczej głównych materiałów konstrukcyjnych, na których opiera się rozwój technologiczny XXI wieku wynika, że stal i stopy żelaza charakteryzują się bardzo dużym potencjałem rozwojowym i stwarzają możliwości dalszego podwyższania właściwości, które są w wielu przypadkach unikatowe, nieosiągalne dla innych materiałów. Z tych powodów nowoczesne gatunki stali i wykonane z nich wyroby stalowe można zaliczyć do tzw. „materiałów zaawansowanych”.

Przedmiotem opracowania są gatunki stali i stopów żelaza (materiały) i wyroby z nich wytwarzane, których właściwości technologiczne i użytkowe zależą od:

- składu chemicznego, struktury atomowej, nano- i mikrostruktury materiału, z którego je wytworzono,
- kształtu i wymiarów wyrobu,
- rodzaju i struktury warstwy przypowierzchniowej i powierzchni wyrobu.

Wyroby stalowe są stosowane głównie jako materiały konstrukcyjne przenoszące obciążenia oraz do ochrony przed oddziaływaniem śro-

dowiska. Niektóre wyroby stalowe są stosowane jako materiały funkcjonalne – dotyczy to głównie gatunków stali o specjalnych właściwościach magnetycznych i elektrycznych.

**Obecnie zidentyfikowane główne oczekiwania użytkowników wyrobów ze stali lub wyrobów zawierających elementy stalowe są następujące:**

- długotrwałość użytkowania bez pogorszenia cech użytkowych,
- minimalizacja negatywnego wpływu na środowisko w procesie produkcji i w okresie użytkowania, w tym jak największy stopień recyklingu,
- zwiększenie bezpieczeństwa użytkowania i pozytywny wpływ na zdrowie,
- niska cena.

Na podstawie wykonanych analiz i konsultacji wytypowano i scharakteryzowano 13 rozwojowych i nowych materiałów na bazie żelaza i wyrobów z tych materiałów – w tym 3 priorytetowe grupy gatunkowe. Trafność wyboru i prawidłowość opisu wytypowanych nowych i rozwojowych materiałów i wyrobów poddana została ocenie zespołu ekspertów zewnętrznych oraz członków Komitetu Sterującego Polskiej Platformy Technologicznej Stal.

Dla każdej pary materiał – wyrób opracowano:

- opis właściwości materiałów i wyrobów oraz ich zastosowania,
- znaczenie dla społeczeństwa i gospodarki oraz dla rozwoju nauki,
- analizę SWOT,
- analizę zidentyfikowanych barier w procesie opracowywania i wdrażania wyrobu – PT (Prerequisite Tree).

**Kluczową rolę w realizacji strategii badań i wdrażania nowoczesnych wyrobów stalowych przypisano Polskiej Platformie Technologicznej Stali (PPTS), grupującej producentów i przetwórców wyrobów stalowych oraz jednostki naukowo-badawcze.** PPTS opracowała Strategiczny Program Badań ( [WWW.imz.pl/ppts.html](http://WWW.imz.pl/ppts.html) ) zawierający obszary, kierunki i projekty badawcze najważniejsze dla rozwoju krajowego przemysłu stalowego i wyrobów stalowych produkowanych przez ten przemysł. Realizacja Strategicznego Programu Badań następuje poprzez opracowywanie i uruchamianie projektów badawczych rozwiązujących zidentyfikowane problemy. Wyniki projektu ForeMat w zakresie stali i stopów żelaza są wykorzystywane w fazie planowania kolejnych etapów Strategicznego Programu Badań PPTS.

Finansowanie badań podstawowych i wstępnych faz technologicznych wyłącznie ze środków przedsiębiorstw krajowych jest obecnie mało realne. Początkowe fazy badań nad rozwojem nowych materiałów powinny być wspierane środkami budżetu krajowego i europejskiego. Polska Platforma Technologiczna Stali stwarza szanse na wypracowanie nowego modelu finansowania badań nad rozwojem stali i materiałów na bazie żelaza, ze zwiększonym partnerstwem przedsiębiorstw przemysłowych.

## Nowoczesne technologie wykorzystywane do uzyskania powłok i warstw

Anna Goral, Jolanta Deda, Ewa Beltowska, Bogusław Major

*Polish Academy of Sciences, Institute of Metallurgy and Materials Sciences (IMIM PAN), Reymonta 25, Kraków 30-059, Poland*

*e-mail: nmgoral@imim-pan.krakow.pl*

Intensywny rozwój inżynierii powierzchni w świecie stawia coraz wyższe wymagania dotyczące nowoczesnych materiałów ze względu na ich zaawansowane aplikacje. Jednocześnie technologie ich otrzymywania muszą być ekonomiczne i przekładać się na zastosowanie w przemyśle, np. duża szybkość pokrywania większych powierzchni przy dobrej powtarzalności.

Do wytwarzania powłok i cienkich warstw w skali przemysłowej coraz częściej stosowane są nowoczesne metody osadzania wykorzystujące wysokoenergetyczną wiązkę lub cząstki (np. w metodach: laserowych, jarzeniowych, plazmowych). Szczególnym wymaganiem dla przemysłu jest optymalny dobór parametrów technologicznych do produkcji elementów o zmodyfikowanej warstwie wierzchniej posiadających złożone kształty i duże wymiary oraz rozwój i poznanie technologii alternatywnych w stosunku do metod zanieczyszczających środowisko. Istotna jest znajomość, jakie technologie są już dostępne i na jakim poziomie oraz tendencje rozwojowe wraz z ograniczeniami. Wiedza ta w powiązaniu z zaawansowaną diagnostyką materiałową w skali od makro- do nanometrycznej stanowi podstawę optymalnego doboru technologii - wyrób. Aplikacja i wdrożenie wymaga analizy ekonomicznej uwzględniającej potencjalny rynek zastosowania.

W planowaniu tendencji rozwojowych technologii wykorzystywane są metody badawcze (analiza SWOT i drzewo osiągnięcia celów - PT) stosowane przy realizacji projektów typu „foresight”, jakim jest projekt ForeMat. Analiza SWOT przeprowadzona dla kilkunastu technologii inżynierii powierzchni umożliwiła scharakteryzowanie ich słabych i silnych stron oraz wskazanie szans i zagrożeń, jakie stoją przed daną technologią.

Z kolei drzewo osiągnięcia celów pozwoliło zidentyfikować główne bariery utrudniające rozwój oraz doskonalenie technologii, związane z jej specyfiką oraz wynikające z uwarunkowań ogólnych (np. prawnych, społecznych, ekonomicznych i in.). W oparciu o analizę SWOT i PT oraz przyjmując za priorytet możliwość wykorzystania przez krajowy przemysł, jak również uwzględniając trendy światowe, zaproponowano listę rankingową kilkunastu technologii poczynając od najbardziej obiecujących dla krajowej gospodarki.

Przedstawiony ranking obejmuje szerokie spektrum technik nowoczesnych, rozwijających się oraz znanych udoskonalanych. Stwierdzono, że ranking technologii może różnie kształtować się w zależności od przyjętego priorytetu ich szeregowania, możliwości wykorzystania w różnych dziedzinach przemysłu, a także w zależności od tego, jaką dziedzinę nauki reprezentują układający go eksperci.

Stwierdzono, że każda z technologii posiada ograniczenia związane z kompromisem w stosunku do specyfiki procesu, materiału bazowego stanowiącego podłoże, spodziewanych właściwości powłok i cienkich warstw, a także kosztu.

---

Dodatkowo, na podstawie opinii trzech Platform Technologicznych (Polskiej Platformy Technologicznej Opto i Nanoelektroniki, Polskiej Platformy Lotnictwa, Polskiej Platformy Biotechnologii) opracowanych dla potrzeb projektu ForeMat, wynika, iż trudno jest wskazać jedną uniwersalną technologię spełniającą oczekiwania w/w Polskich Platform Technologicznych. Z punktu widzenia każdej z nich ranking ten wygląda inaczej (choć obejmuje podobne technologie) pod względem możliwości wykorzystania w różnych dziedzinach przemysłu.

---

Invited oral

---

### **„Nowoczesne technologie i materiały” w ramach Narodowego programu Foresight „Polska 2020”**

Lukasz P. Kaczmarek, Piotr Kula

*Technical University of Łódź, Institute of Materials Engineering, Stefanowskiego 1/15, Łódź 90-924, Poland*

*e-mail: lukasz.kaczmarek@p.lodz.pl*

Celem nadrzędnym Panelu Tematycznego „Nowe materiały i technologie” (PT6) Narodowego Programu Foresight 2020 było określenie, które technologie i materiały (nowe, a także rozwój obecnych) przyczynią się do stworzenia silnej międzynarodowej pozycji kraju w takich dziedzinach jak: przemysł energetyczny, przemysł transportowy, przemysł narzędziowy, przemysł elektroniczny, medycyna. W trakcie formowania listy pod uwagę brano, znaczące doświadczenie i osiągnięcia w Polsce w obszarze „Nowoczesne materiały i technologie”, znaczący potencjał kadrowy, realną możliwość osiągnięcia poziomu konkurencji, realne szanse na uzyskanie przewagi konkurencyjnej, obszary już rozwijane na świecie, nowe, pojawiające się obszary w skali globalnej, o potencjalnie dużym wpływie na gospodarkę.

Dodatkowo zostanie również omówiona metodologia dojścia do sformułowania tez do badania metodą Delphi.

---

Invited oral

---

### **Kompozyty ceramika-metal**

Katarzyna Konopka

*Warsaw University of Technology, Faculty of Materials Science and Engineering (InMat), Wołoska 141, Warszawa 02-507, Poland*

*e-mail: kako@inmat.pw.edu.pl*

Zakres zastosowań kompozytów ceramiczno metalowych ciągle się poszerza. Wynika to także ze wzrastających wymagań stawianych tym materiałom, które powinny być wytrzymalsze, sztywniejsze, odporniejsze na podwyższoną temperaturę i lżejsze, a przy tym odporne na pęknięcie i szereg czynników związanych ze środowiskiem pracy. Materiały o takich wymaganiach mogą znaleźć zastosowanie w przemyśle samochodowym i lotniczym, mogą być również wykorzystywane na elementy przeciw zużyciowe, odporne na erozję i korozję, w tym także o zastosowaniu biomedycznym.

Projektowanie i wytwarzanie nowoczesnych kompozytów ceramika-metal obejmuje również nanokompozyty w których manometryczny rozmiar może posiadać ziarno osnowy ceramicznej lub cząstki metalu jak również oba materiały.

Szeroko rozwijane są techniki wytwarzania kompozytów ceramika-metal. Wykorzystywane są zarówno tradycyjne metody metalurgii proszków, jak i zaadoptowane metody opracowane i powszechnie stosowane dla ceramiki. W szczególności nanokompozyty wymagają stosowania odpowiednich proszków o nanometrycznym rozmiarze oraz sposobów zachowania tego wymiaru w kompozycie. W wielu przypadkach procesy te są kosztowne. Dlatego też wymagane jest skoncentrowanie prac badawczych nad uproszczeniem procesów wytwarzania tych kompozytów co pozwoli na rozszerzenie możliwości ich aplikacji i ich komercjalizację.

W opracowaniu przedstawiono stan wiedzy nt. kompozytów ceramika-metal, jakie materiały i jakie technologie należy rozwijać, nakreślono kierunki badań podstawowych i działań które prowadzić będą do opracowania i wdrożenia nowych konstrukcyjnych i funkcjonalnych materiałów kompozytowych ceramika-metal.

---

Invited oral

---

### **Scenariusze rozwoju technologicznego przemysłu wydobywczego rud miedzi i surowców towarzyszących w Polsce**

Andrzej Kosiór

*KGHM Cuprum CBR sp z o.o., Jana Pawła II, Wrocław 50136, Poland*

*e-mail: akosior@cuprum.wroc.pl*

Prezentacja zawiera opis przeprowadzonych działań, zmierzających do oceny innowacyjności technologii górniczych stosowanych w KGHM S.A. oraz do wyboru technologii kluczowych dla rozwoju przemysłu wydobywczego rud miedzi i surowców towarzyszących w Polsce. Zaprezentowano w niej kryteria ogólne i szczegółowe oceny innowacyjności technologii górniczych oraz zdefiniowano w wyniku ankietyzacji metodą delficką priorytety jakie winny one spełniać. Priorytety te wyznaczają przyszłe kierunki rozwoju poszczególnych technologii górniczych, a wynikają z możliwości ich modyfikacji w zakresie poprawy bezpieczeństwa pracy, wzrostu efektywności produkcji, możliwości adaptacji nowoczesnych rozwiązań technicznych i technologicznych jak i uniwersalności ich stosowania w zmieniających się warunkach górniczo-geologicznych. Opracowane na drodze wszechstronnych analiz trzy alternatywne scenariusze rozwoju technologii górniczych dostosowane są do bieżących i potencjalnych możliwości finansowych tej branży oraz pozwalają na ocenę przydatności poszczególnych technologii w perspektywie roku 2020. Scenariusz umiarkowanego i zrównoważonego rozwoju akcentuje uwarunkowania techniczne, ekonomiczne i społeczne z podkreśleniem bezpieczeństwa; scenariusz przyspieszonego rozwoju zakłada dalszy wzrost zapotrzebowania na miedź, w wyniku którego możliwym stanie się wdrażanie rozwiązań innowacyjnych opracowanych we współpracy z nauką oraz najbardziej kosztowny ale wysoce oczekiwany scenariusz dynamicznego rozwoju, umożliwiający wdrażanie szeregu nowatorskich rozwiązań technicznych i organizatorskich.

## Strategia rozwoju badań nanoprozsków

Witold Łojkowski

*Polish Academy of Sciences, Institute of High Pressure Physics (UNIPRESS), Sokolowska 29/37, Warszawa 01-142, Poland*

*e-mail: wl@unipress.waw.pl*

Nanoprozski to proszki o rozmiarach poniżej 100 nm. Wraz ze zmniejszeniem rozmiaru, coraz większa część atomów materiału jest na powierzchni. Atomy będące na powierzchni mają zerwanych części wiązań atomowych, przez co są aktywne chemicznie a warstwa powierzchniowa może mieć inne własności fizyczne niż głębsze warstwy materiału. Nanoprozski sfunkcjonalizowane mają przyłączone do powierzchni specjalnie dobrane związki chemiczne, często organiczne. Dzięki temu można nadawać nanoprozskom nowe funkcje i własności oraz sterować ich oddziaływaniem z innymi materiałami. Jak z tego widać w przypadku nanoprozsków skład chemiczny ich powierzchni może mieć większe znaczenie niż ich wnętrza. Oprócz powyższego, ze zmniejszeniem rozmiaru zmieniają się własności fizyczne materiału z którego zbudowane są ziarenka: optyczne, magnetyczne, termiczne, mechaniczne, cieplne. Rozróżnia się nanoprozski pierwszej generacji: bez specjalnie przygotowanej powierzchni, drugiej generacji, o sfunkcjonalizowanej powierzchni, oraz trzeciej generacji, lub hybrydowe, które już są jakby nanorobotami czy nano-urządzeniami o złożonych funkcjach i budowie. Nowe własności otwierają drogę do nowych zastosowań i odkryć naukowych.

Technologia i zastosowanie nanoprozsków to jeden z największych segmentów rynkowych nanotechnologii. W ramach tego rynku różni się tradycyjne rynki jak przemysł opon samochodowych (nano-sadza, nano-krzemionka, nano-tlenek cynku), ze stałym wzrostem produkcji oraz szeregiem mniejszych rynków. Tym niemniej nanoprozski będą miały wpływ na większość technologii stosowanych przez człowieka, kwestią do dyskusji jest jedynie czas jaki minie do wejścia nowych produktów na rynek.

W ramach projektu w Polsce zidentyfikowano ok. 30 światowej klasy ekspertów w zakresie syntez, funkcjonalizacji, charakteryzacji oraz badania własności nanoprozsków.

Jako strategiczne kierunki badań sformułowano:

- podstawowe mechanizmy syntezy i wzrostu nanocząstek.
- metody funkcjonalizacji (przyczepiania do powierzchni odpowiednich związków chemicznych)
- rozwój reaktorów do syntez nanoprozsków i zwiększenie skali produkcji.
- technologie przyrostowe (generyczne) oparte np. o metodę drukowania struktur przy pomocy drukarek.

Jeśli chodzi o specyficzne kierunki badań, to przeprowadzone analizy wskazują na duże perspektywy rozwoju i komercjalizacji :

- domieszkowanych nanoprozsków tlenkowych,
- nanoprozsków metali szlachetnych,
- nano proszków mineralnych i krzemionki stosowanej jako napelniacz do polimerów.

- wykorzystanie technik opartych o ekstremalne czynniki fizyczne działające w stosunkowo niskich temperaturach: wysokie ciśnienia, mikrofały, impulsy pola elektrycznego, ultradźwięki.

Badania powinny być uzupełnione rozwojem metod nanometrologii, normalizacji i miar, oraz badaniami nad metodami zapobiegania ewentualnym skutkom ubocznym stosowania nanoprozsków.

Uruchomienie kompleksowego programu „Nanoprozski dla innowacyjnej gospodarki” zaowocuje komercyjnymi technologiami zarówno w krótkiej jak i dalekiej perspektywie czasowej.

## Oferta zaawansowanych materiałów w perspektywie 5 - 20 lat

Witold Łojkowski<sup>1,2</sup>, Jacek Kuciński<sup>2</sup>

*1. Polish Academy of Sciences, Institute of High Pressure Physics (UNIPRESS), Sokolowska 29/37, Warszawa 01-142, Poland*

*2. Polish Academy of Sciences, Institute of Fundamental Technological Research (IPPT), Swietokrzyska, Warszawa 00-049, Poland*

*e-mail: wl@unipress.waw.pl*

W ramach projektu Foresight „SCENARIUSZE ROZWOJU TECHNOLOGII NOWOCZESNYCH MATERIAŁÓW METALICZNYCH, CERAMICZNYCH I KOMPOZYTOWYCH”, analizowano mocne i słabe strony, szanse i zagrożenia oraz wskazano strategiczne kierunki badań i rozwoju w dziedzinie materiałów metalicznych, szkła i ceramiki oraz kompozytów. Z badań wyłączone były materiały polimerowe. Analizowano technologie prowadzące do zwiększenia wartości użytkowych materiałów przez nadawanie im specjalnej mikrostruktury, nanostruktury, kształtowanie składu fazowego, tworzenie warstw i powłok, oraz tworzenie z nich kompozytów.

W sesjach równoległych partnerzy projektu zaproponują strategiczne kierunki badań w poszczególnych grupach materiałów i technologii.

Realizacja projektu powinna przyczynić się do dalszego przyspieszenia rozwoju gospodarczego kraju poprzez coraz lepsze wykorzystanie potencjału badawczego i technologicznego Polski.

Wyniki przeprowadzonych dyskusji, ankiet i analiz wyraźnie pokazują konieczność spełnienia 3 warunków:

- 1) ukierunkowania znacznych funduszy w wybranych kierunkach wzdłuż łańcucha wartości: od badań podstawowych zjawisk zachodzących w materiałach do produktów rynkowych,
- 2) zmian funkcjonowania nauki aby usunąć bariery na drodze do tego celu
- 3) zwiększenia finansowania prac badawczo rozwojowych.

Szczególnie istotna jest **poprawa komunikacji** pomiędzy różnymi interesariuszami: instytucjami, przemysłem, polityką, społeczeństwem, uczelniami.

Wskazywano też na konieczność dalszego wsparcia międzynarodowego charakteru badań materiałowych i udziału w dużych projektach europejskich.

Strategicznym kierunkiem badań w perspektywie 10-20 lat powinien

być rozwój nanotechnologii, w tym zwłaszcza technologii hybrydowych nanomateriałów. Projekty zorientowane na zastosowania w perspektywie 5 lat powinny być realizowane w ścisłej współpracy z przemysłem.

W wyniku badań ankietowych zidentyfikowano ok. 700 wyrobów które mogą uzyskać przewagę konkurencyjną poprzez zastosowanie do ich otrzymania ok. 280 zaawansowanych materiałów.

W perspektywie 5 lat najwięcej wyrobów dotyczy zaawansowanych materiałów konstrukcyjnych, 10 lat: materiałów funkcjonalnych, 15 – 20 lat: nanomateriałów i nanostruktur.

Projekt jest współfinansowany przez Europejski fundusz rozwoju regionalnego UE w ramach działania 1.4 SPO-WKP "Wzmocnienie współpracy między sferą badawczo-rozwojową a gospodarką" - poddziałanie 1.4.5: Projekty badawcze w obszarze monitorowania i prognozy rozwoju technologii, również przez MNiSW oraz przez członków Konsorcjum realizującego projekt: CZT CAMAT oraz INE PAN.

---

Invited oral

---

### **Statystyczna analiza deklarowanych kierunków rozwoju nowoczesnych materiałów w projekcie FOREMAT w powiązaniu z tematami polskich prac doktorskich, habilitacyjnych i grantów KBN**

Roman Pielaszek

*Polish Academy of Sciences, Institute of High Pressure Physics (UNIPRESS), Sokolowska 29/37, Warszawa 01-142, Poland*

*e-mail: roman@pielaszek.net*

Dla potrzeb projektu FOREMAT stworzono bazę danych zawierającą kierunki rozwoju nauk materiałowych deklarowane przez partnerów projektu i zaproszonych ekspertów. Jako jedno z możliwych kryteriów wykonalności nowych zadań zaproponowano ich zestawienie ze zbiorem prac dokonanych w ciągu ostatnich dwudziestu lat.

Znacząca liczba prac zakończonych mogłaby oznaczać istnienie grup badawczych wystarczająco dużych, by w praktyce realizować nowe zadania. Brak tej bazy mogłby zaś wskazywać na nowatorstwo tematu.

Zważenie obu tych czynników może być pomocą przy podejmowaniu decyzji o wspieraniu lub świadomym zaniechaniu przyszłych badań. Można to porównać do oceny ryzyka inwestycyjnego lub kredytowego: wiarygodna analiza statystyczna przypadków z przeszłości jest ważną (czasem jedyną) wskazówką przy decyzjach dotyczących przyszłości.

Dla zbudowania macierzy korelacji projektów zakończonych i zaplanowanych, stworzono specjalną bazę danych, zawierającą ok. 130000 projektów przeszłych, dziesiątki tysięcy relacji pomiędzy ludźmi nauki, instytucjami badawczymi i publikacjami konferencyjnymi oraz kilkoma setkami propozycji nowych kierunków badań.

Informacje na temat badań przeszłych pochodzą z publicznie dostępnych danych o grantach KBN, pracach doktorskich i habilitacyjnych. Relacje człowiek-publicacja-instytucja pochodzą z silnika konferencyjnego science24.com obsługującego dziesiątki konferencji poświęconych inżynierii materiałowej. Propozycje nowych kierunków

pochodzą zaś z ankiet FOREMAT.

Porównania zbiorów danych dokonano na podstawie wyszukiwania słów kluczowych charakterystycznych dla poszczególnych poddziałin materiałowych w tematach i streszczeniach prac.

Oprócz ogólnych korelacji przeszłość-przyszłość dla poszczególnych tematów, baza danych pozwoli na podanie bardzo szczegółowych danych na temat projektów, instytucji i ludzi zaangażowanych w ich realizację, łącznie z adresami i krótką (i niepełną) biografią.

Przedstawione wyniki mają charakter wstępny i będą rozszerzane w miarę rozbudowy zbioru słów kluczowych i adaptacji zaawansowanych algorytmów wyszukiwania pełnotekstowego dla języka polskiego z uwzględnieniem jego gramatyki.

---

Invited oral

---

### **"Kierunki rozwoju technologii materiałowych na potrzeby klastra lotniczego „Dolina Lotnicza”"**

Michał Pilecki

*SGPPL Dolina Lotnicza, ul. Szopena 51, Rzeszów 35-959, Poland*

*e-mail: michal.pilecki@dolinalotnicza.pl*

Stowarzyszenie Grupy Przedsiębiorców Przemysłu Lotniczego „Dolina Lotnicza” jest klastrem przemysłowym, zrzeszającym przedsiębiorstwa i instytucje z branży lotniczej, zlokalizowane w południowo-wschodniej Polsce. W skład klastra wchodzi obecnie 68 członków z regionu, stanowiących 90 % polskiego przemysłu lotniczego.

Jedną z inicjatyw Doliny Lotniczej, jest projekt foresight pt. **Kierunki rozwojowe technologii materiałowych na potrzeby klastra lotniczego „Dolina Lotnicza”**. Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego realizowany jest w okresie od 1 czerwca 2006 r. do 31 maja 2008 r. Celem projektu jest określenie prognozy na około 15 najbliższych lat w zakresie przewidywanych kierunków rozwoju technologii materiałowych, które:

- są najistotniejsze z punktu widzenia planów wytwórczych polskiego przemysłu lotniczego,
- wydają się najbardziej użyteczne do produkcji wyrobów lotniczych w przyszłości (wyrobów aktualnie jeszcze nie produkowanych)
- mają największe szanse na zastosowanie na podstawie oceny trendów rynkowych w wybranych grupach wyrobów lotniczych,
- mają największe możliwości opracowania i wdrożenia przez przemysł

---

Invited oral

---

### **Wybrane scenariusze rozwoju technologicznego materiałów polimerowych**

Henryk Rydarowski, Krystyna Czaplicka

*Główny Instytut Górniczo-Geologiczny (GIG), Pl. Gwarków, Katowice 40-166, Poland*

*e-mail: h.rydarowski@gig.katowice.pl*

## **1. Wstęp**

Foresight to „spojrzenie w przyszłość” usystematyzowanym sposobem pozyskiwania informacji, mające na celu stworzenie średnio lub długookresowej wizji rozwoju danej dziedziny techniki czy technologii. Stanowi skuteczne narzędzie wspomagania procesu decyzyjnego dotyczącego rozwoju danej branży czy regionu. W czerwcu 2006 roku w ramach Sektorowego Programu Operacyjnego - Wzrost Konkurencyjności Przedsiębiorstw na lata 2004-2006, którego głównym zadaniem było określenie priorytetów polityki Państwa w zakresie rozwijania przedsiębiorczości i innowacyjności, ze szczególnym uwzględnieniem sektora małych i średnich przedsiębiorstw, rozpoczęto prace nad „Foresightem technologicznym w zakresie materiałów polimerowych”. Opracowanie zostało wykonane na zamówienie Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego. Projekt o budżecie 5,2 mln PLN, został sfinansowany w 70% ze środków Unii Europejskiej, a w 30% ze środków własnych uczestniczących w nim jednostek. W skład konsorcjum badawczego realizującego projekt weszli przedstawiciele Głównego Instytutu Górniczego w Katowicach (koordynator projektu), Instytutu Chemii Przemysłowej w Warszawie, Centrum Badań Molekularnych i Makromolekularnych PAN w Łodzi, Centrum Chemii Polimerów PAN w Zabrze, Instytutu Włókien Naturalnych w Poznaniu, Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie oraz Politechnik: Krakowskiej, Łódzkiej, Szczecińskiej, Wrocławskiej i Śląskiej.

Sformułowano priorytety obszarów badań naukowych w zakresie wytwarzania i przetwarzania materiałów polimerowych na podstawie trendów występujących w krajach Unii Europejskiej oraz na świecie. Określono możliwości badawcze polskich ośrodków naukowych. Prace analityczne realizowane były w trzech dużych grupach tematycznych:

- technologie wytwarzania materiałów polimerowych (M),
- procesy przetwórstwa materiałów polimerowych (P),
- obszary wykorzystania materiałów polimerowych (W).

## 2. Metodologia prac foresight'owych – opis zastosowanych metod badawczych

Projekt miał na celu wskazanie możliwych kierunków prac w sferze rozwojowej oraz produkcyjnej przemysłu w dziedzinie inżynierii materiałowej w zakresie polimerów. Prace w ramach projektu były prowadzone w grupach ekspertów, tzw. Panelach Roboczych.

Punkt wyjścia stanowił dokonany przez grupy ekspertów przegląd technologii oraz ich klasyfikacja na schyłkowe, dojrzałe, prototypowe i przyszłościowe, będące dopiero w fazie badań. Metodycznej analizie poddano wyłącznie technologie dojrzałe, nie będące powszechnie stosowane na terenie kraju, technologie prototypowe oraz przyszłościowe. Pozostałe zostały odrzucone ze względu na brak perspektyw ich rozwoju w krajowych ośrodkach badawczych. Kryteria oceny brały pod uwagę ważność ekonomiczną, społeczną, znaczenie dla środowiska, kreatywność oraz wykonalność. Technologie, które w opinii ekspertów w najwyższym stopniu spełniały przyjęte kryteria, utworzyły listę **technologii krytycznych**. Stało się to podstawą opracowania **wizji rozwoju technologicznego**, czyli grup technologii krytycznych w ich wzajemnym powiązaniu merytorycznym i przyczynowo-skutkowym. Wizje rozwoju, które w ocenie ekspertów wydawały się możliwe i najbardziej prawdopodobne do zastosowania w Polsce, posłużyły do utworzenia scenariuszy rozwoju technologicznego.

Dzięki analizom STEEP i SWOT wskazane zostały najistotniejsze siły i słabości oraz szanse i zagrożenia mające wpływ na funkcjonowanie i rozwój obszarów badawczych gospodarki polimerami. W celu oceny znaczenia wziętych pod uwagę czynników przeprowadzona została **analiza strukturalna wpływów**. Rezultaty badania poddano analizie statystycznej z wykorzystaniem programu Mic-Mac, w wyniku której ukazane zostały zarówno bezpośrednie, jak i pośrednie powiązania między czynnikami. Wynikiem tych prac było wskazanie **czynników kluczowych**, łączących siłę oddziaływania z dużym stopniem zależności, uznanych za priorytetowe w procesie opracowywania scenariuszy rozwoju. Na podstawie listy czynników kluczowych opracowano **warianty zachowania się otoczenia**, różniące się między sobą przewidywaną ewolucją czynników w przyszłości.

Warianty, których prawdopodobieństwo wystąpienia do roku 2030 okazało się największe, zostały szczegółowo opisane i wykorzystane w dalszych pracach nad tworzeniem scenariuszy rozwoju w Panelach Roboczych. Ostatnim instrumentem wspomagającym budowę scenariuszy rozwoju technologicznego była ankietyzacja tez delfickich opracowanych przez Panele Robocze. Jej podstawowym celem było określenie prawdopodobieństwa (i ewentualnego czasu) wystąpienia zdarzeń wytypowanych przez ekspertów. W badaniu wzięło udział łącznie około 600 respondentów reprezentujących szeroko rozumiany przemysł. Przygotowana ankietyzacja zawierała zestaw tez ogólnych odnoszących się do całościowego spojrzenia na rozwój materiałów polimerowych i ich przetwórstwa oraz zestaw tez szczegółowych dotyczących poszczególnych obszarów tematycznych. Tezy ogólne obejmowały zagadnienia związane z uwarunkowaniami politycznymi, ekologicznymi, ekonomicznymi i społecznymi w Polsce do roku 2030 oraz ogólnymi tendencjami rozwoju potencjału naukowo-badawczego i przemysłowego oraz wymaganiami i potrzebami rynkowymi. Analiza statystyczna uzyskanych odpowiedzi była przeprowadzona pod kątem przewidywanego terminu, w którym nastąpi realizacja zdarzenia opisanego w tezie. Do budowy prognoz czasu realizacji tez wykorzystano zasadę największego prawdopodobieństwa, zgodnie z którą za prognozę punktową przyjęto dominantę (dominanta informuje, który rok realizacji tezy był najczęściej wskazywany przez ekspertów). W celu budowy prognozy przedziałowej wykorzystano teoretyczne rozkłady statystyczne oraz przyjęto poziom wiarygodności 0,7 (prawdopodobieństwo, że teza będzie zrealizowana w zadanym przedziale czasowym).

Wyniki badania stanowiły narzędzie pomocnicze przy opracowywaniu **scenariuszy rozwoju technologicznego**. Podstaw dostarczyła ocena prawdopodobieństwa realizacji opracowanych wizji rozwoju technologicznego przy założonych wariantach zachowania się otoczenia w przyjętym okresie (do 2030 r.). Scenariusze, jako najbardziej rozpowszechniona forma badań foresight'owych, stosowane są w roli narzędzia decyzyjnego, ukazując możliwe wybory i ich potencjalne konsekwencje. Nie mają na celu przewidywania przyszłości lecz umożliwiają badania symulacyjne i mogą być stosowane przez kręgi decyzyjne do analizy efektów podjęcia różnych decyzji.

Ostatnim zadaniem stawianym przed Panelami Roboczymi było przygotowanie graficznej formy scenariuszy – tzw. **mapy drogowej**. Wybór scenariuszy rozwoju technologicznego dał podstawę opracowania w panelach roboczych technologicznych map drogowych zbudowanych w oparciu o technologie krytyczne (kluczowe) oraz program badawczo-rozwojowy dla analizowanego obszaru tematyczne-

go.

Elementy mapy drogowej – zestaw technologii uwzględnionych w danym scenariuszu – poddano analizie pod kątem określenia wzajemnych powiązań oraz odniesień do programu badawczo-rozwojowego w analizowanym obszarze tematycznym. Następnie określono kiedy poszczególne technologie, w ramach danego scenariusza, osiągną dojrzałość, tzn. będą mogły być wdrożone. W trakcie tych prac wykorzystano wyniki ankietyzacji tez delfickich. Ostatecznie opracowany został graficzny obraz powiązań między technologiami przy uwzględnieniu skali czasowej. Ostatecznym wynikiem pracy było połączenie elementów cząstkowych w spójny scenariusz rozwoju technologii kluczowych całej gospodarki materiałami polimerowymi, która obejmuje zarówno ich wytwarzanie, przetwarzanie jak i różnorodne wykorzystanie.

#### **Wybrane scalone scenariusze rozwoju gałęzi wytwarzania, przetwórstwa i wykorzystania tworzyw polimerowych w Polsce.**

Najważniejszym z opracowanych scalonych scenariuszy rozwoju jest **scenariusz optymistyczny**, zakładający stały i stabilny wzrost znaczenia grupy materiałów polimerowych w różnych dziedzinach życia. Jest to wynikiem założonych, sprzyjających uwarunkowań ekonomicznych oraz społeczno-politycznych. Zakłada się, że gospodarka krajowa będzie się rozwijać, a w skutek wzrostu PKB i dochodów ludności rosło będzie zapotrzebowanie na różnego rodzaju dobra materialne. Wejście do strefy euro ułatwi eksport produktów krajowych. Wzrośnie finansowanie prac badawczych z budżetu oraz programów Unii Europejskiej, dzięki czemu wzrośnie potencjał badawczy zarówno w aspekcie wyposażenia w sprzęt jak i w aspekcie poziomu kadry naukowej, ściśle współpracującej z zagranicą. Rozszerzy się i pogłębi współpraca nauki z przemysłem.

Przepisy prawne wspierające będą wdrażanie nowych energooszczędnych i przyjaznych dla środowiska technologii wytwarzania i przetwarzania materiałów. Przedsiębiorstwa, zwłaszcza małe i średnie, dzięki konkurencji podniosą jakość produktów w oparciu o wiedzę zatrudnionych specjalistów. Ceny surowców na rynku będą stabilne, co umożliwi realizację strategii rozwoju planowanych na długie okresy.

W zakresie **tworzyw termoplastycznych** rozwijane będą w pierwszej kolejności technologie zapewniające obniżenie kosztów wytwarzania zarówno półproduktów jak i gotowych wyrobów. Wszystkie technologie powinny być energooszczędne i wodooszczędne, wysokowydajne oraz realizowane przy maksymalnym eliminowaniu jednostajnej, ciężkiej pracy ludzkiej wykonywanej w warunkach eliminujących zagrożenie zdrowia. Istotnym elementem jest poszukiwanie tanich surowców. Oczekuje się, że źródłem taniego surowca do przetwórstwa staną produkty recyklingu. Energooszczędne i tanie technologie w pierwszym okresie (przed 2010 r.) zostaną zastosowane do wytwarzania tworzyw typu PVC, PE, PP, POM, nieco później do tworzyw ABS, PS, PPU, PPE. W przetwórstwie rozwijane będą technologie oparte zarówno o wtryskiwanie jak i wytłaczanie. Zakłada się, że wraz z rozwojem produkcji **tworzyw termoutwardzalnych i chemoutwardzalnych** nastąpi automatyczny rozwój parku maszynowego i jego unowocześnienie zmierzające do wzrostu wydajności, a przez to znacznej obniżki kosztów wytwarzania; utrzymanie jakości wytwarzanych tworzyw na najwyższym oczekiwanym przez wymagających odbiorców poziomie. Rozwój parku maszynowego i jego unowocześnienie przyczyni się do produkcji tworzyw

termo- i chemoutwardzalnych gwarantującej ochronę środowiska zarówno na etapie wytwarzania tych tworzyw jak i ich eksploatacji, a następnie utylizacji. Zakłada się, że nowoczesnymi będą przede wszystkim technologie bezrozpuszczalnikowe, a do wytwarzania nowych tworzyw zostaną zastosowane surowce odnawialne. W początkowym okresie do roku 2015 zakładane efekty uzyska się w przypadku m.in. tworzyw z grupy nienasyconych żywic poliestrowych, fenoplastów, żywic silikonowych i poliuretanów. Po 2015 roku proces ten obejmie poliamidy, aminoplasty, polimery allilowe, żywice akrylowe. Stały rozwój krajowego rynku rozwinie popyt na nowe materiały i technologie budowlane. Należy się spodziewać, że dzięki swym korzystnym właściwościom utwardzalne materiały polimerowe poszerzą udział w rynku chemii budowlanej. Jednocześnie w obszarze krajowego zaplecza badawczego podejmowane będą prace nad modyfikacją istniejących i opracowaniem tworzyw reaktywnych, w szczególności przeznaczonych do produkcji powłok ozdobnych i antykorozyjnych, wyższej jakości spoiw do polimerobetonów, samopoziomujących mas podłogowych, impregnatów oraz powłok i membran hydroizolacyjnych, materiałów ogniochronnych, klejów i szpachlówek, osnów do prefabrykowanych konstrukcyjnych profili pultrudowanych, materiałów i elementów konstrukcyjnych (pokrycia dachów, zbiorniki, mosty, rury, okładziny, mała architektura). Szczególną rolę w wytwarzaniu konstrukcji inżynierskich będą miały technologie pultruzji i wtryskiwania, których wdrożenie przewiduje się w latach 2010-2015.

W dziedzinie **wytwarzania i przetwórstwa elastomerów** rozwijane będą technologie związane z rozwojem motoryzacji. Pojazdy mechaniczne mają wiele komponentów z elastomerów począwszy od opon pneumatycznych a skończywszy na wycieraczkach i materiałach wykładzinowych. Wymagania stawiane wielu z tych wyrobów są wysokie i zróżnicowane. Aby je spełnić, do wykonania niektórych z nich konieczne jest stosowanie wysokosprawnych materiałów dla zaawansowanych technik wytwarzania. W wielu przypadkach do ich wytworzenia używane są wieloskładnikowe mieszanki gumowe, zawierające nawet do 20 wzajemnie na siebie oddziaływujących lub ze sobą reagujących składników. Celem jest opracowanie ekologicznej technologii wytwarzania wysokosprawnych materiałów elastomero- wych. Rozwój motoryzacji wymusza szybki rozwój przemysłu wytwarzania i modyfikacji elastomerów, a technologie opracowane dla tego celu mogą być wykorzystywane do wytwarzania także innych wyrobów spełniających wymagania wielu działów gospodarki. Technologie modyfikacji chemicznej i fizycznej elastomerów oraz produkcji modyfikatorów opracowane w ramach tego scenariusza będą mogły być wdrożone w średnich przedsiębiorstwach, co poprawi ich konkurencyjność na rynku. Po roku 2015 przewiduje się m.in. wdrożenie w skali komercyjnej produkcji elastomerów estroolefinowych napełnianych nanocząsteczkami *in-situ* i funkcjonalizowanych oleinowych elastomerów termoplastycznych. W tym samym okresie zastosowane zostaną technologie łączenia elastomerów na gorąco, mikronatryskowanie elastomerów termoplastycznych z nanocząsteczkami, mieszanie elastomerów z nanonapełniaczami.

W obszarze **kompozytów polimerowych** szczególnie rozwijane będą technologie przydatne do wytwarzania produktów stosowanych w motoryzacji. Zwiększa się dostęp do rynku europejskiego, a co za tym idzie zwiększa się dostęp do zaawansowanych technologii i materiałów. Skutkuje to opracowaniem nowych krajowych maszyn i urządzeń, oraz wprowadzeniem nowych technologii wytwarzania i przetwarzania materiałów kompozytowych. Rozwija się również ry-

nek związany z produkcją żywic i wzmocnień. Skutkiem tego jest wzrost konkurencyjności krajowego rynku kompozytów w stosunku do rynku zagranicznego i sprzedaż produkowanych wyrobów nie tylko w kraju, ale przede wszystkim za granicę. Ponadto, korzystne uwarunkowania ekonomiczne i społeczne doprowadzą, w krótkim czasie, do szczególnie intensywnego rozwoju produkcji pojazdów samochodowych w kraju. Sytuacja ta stanie się bodźcem do uruchomienia produkcji kooperacyjnej w zakresie materiałów, części i podzespołów. Jednocześnie zachowany zostanie główny czynnik sterujący rozwojem branży motoryzacyjnej: minimalizacja kosztów wytwarzania. Rozwój nowoczesnych konstrukcji samochodowych, wprowadzenie nowych systemów napędu opartego o układy hybrydowe i paliwo gazowe, jak również konieczność obniżenia zużycia paliwa sprzyjać będzie wprowadzaniu nowych technologii i materiałów opartych przede wszystkim na kompozytach. Wizja rozwoju motoryzacji zrealizowana może być w oparciu o technologię kompozytów termoplastycznych przede wszystkim wzmocnianych matami, włóknem węglowym i włóknem pochodzenia naturalnego. Ponadto opierać się będzie na rozwoju infuzyjnych technik formowania kompozytów z osnową duroplastyczną, wytwarzania i stosowania prefabrykatów pultrudowanych, usprawnienia i wdrożenia nowoczesnych technik przetwarzania preimpregnatów SMC oraz maszyn i narzędzi technologicznych, początkowo importowanych, a następnie produkowanych w kraju. Wizja ta przewiduje stosowanie i rozwój praktycznie większości technologii opartych na preimpregnatkach. Znaczący udział w elementach konstrukcji będą odgrywały kompozyty wzmocnione włóknami naturalnymi i węglowymi typu SMC i BMC formowane technologiami wtrysku i prasowania. Ten kierunek rozwoju wymusi zmiany zarówno w doborze materiałów na elementy karoserii i wyposażenia pojazdów, technologii ich wytwarzania oraz utylizacji. Nastąpi wzrost zastosowania termoplastów wzmocnianych włóknami długimi szklanymi oraz matami z takich włókien, intensyfikacja wykorzystania wzmocnień z włókien naturalnych, intensyfikacja wykorzystania wzmocnień z włókien naturalnych, oraz bazaltowych, a także preform włóknistych (także 3D) wytwarzanych w różnorodny sposób. W zależności od aktualnego stanu prac pierwsze wdrożenia winny nastąpić w okresie lat 2011-2015, natomiast zastosowanie w skali masowej nie później niż w roku 2020.

**Recykling** stanowi w scenariuszu optymistycznym ważne ogniwo gospodarki materiałami polimerowymi. Recykling materiałów polimerowych obejmuje technologie identyfikacji i sortowania oraz zagospodarowania. Identyfikacja i sortowanie z wykorzystaniem metod analizy spektralnej będzie najpowszechniej stosowaną techniką w technologiach sortowania. Metody spektroskopowe w podczerwieni (FT Raman, X-Ray oraz fotoakustyka) należą do najszerzej stosowanych metod analitycznych służących do identyfikacji różnego typu tworzyw sztucznych, a w niektórych przypadkach również do określenia ich jakości i/lub rodzajów dodatków w nich obecnych. Technika ta pozwala w znacznym stopniu zautomatyzować proces separacji i wyeliminować błędy w identyfikacji. Przewiduje się powszechne zastosowanie tych metod od ok. 2011 roku. Spalanie odpadów z odzyskiem energii jest wysoce wydajną i ekologiczną metodą redukcji odpadów z równoczesną korzyścią ekonomiczną. Opłacalność tej metody, znanej i stosowanej już obecnie można uzyskać przy przetwarzaniu minimum 150 000 Mg odpadów/rok. Wytworzone i przetworzone materiały polimerowe znajdują zastosowanie w różnych dziedzinach gospodarki.

W **scenariuszu realistycznym** założono niższy wzrost wskaźników

ekonomicznych państwa oraz słabsze oddziaływanie czynników determinujących rozwój gospodarki materiałami polimerowymi. Takie założenie w pierwszej kolejności przekłada się na przesunięcie w czasie realizacji wizji w poszczególnych obszarach w kierunku późniejszych terminów wdrożeń i rozpoczęcia produkcji lub wykorzystania w skali komercyjnej. W mniejszym stopniu założenia wpłynęły na przewidywanie zaistnienia odmiennej wizji rozwoju. Nie wchodząc w szczegółowy opis tego wariantu zaistniałe różnice można zauważyć na graficznych prezentacjach obu scenariuszy rozwoju gospodarki materiałami polimerowymi.

W opracowaniu zawarto zestawienie najistotniejszych priorytetów badawczych oraz rekomendacje dla wdrożeń wytypowanych technologii w poszczególnych obszarach przetwórstwa materiałów polimerowych uwzględniające metody monitoringu procesu.

Szczegółowe informacje dotyczące założeń, sposobu prowadzenia prac, metod oceny i analizy wyników foresightu zaprezentowane zostały w opracowaniach monograficznych: „Wprowadzenie do foresightu technologicznego materiałów polimerowych w Polsce” oraz „Foresight technologiczny w zakresie materiałów polimerowych. Analiza stanu zagadnienia” (w opracowaniu). Po zakończeniu wszystkich prac w ramach foresightu całość opracowania będzie dostępna na stronie internetowej [www foresightpolimerowy.pl](http://www foresightpolimerowy.pl).

Invited oral

## Zarys strategii rozwoju zaawansowanych szkieł technicznych i specjalnych

Leszek Stoch

*AGH University of Science and Technology, Faculty of Materials Science and Ceramics (AGH UST), Mickiewicza 30, Kraków 30-059, Poland Institute of Glass and Ceramics (ISC), Postępu 9, Warszawa 02-676, Poland*

*e-mail: [stoch\\_l@poczta.onet.pl](mailto:stoch_l@poczta.onet.pl)*

### Stan obecny

Przemysł szklarski z roczną produkcją ca 2 mln t stanowi znaczącą dziedzinę gospodarki o dużym eksporcie 50 do 80% (szkło gospodarcze) obejmującą szkło płaskie (produkcja 850 tys. t), opakowania szklane (produkcja 620 tys.t), szkło gospodarcze (produkcja 85 tys.t) i szkło techniczne (produkcja 53 tys. t). Równocześnie utrzymuje się wysoki import szkła (ca 450 tys.t) głównie płaskiego i technicznego co świadczy o potrzebie i możliwościach rozwoju produkcji szkieł. Dotyczy to w szczególności zaawansowanych szkieł technicznych i szkieł specjalnych które nie są dotąd wytwarzane. Wartość eksportu szkła wynosi 1.960 mln. PLN z czego blisko połowa 920 mln PLN przypada na szkło gospodarcze, wobec 720 mln PLN za szkło płaskie o 10-cio krotnie większej tonażowo produkcji.

Szkło płaskie stanowi obecnie półprodukt przetwarzany na wyroby powszechnego użytku. W Polsce powstał duży, nowoczesnie wyposażony przemysł przetwórstwa szkła płaskiego na termoizolacyjne szyby zespolone i inne elementy dla budownictwa oraz szkło dla motoryzacji (łącznie około 127 producentów), Przetwórstwem szkła na wyroby dla wyposażenia wnętrza zajmuje się 18 zakładów. Jest to w dużym procencie, niekiedy wyłącznie produkcja na eksport.

Produkcja szkła płaskiego należą do wielkich koncernów Pilkington, Saint Gobain Guardian, . Rozwój ich produkcji sterowany je-



st prze zarządy poszczególnych koncernów a postęp technologiczny wypracowywany jest przez ich ośrodki badawcze. Podobna sytuacja ma miejsce w przemyśle opakowań szklanych i częściowo wśród producentów szkła technicznego.

**Strategia rozwoju produkcji szkła w Polsce powinna uwzględnić utrzymanie wysokiej pozycji gospodarczej produkcji szkła jako specjalności krajowej, i jej wspieranie m.in. poprzez wspomaganie technologiczne małych i średnich przedsiębiorstw działających w zakresie przetwórstwa szkła, eksportowej produkcji szkła gospodarczego i artystycznego, oraz szkła technicznego. Jako główne zadanie przyszłościowe należy uznać stworzenie opartej o rozwiązania krajowe i małe przedsiębiorstwa produkcji zaawansowanego szkła technicznego i szkieł specjalnych zwłaszcza takich które warunkują rozwój wiodących dziedzin nowoczesnej techniki kreujących postęp cywilizacyjny.**

**Badania wspierające technologię produkcji małych i średnich przedsiębiorstw dla zwiększenie ich konkurencyjności:**

a.- *zmniejszenie kosztów produkcji* ( energoszczędne zestawy surowcowe z udziałem odpadów z recyklingu, i ich wstępna obróbka, przygotowanie przejścia z ogrzewania gazem na elektrotermię, automatyzacja i mechanizacja )

b.- *wzrost atrakcyjności wyrobów* ( nowe szkła barwne i powłoki, rozwój nowych środków i technik zdobienia ).

**Przyszłościowe kierunki rozwoju: zaawansowane szkła techniczne,**

**szkła specjalne**

**I Opracowywanie nowych szkieł technicznych pod pojawiające się potrzeby gospodarcze i cywilizacyjne, zwłaszcza wynikające z zobowiązań wobec UE ( energetyka i emisje, zagospodarowanie odpadów)**

a- *ochrona środowiska*: wityfikacyjne przetwarzanie odpadów na produkty użytkowe oraz immobilizacja odpadów radioaktywnych i toksycznych, filtry, sorbenty, biokatalizatory dla oczyszczalni ścieków

b- *zdrowie, rolnictwo ekologiczne, unieszkodliwianie odpadów*: bioaktywne implanty chirurgiczne, resorbowalne nośniki leków, mikro-reaktory, mikro-biosensory szkliste ekologiczne nawozy ogrodnicze, szkło szklarniowe ,.

c- *energetyka niekonwencjonalna* : kolektory słoneczne, podłoża ogniów fotowoltaicznych , filtry optycznie aktywne ),

d- *budownictwo, drogownictwo autostradowe, przemysł* : szkło piankowe; szkło ognioodporne i termoizolacyjne, włókna tekstylne chemo i ognioodporne, szkło topnikowe dla stalownictwa, luty i inn. ).

**Horyzont czasowy realizacji: 2-5 lat.**

**II Opracowanie i uruchomienie produkcji szkieł specjalnych dla potrzeb nano-technologii i innych technologii wysoko zaawansowanych**

a- szkła dla optyki włóknistej, optoelektroniki, fotoniki. 1. *szkła optycznie aktywne* światłowodów wielordzeniowych, planarne i in. wzmacniacze optyczne, lasery dużej mocy,

2-*szkła optycznie nieliniowe* włókna fotoniczne w tym dające "efekt superkontinuum"

dla tomografii optycznej, mikroskopii konfokalnej, komputerów kwantowych, na lasery tunelowe i in. ),

b- szkła dla mikroelektroniki detektory paskowe, powielacze elektronów, wielowarstwowe układy elektrochromowe , sensory i in. .

Realizacja celu poprzez wykorzystaniem nowych technologii m.in. opartych o *sterowanie strukturą wewnętrzną*, oraz technik: *femtosekundowa obróbka laserowa, nanoszenie powłok i cienkich warstw, zol-żel, wymiana jonowa*

**Horyzont czasowy realizacji : 5-10lat**

**Zainteresowane branże przemysłowe**

**II Opracowywanie nowych szkieł technicznych pod pojawiające się potrzeby gospodarcze i cywilizacyjne, zwłaszcza wynikające z zobowiązań wobec UE ( energetyka i ograniczenie szkodliwych emisji, zagospodarowanie odpadów)**

- Przemysł przetwórstwa szkła
- Zakłady utylizacji i przetwórstwa odpadów powstające w oparciu o fundusz UE
- Powstające zakłady urządzeń dla energetyki solarnej
- Uczestnicy międzynarodowych projektów badawczych związanych z ochroną
- środowiska, energetyką niekonwencjonalną i in.

**II Opracowanie i uruchomienie produkcji szkieł specjalnych dla potrzeb nano-technologii i innych technologii wysoko zaawansowanych**

Zastosowania ( przykłady):

urządzenia do przetwarzania i przesyłania informacji, technika komputerowa, układy i mikro-układy elektroniczne dla automatyki, robotyki, urządzeń kontrolnych i pomiarowych

Zainteresowane przemysły (przykłady):

Telekomunikacja, producenci sprzętu komputerowego i RTV, przemysł obronny, lotnictwo, transport, przemysł okrętowy, producenci aparatury medycznej, przemysłowej i badawczej; urządzenia dla techniki kosmicznej.

**OŚRODKI UPRAWIAJĄCE NAUKĘ O SZKLE i JEGO TECHNOLOGIE**

**AGH Kraków**

*Katedra Technologii Szkła i Pokryć Amorficznych* ( prof. J Wasylak, prof.M.Łaczka, dr hab.M.Nocuń,) chemia i technologia szkieł tradycyjnych, i specjalnych, szkła żelowe, pokrycia amorficzne, biomateriały, szkło-ceramika, przetwórstwo szkła

*Katedra Chemii Krzemianów i Związków Wielkocząsteczkowych* ( prof. M. Handke ) teoria stanu szklistego , szkła bioaktywne, przemiany fazowe w szklach

**Instytut Szkła i Ceramiki, Oddz. w Krakowie** ( Prof.B.Ziemia, prof. L.Stoch, dr. E.Żelazowska )szkła użytkowe i specjalne, szkła żelowe ,pokrycia na szkło, przetwórstwo szkła, szkła biologicznie aktywne.

**Politechnika Białostocka***Katedra Promieniowania Optycznego* ( prof. J. Dorosz ) szkła optycznie aktywne dla optyki włóknistej, technologia specjalnych światłowodów.*Katedra Fizyki*

---

(prof.T.Łukaszewicz )

**UMCS Lublin Pracownia Technologii Światłowodów** ( Prof.J.Rayss ) technologia światłowodów, szkła dla optoelektroniki.

**Politechnika Wroclawska Instytut Fizyki** ( prof. E. Rysiakiewicz-Pasek )

Szkła porowate, technologia zol-żel, biomateriały *Międzynarodowe Seminarium PGL*

**Politechnika Śląska, Gliwice Wydział Inżynierii Materiałowej** ( prof. M.Żelechower ) szkła dla optoelektroniki.

**Uniwersytet Gdański, Zakład Technologii Chemicznej**, ( prof.A. Kłonkowski )

Technologia sol-żel szkieł i powłok specjalnych.

**Politechnika Gdańska, Katedra Fizyki Ciała Stałego**, ( prof. H. Sordolski, prof.L.Murawski ) szkła dla elektroniki, modelowanie struktury szkieł metodą MDM

Instytut Technologii Materiałów Elektronicznych, Warszawa ( dr R. Stępień ) szkła dla optoelektroniki i fotoniki, technologia mikrostrukturalnych włókien fonicznych

---

Invited oral

---

### **Foresight Technologiczny Odlewnictwa Polskiego**

Jerzy Tybulczuk

*Instytut Odlewnictwa, ul. Zakopiańska 73, Kraków 30-418, Poland*

*e-mail: jtybul@iod.krakow.pl*

Foresight Technologiczny Odlewnictwa Polskiego (FTOP) jest jednym z 10-ciu projektów foresightów branżowych realizowanych aktualnie w Polsce.

Branża odlewnicza jest w najbardziej rozwiniętych krajach świata zaliczana do strategicznych dla rozwoju przemysłu.

Polskie odlewnictwo od lat znajduje się w czołówce europejskiej. Dlatego celem projektu przy wykorzystaniu doświadczeń innych krajów w realizacji projektów podobnych jest określenie przewidywanych technologii i badań warunkujących dalszy rozwój i międzynarodową konkurencyjność polskiego odlewnictwa.

Przewidywane technologie ujęte w grupie 77 tematów są wynikiem pracy Panelu Roboczego z uwzględnieniem tendencji panującej w czołówce odlewnictwa światowego a także zagrożeń wynikających z globalizacji dotyczącej również branżę odlewniczą.

I aktualnie są przedmiotem oceny ekspertów zewnętrznych.

---

Invited oral

---

### **Strategia rozwoju zaawansowanych materiałów i technologii w przemyśle metali nieżelaznych.**

Mieczysław Woch, Juliusz Senderski, Ludwik Ciura, Tomasz Stuczyński, Roman Kolano

*Institute of Nonferrous Metals, Sowińskiego 5, Gliwice 44-100, Poland*

*e-mail: mieczyslaww@imn.gliwice.pl*

Referat obejmuje wyniki działalności Instytutu Metali Nieżelaznych, jako współwykonawcy projektu Format, dotyczące strategii rozwoju zaawansowanych materiałów i technologii w przemyśle przetwórczym metali nieżelaznych. Przedstawiono i opisano zagadnienia stanowiące kolejne elementy budowania strategii i obejmujące:

- charakterystykę przemysłu przetwórczego metali nieżelaznych w Europie i w świecie,

- charakterystykę i sytuację przemysłu przetwórczego metali nieżelaznych w Polsce,

- strukturę organizacyjną i podmiotową sektora przetwórstwa metali nieżelaznych w Polsce. Opisano światowe trendy i kierunki rozwoju przetwórstwa metali nieżelaznych i materiałów metalicznych w kontekście potrzeb i możliwości krajowych. Na tle tych informacji przedstawiono silne i słabe strony, elementy strategii oraz zakładane scenariusze rozwoju sektora w bliższym i dalszym horyzoncie czasowym, podając, wybrane na podstawie analiz, materiały i nanomateriały metaliczne, wyroby i technologie.

---

# List of Participants

**Jan Antczak**

*j.antczak@kgghm.pl*

- Huta Miedzi Legnica (HML)  
*Złotoryjska 194, Legnica 59-220, Poland*

**Andrzej Bacia**

*ab@imp.edu.pl*

- Instytut Mechaniki Precyzyjnej  
*Warszawa 01-796, Poland*

**Zbigniew L. Bajcar**

*zbajcar@wp.pl*

- RFSNT NOT (NOT)  
*Mickiewicza, Konin 62500, Poland*

**Krzysztof Z. Bajer**

*k.bajer@impib.pl*

- Institute for Engineering of Polymer Materials and Dyes (IMPIB)  
*M. Skłodowskiej-Curie 55, Toruń 87-100, Poland*
- Institute for Plastics Processing Metalchem (IPITS)  
*M. Skłodowskiej-Curie 55, Toruń 87-100, Poland*

**Andrzej B. Baliński**

*jab@iod.krakow.pl*

- Foundry Research Institute (FRI)  
*73 Zakopianska Street, Kraków 30-418, Poland*
- Instytut Odlewnictwa  
*ul. Zakopianska 73, Kraków 30-418, Poland*

**Michał Basista**

*mbasista@ippt.gov.pl*

- Polish Academy of Sciences, Institute of Fundamental Technological Research (IPPT PAN)  
*Świętokrzyska 21, Warszawa 00-049, Poland*

**Jan Becz**

*biuro@energomontaz-zachod.com.pl*

- Mostostal-Energomontaż S.A.  
*Raławicka 15-17, Wrocław 53-149, Poland*

**Elżbieta Bialek**

*notknt1@not.org.pl*

- NACZELNA ORGANIZACJA TECHNICZNA FEDERACJA STOWARZYSZEŃ NAUKOWO-TECHNICZNYCH (FSNT-NOT)  
*Czackiego 3/5, Warszawa 00-043, Poland*

**Marcin Białkowski**

*m.bialkowski@kgghm.pl*

- KGHM Polska Miedź S.A. (KGHM)  
*M. Skłodowskiej-Curie 48, Lubin 59-301, Poland*

**Andrzej Białobrzeski**

*abial@iod.krakow.pl*

- Instytut Odlewnictwa  
*ul. Zakopianska 73, Kraków 30-418, Poland*

**Bogdan P. Bogdański**

*bogdan@imp.edu.pl*

- Instytut Mechaniki Precyzyjnej  
*Warszawa 01-796, Poland*

**Mirosław M. Bućko**

*bucko@agh.edu.pl*

- AGH University of Science and Technology, Faculty of Materials Science and Ceramics (AGH UST)  
*Mickiewicza 30, Kraków 30-059, Poland*

**Marek Burdek**

*mburdek@imz.pl*

- Institute for Ferrous Metallurgy (IMZ)  
*Karola Miarki, Gliwice 44-100, Poland*

**Mirosław Cholewa**

*miroslaw.cholewa@polsl.pl*

- Silesian University of Technology  
*Gliwice 44-100, Poland*

**Janusz Chorążyczewski**

*j.chorazyczewski@kgghm.pl*

- Huta Miedzi Legnica (HML)  
*Złotoryjska 194, Legnica 59-220, Poland*

**Agnieszka Ciechańska**

*aciechan@ippt.gov.pl*

- Polish Academy of Sciences, Institute of Fundamental Technological Research (IPPT PAN)  
*Świętokrzyska 21, Warszawa 00-049, Poland*

**Marcin Czapla**

*mczapla@hcm.com.pl*

- Huta Cunku Miasteczko Śląskie (HCM)  
*Woźnicka, Miasteczko Śląskie 42-610, Poland*

---

**Ryszard Doleba**

*ryszard.doleba@pzlsa.swidnik.pl*

- Wytwórnia Sprzętu Komunikacyjnego, PZL-Świdnik SA (PZL)  
*Al. Lotników Polskich 1, Świdnik 21-045, Poland*

**Krzysztof Z. Dragan**

*krzysztof.dragan@itwl.pl*

- Instytut Techniczny Wojsk Lotniczych (ITWL)  
*ks. Bolesława 6, Warszawa 01-494, Poland*

**Janusz D. Fidelus**

*jdf@unipress.waw.pl*

- Polish Academy of Sciences, Institute of High Pressure Physics (UNIPRESS)  
*Sokolowska 29/37, Warszawa 01-142, Poland*

**Barbara Gambin**

*bgambin@ippt.gov.pl*

- Polish Academy of Sciences, Institute of Fundamental Technological Research (IPPT)  
*Świetokrzyska, Warszawa 00-049, Poland*

**Bogdan Garbarz**

*bgarbarz@imz.pl*

- Institute for Ferrous Metallurgy (IMZ)  
*Karola Miarki, Gliwice 44-100, Poland*

**Marek Godlewski**

*godlew@ifpan.edu.pl*

- Polish Academy of Sciences, Institute of Physics  
*al. Lotników 32/46, Warszawa 02-668, Poland*
- Cardinal Stefan Wyszyński University, College of Science  
*Warszawa, Poland*

**Anna Goral**

*nmgoral@imim-pan.krakow.pl*

- Polish Academy of Sciences, Institute of Metallurgy and Materials Sciences (IMIM PAN)  
*Reymonta 25, Kraków 30-059, Poland*

**Katarzyna Jaszczólt**

*kjaszcz@iod.krakow.pl*

- Instytut Odlewnictwa  
*ul. Zakopiańska 73, Kraków 30-418, Poland*

**Wojciech Jędrzejczak**

*notknt1@not.org.pl*

- NACZELNA ORGANIZACJA TECHNICZNA FEDERACJA STOWARZYSZEŃ NAUKOWO-TECHNICZNYCH (FSNT-NOT)  
*Czackiego 3/5, Warszawa 00-043, Poland*

**Jerzy Jeleńkowski**

*jjele@imp.edu.pl*

- Warsaw University of Technology, Faculty of Materials Science and Engineering (InMat)  
*Wołoska 141, Warszawa 02-507, Poland*

**Łukasz P. Kaczmarek**

*lukasz.kaczmarek@p.lodz.pl*

- Technical University of Łódź, Institute of Materials Engineering  
*Stefanowskiego 1/15, Łódź 90-924, Poland*

**Marek A. Kalkusiński**

*not-kalkusinski@tlen.pl*

- Naczelna Organizacja Techniczna (NOT)  
*Czackiego 3/5, Warsaw 00-043, Poland*

**Piotr J. Kapłon**

*pkaplon@iod.krakow.pl*

- Foundry Research Institute (FRI)  
*73 Zakopianska Street, Kraków 30-418, Poland*

**Piotr Klimczyk**

*piotr.klimczyk@ios.krakow.pl*

- Institute of Advanced Manufacturing Technology (IOS)  
*Wrocławska 37A, Kraków 30-011, Poland*

**Tadeusz Kochanowski**

*rr.not.bp@neostrada.pl*

- RADA REGIONALNA NOT W BIAŁEJ PODLASKIEJ  
*NARUTOWICZA 10, Biała Podlaska 21-500, Poland*

**Katarzyna Konopka**

*kako@inmat.pw.edu.pl*

- Warsaw University of Technology, Faculty of Materials Science and Engineering (InMat)  
*Wołoska 141, Warszawa 02-507, Poland*

**Zenon W. Kopacz**

*zkopacz@imp.edu.pl*

- Institute of Precision Mechanics  
*Duchnicka 3, Warszawa 01-796, Poland*

- 
- Andrzej Kosiór**  
*akosior@cuprum.wroc.pl*
- KGHM Cuprum CBR sp z o.o.  
*Jana Pawła II, Wrocław 50136, Poland*
- Marek Kubisa**  
*mkubisa@hcm.com.pl*
- Huta Cynku Miasteczko Śląskie (HCM)  
*Woznicka, Miasteczko Śląskie 42-610, Poland*
- Jacek Kuciński**  
*jacek.kucinski@ippt.gov.pl*
- Polish Academy of Sciences, Institute of Fundamental Technological Research (IPPT PAN)  
*Świętokrzyska 21, Warszawa 00-049, Poland*
- Dominik Kukla**  
*doku@inmat.pw.edu.pl*
- Polish Academy of Sciences, Institute of Fundamental Technological Research (IPPT)  
*Świętokrzyska, Warszawa 00-049, Poland*
- Jerzy Lis**  
*lis@agh.edu.pl*
- AGH University of Science and Technology (AGH)  
*al. Mickiewicza 30, Kraków 30-059, Poland*
- Witold Łojkowski**  
*wl@unipress.waw.pl*
- Polish Academy of Sciences, Institute of High Pressure Physics (UNIPRESS)  
*Sokolowska 29/37, Warszawa 01-142, Poland*
- Przemysław Łoś**  
*przemyslaw.los@ichp.pl*
- Instytut Chemii Przemysłowej im. Prof. I. Mościckiego (IChP)  
*Rydygiera 8, Warszawa 01-793, Poland*
- Ewa Mańkiewicz-Cudny**  
*noteg@not.org.pl*
- NACZELNA ORGANIZACJA TECHNICZNA FEDERACJA STOWARZYSZEŃ NAUKOWO-TECHNICZNYCH (FSNT-NOT)  
*Czackiego 3/5, Warszawa 00-043, Poland*
- Paweł Marchlewski**  
*pmarchlewski@imp.edu.pl*
- Instytut Mechaniki Precyzyjnej  
*Warszawa 01-796, Poland*
- Adam Mazurkiewicz**  
*adam.mazurkiewicz@itee.radom.pl*
- Institute for Sustainable Technologies (ITEE-PIB)  
*Pulaskiego 6/10, Radom 26-600, Poland*
- Radosław Miklasz**  
*wozki@tabor.com.pl*
- Instytut Pojazdów Szynowych-Tabor  
*Poznań 61-055, Poland*
- Jerzy Modrzewski**  
*adam.wisniewski@witu.mil.pl*
- Military University of Technology (WAT)  
*Kaliskiego 2, Warszawa 00-908, Poland*
- Wacław Muzykiewicz**  
*muzywac@agh.edu.pl*
- AGH University of Science and Technology, Faculty of Non-Ferrous Metals  
*Al. Mickiewicza 30, Kraków 30-059, Poland*
  - Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Metali Nieżelaznych (SITMN)  
*Sowińskiego 5, Gliwice 44-100, Poland*
- Dawid Myszka**  
*myszkadawid@imp.edu.pl*
- Instytut Mechaniki Precyzyjnej  
*Warszawa 01-796, Poland*
- Aleksander Nakoneczny**  
*nakon@imp.edu.pl*
- Instytut Mechaniki Precyzyjnej  
*Warszawa 01-796, Poland*
- Urszula Narkiewicz**  
*urszula.narkiewicz@ps.pl*
- Szczecin University of Technology, Institute of Chemical and Environment Engineering  
*Szczecin 70-322, Poland*
- Agnieszka Opalińska**  
*agnieszka@unipress.waw.pl*
- Polish Academy of Sciences, Institute of High Pressure Physics (UNIPRESS)  
*Sokolowska 29/37, Warszawa 01-142, Poland*
  - Warsaw University of Technology, Faculty of Materials Science and Engineering (InMat)  
*Wolosa 141, Warszawa 02-507, Poland*
-

---

**Józef Paduch**

*jpaduch@imz.pl*

- Institute for Ferrous Metallurgy (IMZ)  
*Karola Miarki, Gliwice 44-100, Poland*

**Tadeusz Pawlowski**

*tadek@pimr.poznan.pl*

- Przemysłowy Instytut Maszyn Rolniczych (PIMR)  
*Starołęcka 31, Poznań 60-963, Poland*

**Roman Pielaszek**

*roman@pielaszek.net*

- Polish Academy of Sciences, Institute of High Pressure Physics (UNIPRESS)  
*Sokolowska 29/37, Warszawa 01-142, Poland*

**Michał Pilecki**

*michal.pilecki@dolinalotnicza.pl*

- SGPPL Dolina Lotnicza  
*ul. Szopena 51, Rzeszów 35-959, Poland*

**Andrzej Płonka**

*andrzej.plonka@imn.gliwice.pl*

- Institute of Nonferrous Metals  
*Sowińskiego 5, Gliwice 44-100, Poland*

**Aniela B. Polonka**

*apolonka@hcm.com.pl*

- Huta Cynku Miasteczko Śląskie (HCM)  
*Woźnicka, Miasteczko Śląskie 42-610, Poland*

**Beata Poteralska**

*beata.poteralska@itee.radom.pl*

- Institute for Sustainable Technologies (ITEE-PIB)  
*Pulaskiego 6/10, Radom 26-600, Poland*

**Witold M. Pytel**

*w.pytel@kgHM.pl*

- KGHM Polska Miedź S.A. (KGHM)  
*M. Skłodowskiej-Curie 48, Lubin 59-301, Poland*

**Helena Raczyńska**

*sitpmb@neostrada.pl*

- Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Przemysłu Materiałów Budowlanych (SITPMB)  
*ul. Czackiego 3/5, Warszawa 00-043, Poland*

**Wojciech Ratyński**

*noteg@not.org.pl*

- NACZELNA ORGANIZACJA TECHNICZNA FEDERACJA STOWARZYSZEŃ NAUKOWO-TECHNICZNYCH (FSNT-NOT)  
*Czackiego 3/5, Warszawa 00-043, Poland*

**Andrzej Ryba**

*kzo@zremb.krakow.pl*

- Krakowskie Zakłady Odlewnicze ZREMB SA (ZREMB)  
*ul. Mogilska 71a, Kraków 31-545, Poland*

**Henryk Rydarowski**

*h.rydarowski@gig.katowice.pl*

- Główny Instytut Górnictwa (GIG)  
*Pl. Gwarków, Katowice 40-166, Poland*

**Jerzy J. Sobczak**

*sobczak@iod.krakow.pl*

- Foundry Research Institute (FRI)  
*73 Zakopianska Street, Kraków 30-418, Poland*

**Joanna Sobczyk**

*jsobczyk@unipress.waw.pl*

- Polish Academy of Sciences, Institute of High Pressure Physics (UNIPRESS)  
*Sokolowska 29/37, Warszawa 01-142, Poland*

**Katarzyna Stoberska**

*stobi@tlen.pl*

- Institute of Precision Mechanics  
*Duchnicka 3, Warszawa 01-796, Poland*

**Leszek Stoch**

*stoch\_l@poczta.onet.pl*

- AGH University of Science and Technology, Faculty of Materials Science and Ceramics (AGH UST)  
*Mickiewicza 30, Kraków 30-059, Poland*

**Tomasz Strachowski**

*tomasz@unipress.waw.pl*

- Polish Academy of Sciences, Institute of High Pressure Physics (UNIPRESS)  
*Sokolowska 29/37, Warszawa 01-142, Poland*
- Warsaw University of Technology, Faculty of Materials Science and Engineering (InMat)  
*Wolosa 141, Warszawa 02-507, Poland*

- 
- Wacław Styrna**  
*w.styrna@kghm.pl*
- Huta Miedzi Legnica (HML)  
*Złotoryjska 194, Legnica 59-220, Poland*
- Piotr Synaszko**  
*piotr.synaszko@itwl.pl*
- Instytut Techniczny Wojsk Lotniczych (ITWL)  
*ks. Bolesława 6, Warszawa 01-494, Poland*
- Jan Szczepaniak**  
*janek@pimr.poznan.pl*
- Przemysłowy Instytut Maszyn Rolniczych (PIMR)  
*Starołęcka 31, Poznań 60-963, Poland*
- Marian Szypillo**  
*notsuwalki@poczta.onet.pl*
- Suwalska Rada Federacji Stowarzyszeń Naukowo-Technicznych NOT (FSNT)  
*1-go Maja 15, Suwałki 16-400, Poland*
- Piotr S. Tamowicz**  
*p.tamowicz@icg.gda.pl*
- ICG (ICG)  
*Przytulna 22B, Gdańsk 80-176, Poland*
- Jerzy Tybulczuk**  
*jtybul@iod.krakow.pl*
- Instytut Odlewnictwa  
*ul. Zakopiańska 73, Kraków 30-418, Poland*
- Łukasz Wasilewski**  
*piescirogi@tlen.pl*
- Warsaw University of Technology, Faculty of Materials Science and Engineering (InMat)  
*Wołoska 141, Warszawa 02-507, Poland*
- Łukasz Wichrowski**  
*l.wichrowski@wikapolska.pl*
- WIKA Polska s.a.  
*ul. Łęgska 29/35, Włocławek 87-800, Poland*
- Piotr Wieliczko**  
*wieliczp@iod.krakow.pl*
- Instytut Odlewnictwa  
*ul. Zakopiańska 73, Kraków 30-418, Poland*
- Robert Winny**  
*r.winny@wikapolska.pl*
- WIKA Polska s.a.  
*ul. Łęgska 29/35, Włocławek 87-800, Poland*
- Adam B. Wiśniewski**  
*adam.wisniewski@witu.mil.pl*
- Military University of Technology (WAT)  
*Kaliskiego 2, Warszawa 00-908, Poland*
- Witold Wiśniowski**  
*waw@ilot.edu.pl*
- Instytut Lotnictwa (ILOT)  
*Al. Krakowska 110/114, Warszawa 02-256, Poland*
- Urszula Wist**  
*uwist@ippt.gov.pl*
- Polish Academy of Sciences, Institute of Fundamental Technological Research (IPPT)  
*Świetokrzyska, Warszawa 00-049, Poland*
- Mieczysław Woch**  
*mieczyslaww@imn.gliwice.pl*
- Institute of Nonferrous Metals  
*Sowińskiego 5, Gliwice 44-100, Poland*
- Mariusz J. Woźniak**  
*nas28@wp.pl*
- Pozna University of Technology (PUT)  
*Nieszawska 13A, Poznań 60-965, Poland*
- Zbigniew K. Zając**  
*zbyszek@not.bielsko.pl*
- Naczelna Organizacja Techniczna (NOTBB)  
*3 Maja 10, Bielsko-Biała 43-300, Poland*
- Elżbieta D. Żelazowska**  
*ezelazowska@isic.krakow.pl*
- Instytut Szkła Ceramiki Materiałów Ogniotrwałych i Budowlanych, Oddział Szkła w Krakowie (ISCMOB-OS)  
*Lipowa 3, Kraków 30-836, Poland*
- Zbigniew Zienowicz**  
*hydromega@hydromega.com.pl*
- HYDROMEGA Sp. z o.o.  
*Wrocławska 93, Gdynia 81-553, Poland*
-





---

# Indeks

## B

Basista, Michał, 3  
Bełtowska, Ewa, 6  
Bućko, Mirosław M., 3

## C

Ciura, Ludwik, 14  
Czaplicka, Krystyna, 9

## D

Deda, Jolanta, 6  
Doleba, Ryszard, 4

## G

Gambin, Barbara, 5  
Garbarz, Bogdan, 5  
Goral, Anna, 6

## K

Kaczmarek, Łukasz P., 7  
Kolano, Roman, 14  
Konopka, Katarzyna, 7  
Kosiór, Andrzej, 7  
Kuciński, Jacek, 8  
Kula, Piotr, 7

## L

Łojkowski, Witold, 8, 8

## M

Major, Bogusław, 6

## P

Pielaszek, Roman, 9  
Pilecki, Michał, 9

## R

Rydarowski, Henryk, 9

## S

Senderski, Juliusz, 14  
Stoch, Leszek, 12  
Stuczyński, Tomasz, 14

## T

Tybulczuk, Jerzy, 14

## W

Woch, Mieczysław, 14

