



PO IG: Priorytet 1. Badania i rozwój nowoczesnych technologii: Działanie 1.1. Wsparcie badań naukowych dla budowy gospodarki opartej na wiedzy. Poddziałanie 1.1.2 Strategiczne programy badań naukowych i prac rozwojowych

Zadanie badawcze nr 6:

Materiały kompozytowe o zwiększonej wytrzymałości i odporności termicznej z wykorzystaniem żywic polimerowych do zastosowań w lotnictwie

Zespoły wykonawców:

PRz: Katedra Technologii i Materiałoznawstwa Chemicznego

PW: Katedra Chemii i Technologii Polimerów

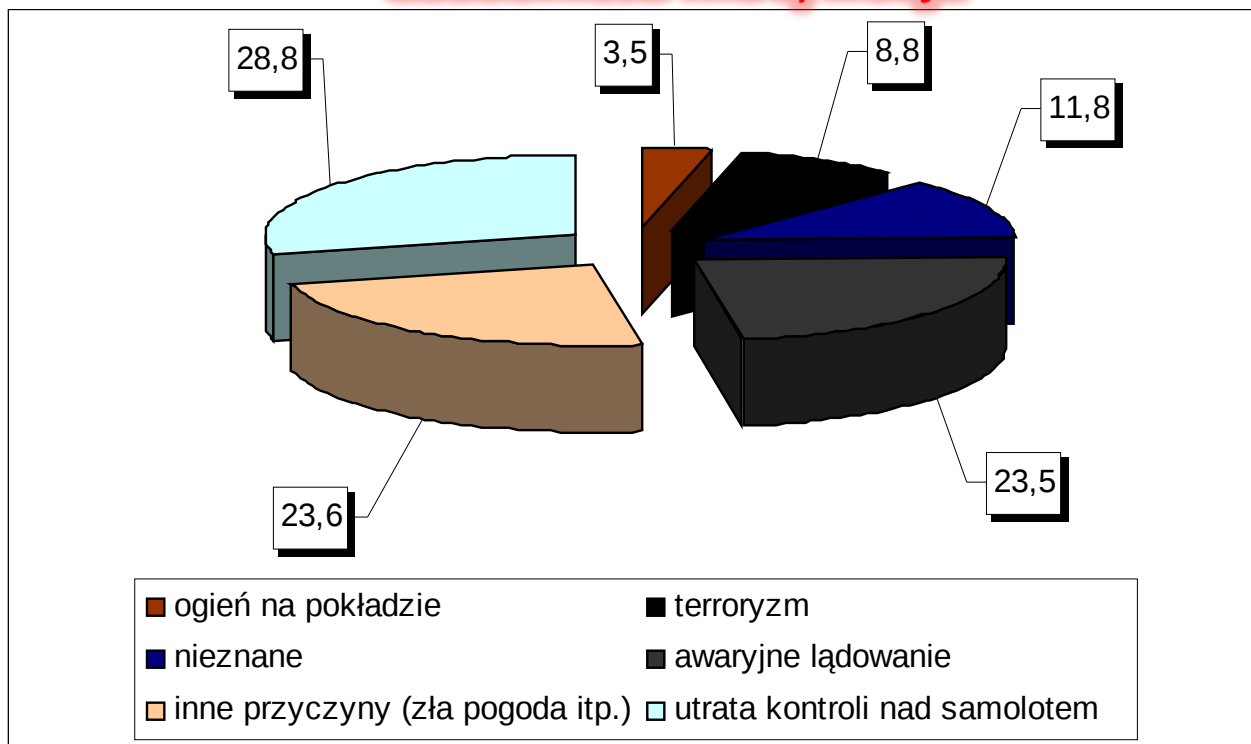
PL: Katedra Podstaw Inżynierii Produkcji

~~ZB 6. Materiały kompozytowe o zwiększonej wytrzymałości i odporności termicznej z wykorzystaniem żywic polimerowych do zastosowań w lotnictwie~~



PO IG: Priorytet 1. Badania i rozwój nowoczesnych technologii: Działanie 1.1. Wsparcie badań naukowych dla budowy gospodarki opartej na wiedzy. Poddziałanie 1.1.2 Strategiczne programy badań naukowych i prac rozwojowych

Zasadnicza motywacja

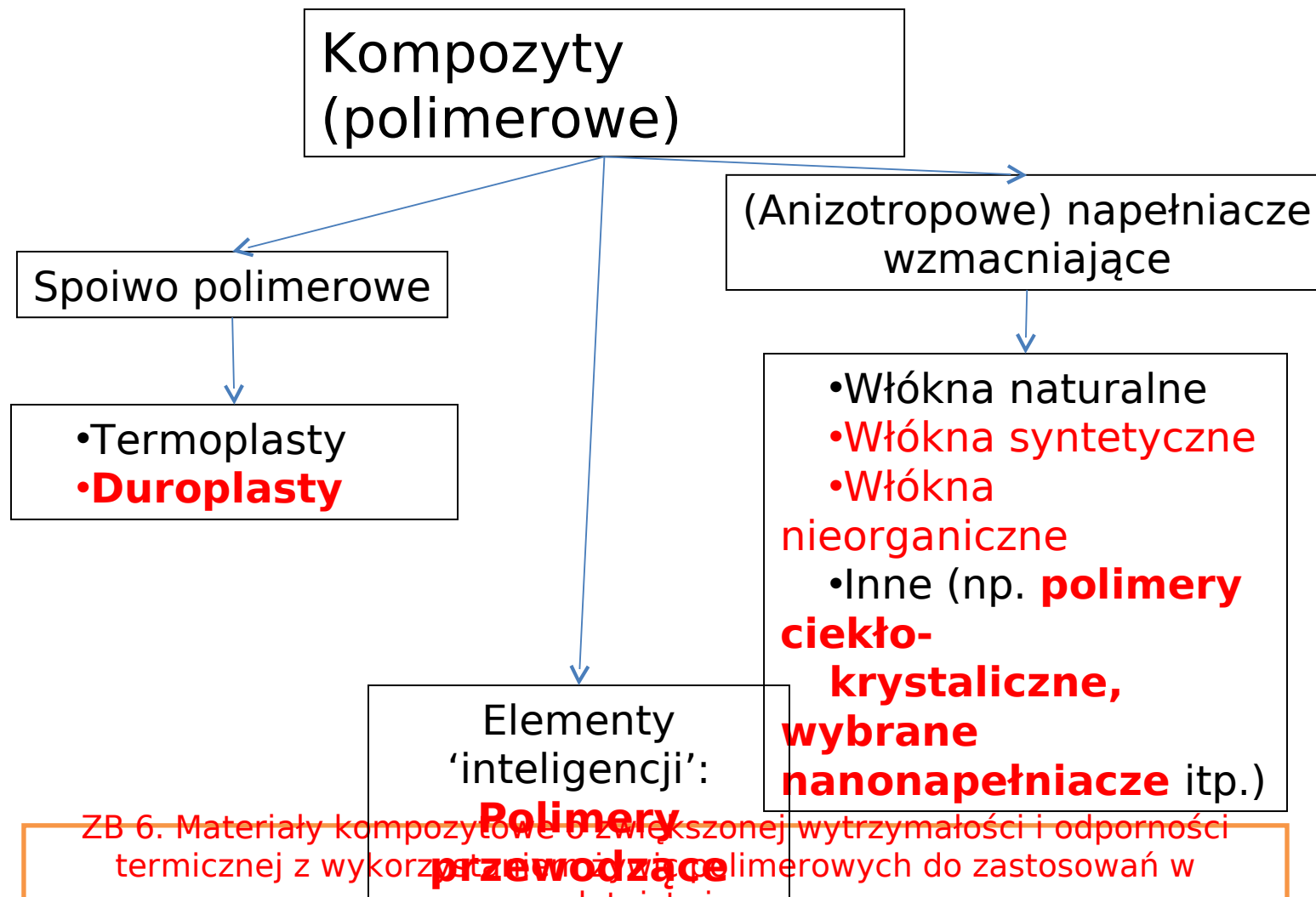


Główne przyczyny katastrof w lotnictwie pasażerskim w minionej dekadzie wg Mouritz A. P., Fire Safety of Advanced Composites for Aircraft, ATSB RESEARCH AND ANALYSIS REPORT, 2006

ZB 6. Materiały kompozytowe o zwiększonej wytrzymałości i odporności termicznej z wykorzystaniem żywic polimerowych do zastosowań w lotnictwie



PO IG: Priorytet 1. Badania i rozwój nowoczesnych technologii: Działanie 1.1. Wsparcie badań naukowych dla budowy gospodarki opartej na wiedzy. Poddziałanie 1.1.2 Strategiczne programy badań naukowych i prac rozwojowych





PO IG: Priorytet 1. Badania i rozwój nowoczesnych technologii: Działanie 1.1. Wsparcie badań naukowych dla budowy gospodarki opartej na wiedzy. Poddziałanie 1.1.2 Strategiczne programy badań naukowych i prac rozwojowych

Duroplasty

wzrastająca odporność
termiczna

- poliestry nienasycone
- aminoplasty
- poliuretany
- fenoplasty
- **epoksydy**
- poliimidy
- **polibenzoksazyny**
- **polioksazolidony**

Istotne cechy użytkowe:

- skurcz utwardzania
- adhezja do napełniacza
- lepkość (formowanie)
- cena

wszystkie duroplasty składają się z C, H, O, N

i są palne

ZB 6. Materiały kompozytowe o zwiększonej wytrzymałości i odporności termicznej z wykorzystaniem żywic polimerowych do zastosowań w lotnictwie



PO IG: Priorytet 1. Badania i rozwój nowoczesnych technologii: Działanie 1.1. Wsparcie badań naukowych dla budowy gospodarki opartej na wiedzy. Poddziałanie 1.1.2 Strategiczne programy badań naukowych i prac rozwojowych

Dotychczasowe metody poprawy odporności duroplastów na ogień (uniepalniania):

- Wprowadzanie do struktury chemicznej halogenów (F, Cl, Br, I), rzadziej P lub Si
- Napełniacze nieorganiczne
 - korzystnie zawierające antymon (synergia z halogenami)
 - zdolne do pochłaniania dużej ilości ciepła

Wtórna motywacja:

ne przepisy UE zabraniają stosowania halogenów i antymonu, wytwarzają podczas pożaru toksyczny dym, w tym dioksyny

ZB 6. Materiały kompozytowe o zwiększonej wytrzymałości i odporności termicznej z wykorzystaniem żywic polimerowych do zastosowań w lotnictwie



PO IG: Priorytet 1. Badania i rozwój nowoczesnych technologii: Działanie 1.1. Wsparcie badań naukowych dla budowy gospodarki opartej na wiedzy. Poddziałanie 1.1.2 Strategiczne programy badań naukowych i prac rozwojowych

Dlaczego epoksydy?

- Najlepsze właściwości adhezyjne, mały skurcz podczas utwardzania
- Zastosowanie zarówno jako spoiwo kompozytów, jak i kleje, szpachlówki i uszczelnienia
- Zadowalająca wytrzymałość i odporność termiczna
- Dostępność modyfikatorów uniepalniających, np. utwardzaczy
- Doświadczenie zespołu w zakresie syntezy i modyfikacji duroplastów, w tym epoksydów,
- Zaplecze przemysłowe (ZCh Ciech-Organika Sarzyna), względnie niska cena,
- Współpraca z innymi ośrodkami naukowymi, aktywnymi w dziedzinie syntezy i modyfikacji epoksydów, w tym syntezy żywic zawierających krzem (Uniwersytet AM w Poznaniu, Instytut Chemii Makromolekularnej w Pradze)

• Mogą być surowcem w syntezie żywic polioksazolidonowych i składnikiem polibenzoksazyn

ZB surowcem w syntezie żywic polioksazolidonowych i składnikiem polibenzoksazyn

termicznie wykorzystaniem żywic polimerowych do zastosowań w lotnictwie



PO IG: Priorytet 1. Badania i rozwój nowoczesnych technologii: Działanie 1.1. Wsparcie badań naukowych dla budowy gospodarki opartej na wiedzy. Poddziałanie 1.1.2 Strategiczne programy badań naukowych i prac rozwojowych

Napełnia cze

Kształtujące kompozyt - włókna

**Wzmacniające -
uniepalniające:**

nanonapełni
acze


- modyfikowane bemyty
- modyfikowane glinki
warstwowe
- nanorurki, nanowhiskersy

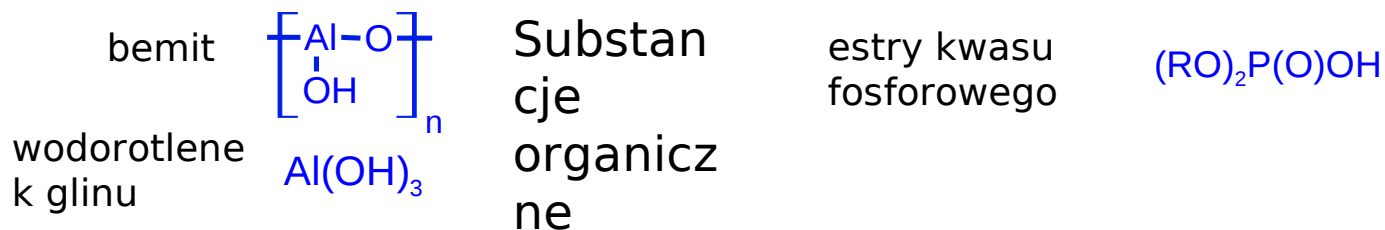
ZB 6. Materiały kompozytowe o zwiększonej wytrzymałości i odporności termicznej z wykorzystaniem żywic polimerowych do zastosowań w lotnictwie



PO IG: Priorytet 1. Badania i rozwój nowoczesnych technologii: Działanie 1.1. Wsparcie badań naukowych dla budowy gospodarki opartej na wiedzy. Poddziałanie 1.1.2 Strategiczne programy badań naukowych i prac rozwojowych

1. Hybrydowe napełniacze i utwardzacze do żywic epoksydowych na podstawie bemitu lub wodorotlenku glinu

Idea  Chemiczne połączenie antypirenów nieorganicznych i organicznych



Oczekiwane efekty:

- ✓ działanie synergistyczne
- ✓ równomierne zdyspergowanie w matrycy polimerowej (napełniacze bierne)
- ✓ chemiczne wbudowanie w strukturę usieciowanej żywicy (napełniacze aktywne)

Podstawy teoretyczne dla transformacji bemitu:

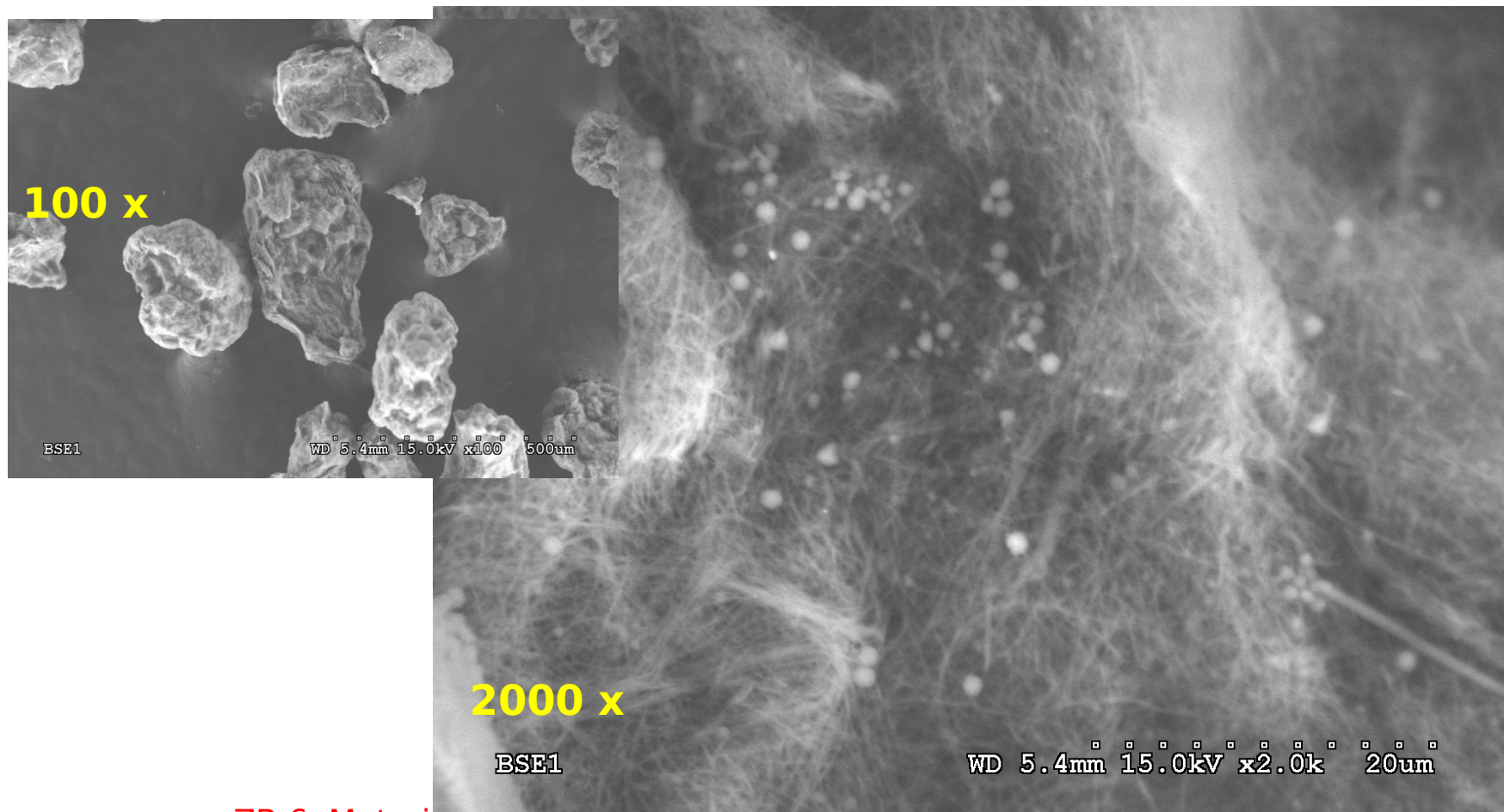
Z. Florjańczyk i wsp. *Chem. Mater.* 2006, **18**, 1995;
Chem. Mater. 2007, **19**, 5584

ZB 6. Materiały kompozytowe o zwiększonej wytrzymałości i odporności termicznej z wykorzystaniem żywic polimerowych do zastosowań w lotnictwie



PO IG: Priorytet 1. Badania i rozwój nowoczesnych technologii: Działanie 1.1. Wsparcie badań naukowych dla budowy gospodarki opartej na wiedzy. Poddziałanie 1.1.2 Strategiczne programy badań naukowych i prac rozwojowych

ZDJĘCIE SEM BEMITU MODYFIKOWANEGO DIFENYLOFOSFORANEM



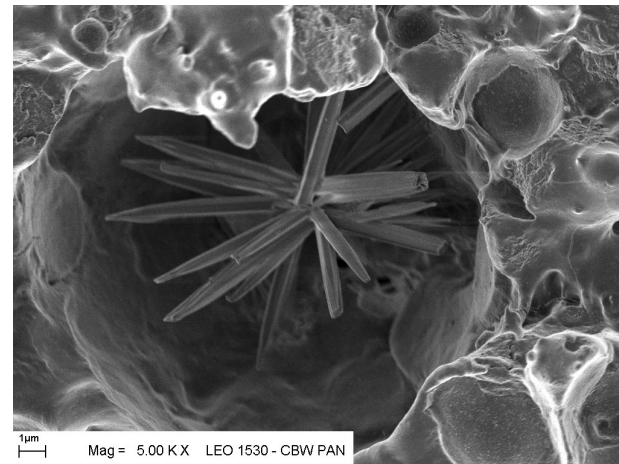
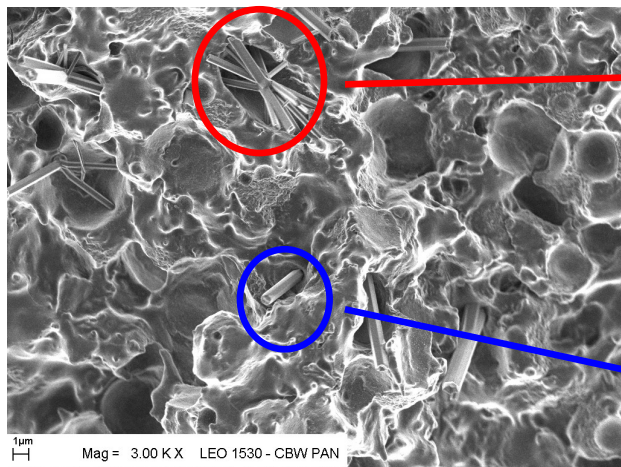
ZB 6. Materiały kompozytowe o zwiększonej wytrzymałości i odporności termicznej z wykorzystaniem żywic polimerowych do zastosowań w lotnictwie



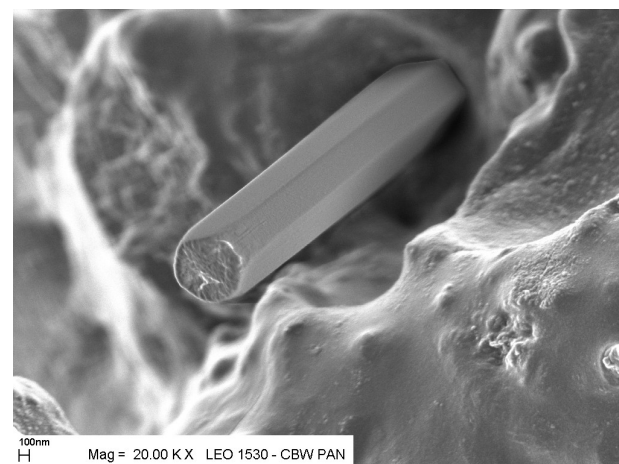
PO IG: Priorytet 1. Badania i rozwój nowoczesnych technologii: Działanie 1.1. Wsparcie badań naukowych dla budowy gospodarki opartej na wiedzy. Poddziałanie 1.1.2 Strategiczne programy badań naukowych i prac rozwojowych

ZDJĘCIE SEM - BEMIT + DIETYLOFOSFORAN (DEKSTRAN)

**CZĄSTKI
ZAGLOMEROWANE**



**CZĄSTKI
ZDISPERGOWANE**



ZB 6. Materiały kompozytowe o zwiększonej wytrzymałości i odporności termicznej z wykorzystaniem żywic polimerowych do zastosowań w lotnictwie



PO IG: Priorytet 1. Badania i rozwój nowoczesnych technologii: Działanie 1.1. Wsparcie badań naukowych dla budowy gospodarki opartej na wiedzy. Poddziałanie 1.1.2 Strategiczne programy badań naukowych i prac rozwojowych

PRZYKŁADY KORZYSTNEGO WPŁYWU BEMITU NA WŁAŚCIWOŚCI MECHANICZNE RÓŻNYCH POLIMERÓW

Epoksydy:

Patenty USA:

5593718 1997

6369183 2002

6887517 2005

A. R. Barron i wsp. *Composites Sci. Technol.* 2005, **65**, 2250

Chem. Mater. 2000, **12**, 795

Nasycone żywice poliestrowe:

M. Dębowski Rozprawa doktorska, Politechnika Warszawska 2008

Kauczuki karboksylowe:

Z. Florjańczyk i wsp. *J. Appl. Polym. Sci.* 2007, **105**, 80

Poliuretany:

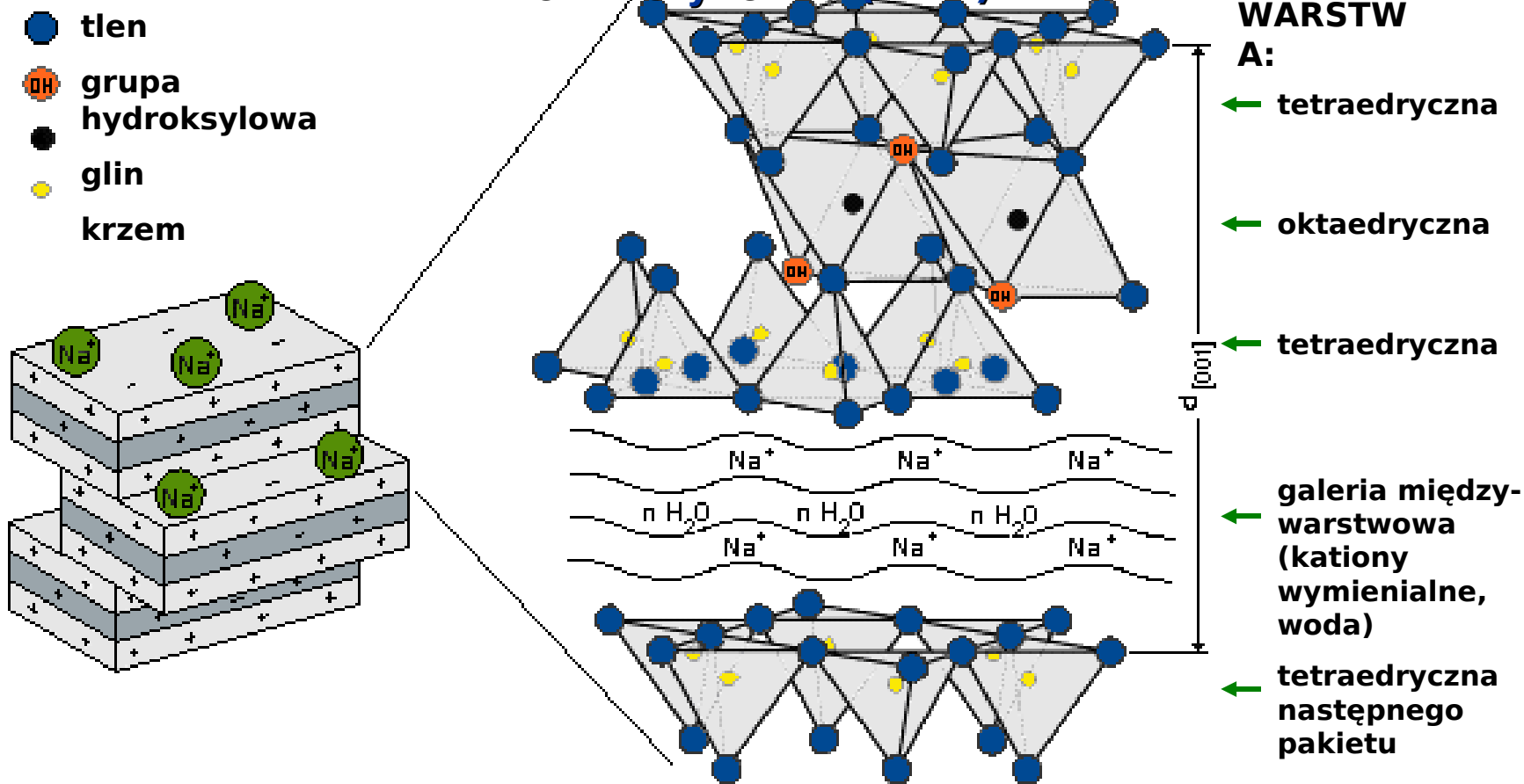
J. Ryszkowska *Inżynieria materiałowa* 2006, **27**, 1315

ZB 6. Materiały kompozytowe o zwiększonej wytrzymałości i odporności termicznej z wykorzystaniem żywic polimerowych do zastosowań w lotnictwie



PO IG: Priorytet 1. Badania i rozwój nowoczesnych technologii: Działanie 1.1. Wsparcie badań naukowych dla budowy gospodarki opartej na wiedzy. Poddziałanie 1.1.2 Strategiczne programy badań naukowych i prac rozwojowych

Schemat struktury warstwowego glinokrzemianu na przykładzie montmoryllonitu (MMT)

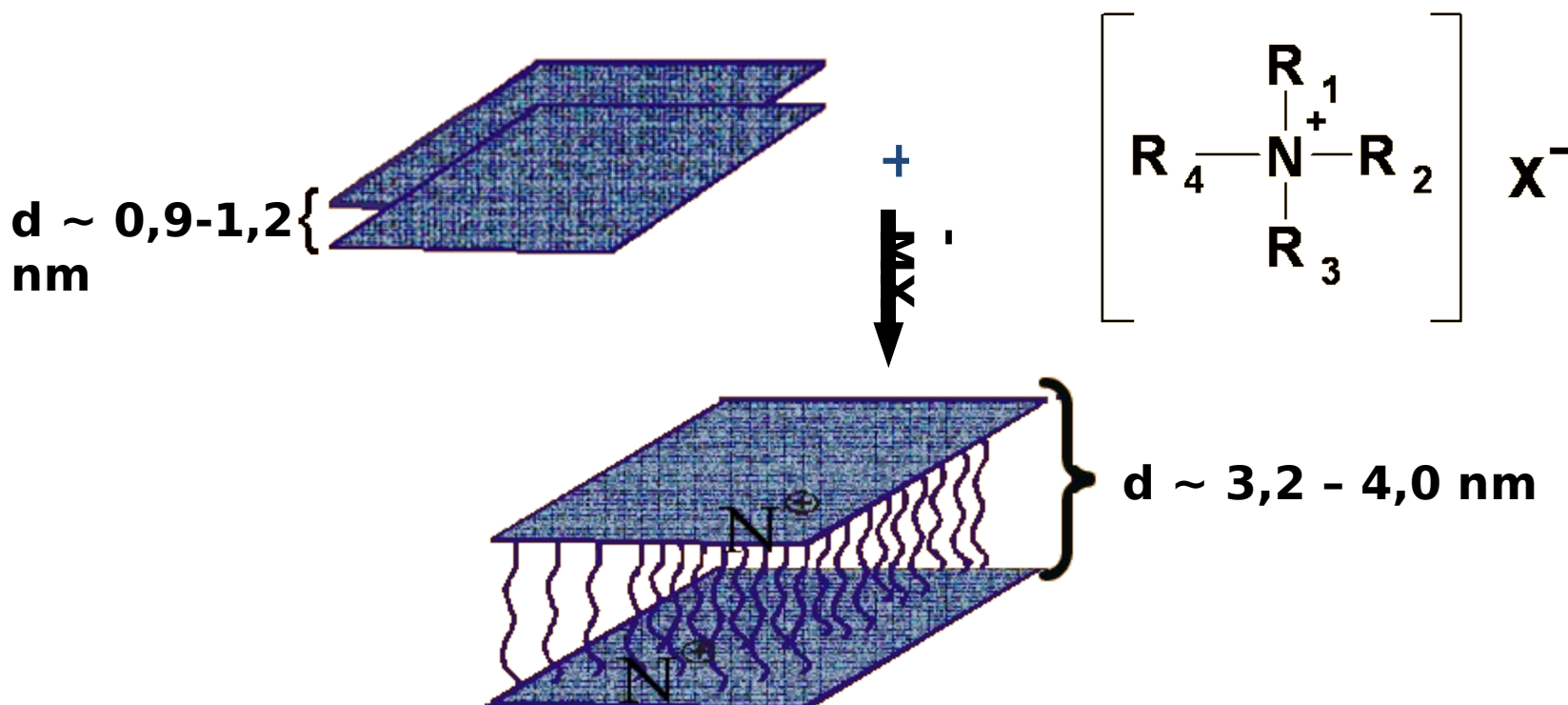


ZB 6. Materiały kompozytowe o zwiększonej wytrzymałości i odporności termicznej z wykorzystaniem żywic polimerowych do zastosowań w lotnictwie



PO IG: Priorytet 1. Badania i rozwój nowoczesnych technologii: Działanie 1.1. Wsparcie badań naukowych dla budowy gospodarki opartej na wiedzy. Poddziałanie 1.1.2 Strategiczne programy badań naukowych i prac rozwojowych

Modyfikacja bentonitu z użyciem IV-rzędowej soli amoniowej



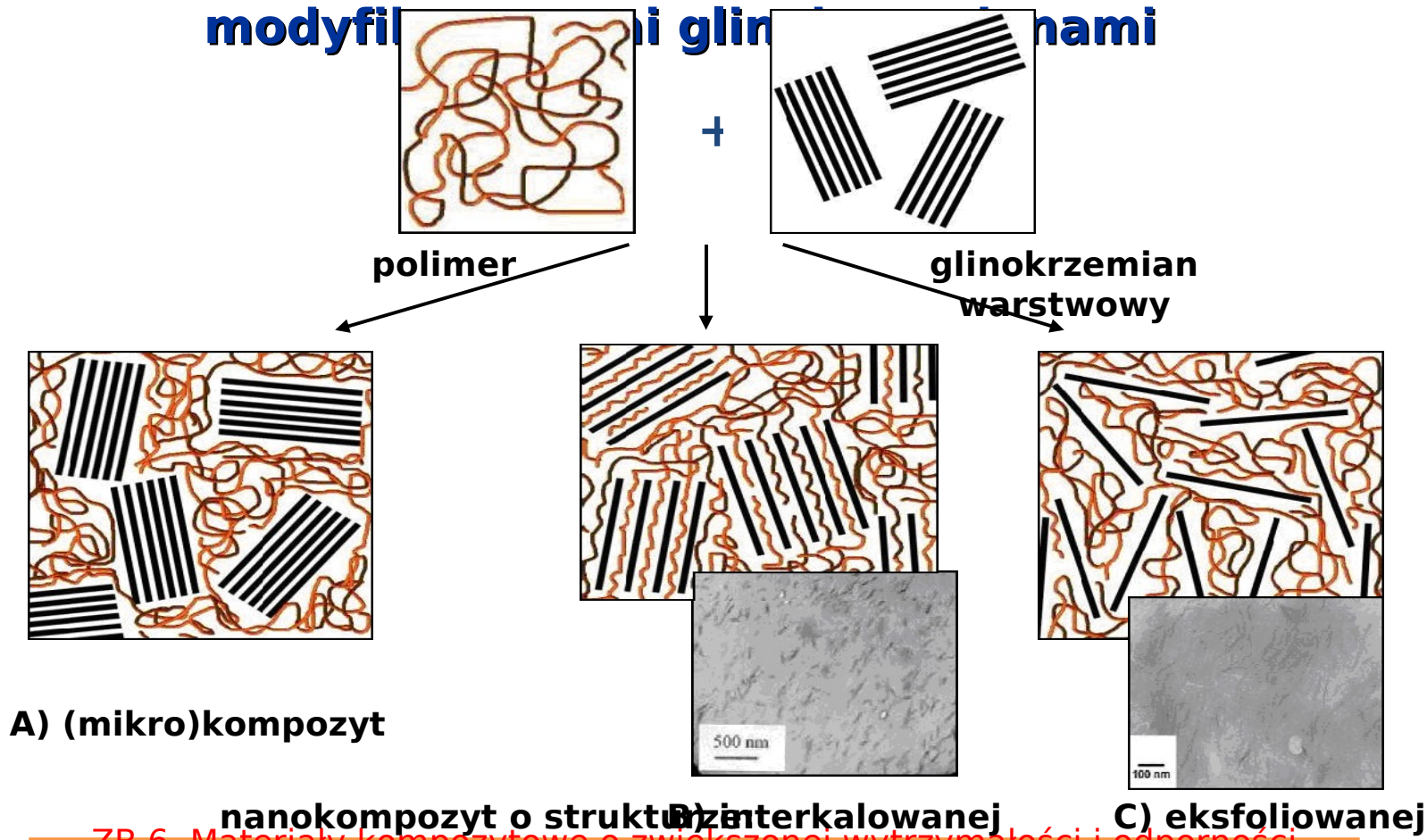
**oryginalna metoda modyfikacji naturalnego bentonitu jest aktualnie
drażana w ZGM „Zębica” w Zębcu k. Starachowic, (patent: PL305375)**

ZB 6. Materiały kompozytowe o zwiększonej wytrzymałości i odporności termicznej z wykorzystaniem żywic polimerowych do zastosowań w lotnictwie



PO IG: Priorytet 1. Badania i rozwój nowoczesnych technologii: Działanie 1.1. Wsparcie badań naukowych dla budowy gospodarki opartej na wiedzy. Poddziałanie 1.1.2 Strategiczne programy badań naukowych i prac rozwojowych

Struktura kompozytu i nanokompozytu z modyfikatorami glinokrzemianowymi



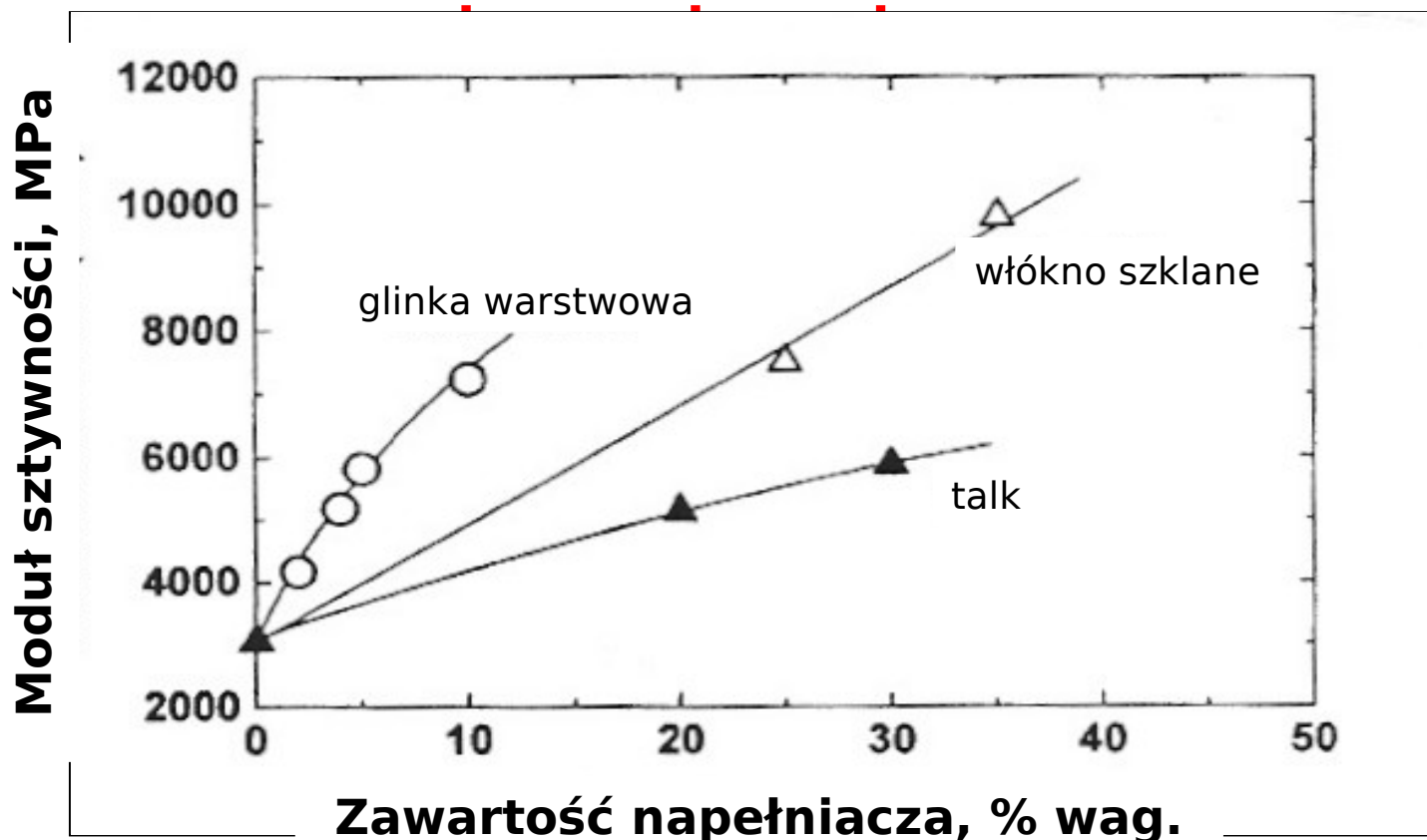
nanokompozyt o strukturze interkalowanej **C) eksfoliowanej**

ZB 6. Materiały kompozytowe o zwiększonej wytrzymałości i odporności termicznej z wykorzystaniem żywic polimerowych do zastosowań w lotnictwie



PO IG: Priorytet 1. Badania i rozwój nowoczesnych technologii: Działanie 1.1. Wsparcie badań naukowych dla budowy gospodarki opartej na wiedzy. Poddziałanie 1.1.2 Strategiczne programy badań naukowych i prac rozwojowych

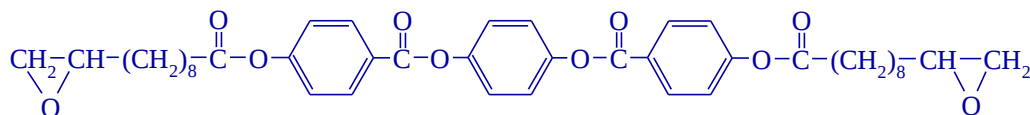
Porównanie wpływu dodatku napelniacza



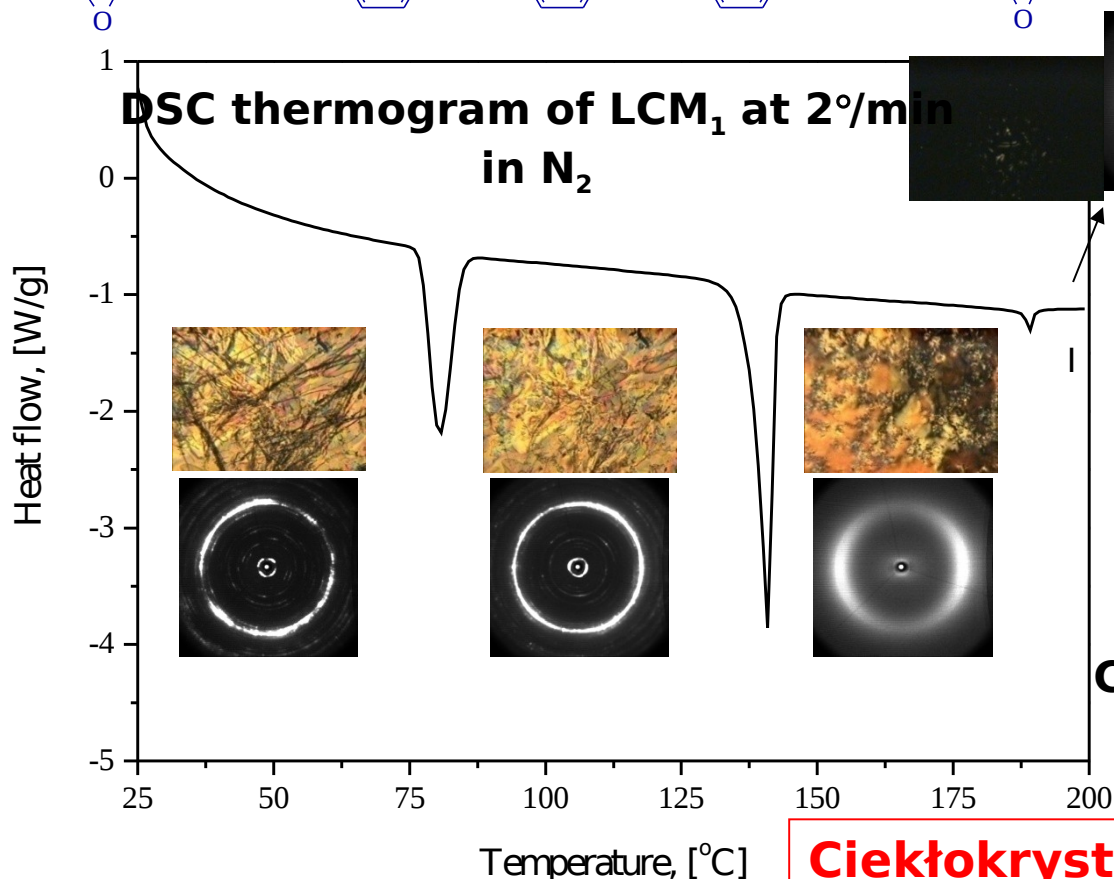
ZB 6. Materiały kompozytowe o zwiększonej wytrzymałości i odporności termicznej z wykorzystaniem żywic polimerowych do zastosowań w lotnictwie



PO IG: Priorytet 1. Badania i rozwój nowoczesnych technologii: Działanie 1.1. Wsparcie badań naukowych dla budowy gospodarki opartej na wiedzy. Poddziałanie 1.1.2 Strategiczne programy badań naukowych i prac rozwojowych



LCM₁ - bis [4-(10,11-epoxyundecanoyloxy) benzoate] p-phenylene



Thermal transitions of LCM₁

Transition	Temperature [°C]	Enthalpy [kJ/mol]
Cr ₁ → Cr ₂	78	31.7
Cr ₂ → N	138	45.5
N → I	189	1.3

Cr - crystal phase; **N** - nematic phase
I - isotropic liquid


Ciekłokrystaliczne monomery epoksydów

ZB 6. Materiały kompozytowe o zwiększonej wytrzymałości i odporności termicznej z wykorzystaniem żywic polimerowych do zastosowań w lotnictwie

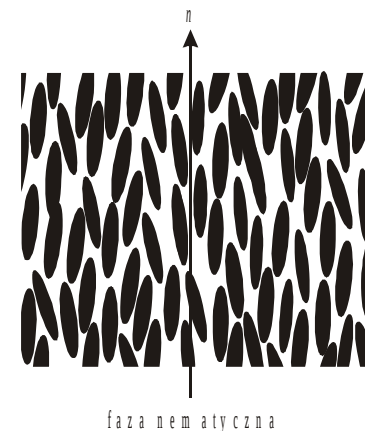


PO IG: Priorytet 1. Badania i rozwój nowoczesnych technologii: Działanie 1.1. Wsparcie badań naukowych dla budowy gospodarki opartej na wiedzy. Poddziałanie 1.1.2 Strategiczne programy badań naukowych i prac rozwojowych

Idea  Wymuszenie uporządkowania anizotropowych napełniaczy


+
nanonapełniacz włóknisty
np. nanorurki

temp. mezofazy
→
pole elektr. lub
magnetyczne



owanie zwiększa zarówno wytrzymałość mechaniczną jak i odporność r

ZB 6. Materiały kompozytowe o zwiększonej wytrzymałości i odporności termicznej z wykorzystaniem żywic polimerowych do zastosowań w lotnictwie

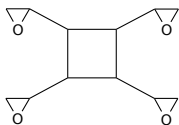


PO IG: Priorytet 1. Badania i rozwój nowoczesnych technologii: Działanie 1.1. Wsparcie badań naukowych dla budowy gospodarki opartej na wiedzy. Poddziałanie 1.1.2 Strategiczne programy badań naukowych i prac rozwojowych

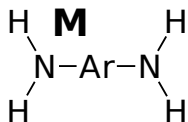
LCM₁



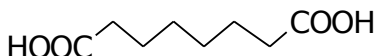
POSS-OG



DD



SA



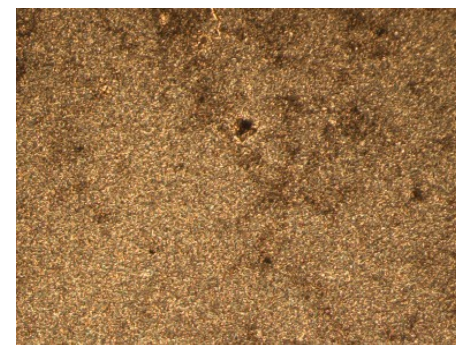
LCM₁/DDM



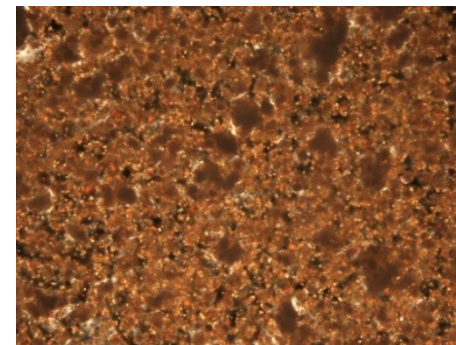
LCM₁/SA



LCM₁/POSS-OG/DDM



LCM₁/POSS-OG/SA



Tekstury optyczne utwardzonych kompozycji w mikroskopie polaryzacyjnym

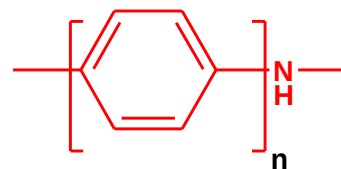
ZB 6. Materiały kompozytowe o zwiększonej wytrzymałości i odporności termicznej z wykorzystaniem żywic polimerowych do zastosowań w lotnictwie



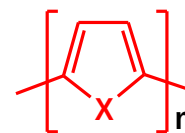
PO IG: Priorytet 1. Badania i rozwój nowoczesnych technologii: Działanie 1.1. Wsparcie badań naukowych dla budowy gospodarki opartej na wiedzy. Poddziałanie 1.1.2 Strategiczne programy badań naukowych i prac rozwojowych

BUDOWA CHEMICZNA POLIMERÓW PRZEWODZĄCYCH

Układy z heteroatomem w łańcuchu głównym
Układy heteroaromatyczne

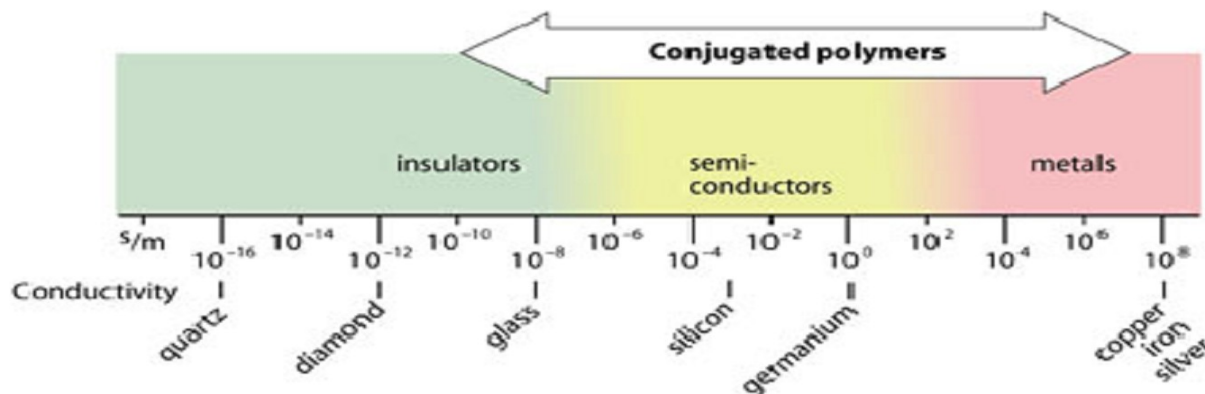


polianilina



polipirol

X = NH, O, S



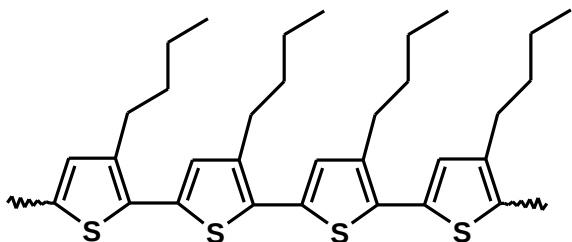
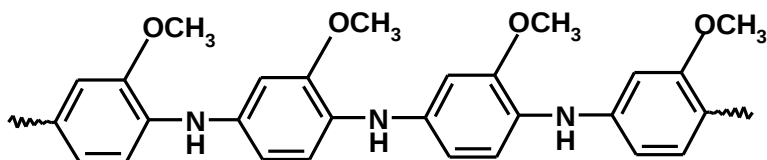
ZB 6. Materiały kompozytowe o zwiększonej wytrzymałości i odporności termicznej z wykorzystaniem żywic polimerowych do zastosowań w lotnictwie



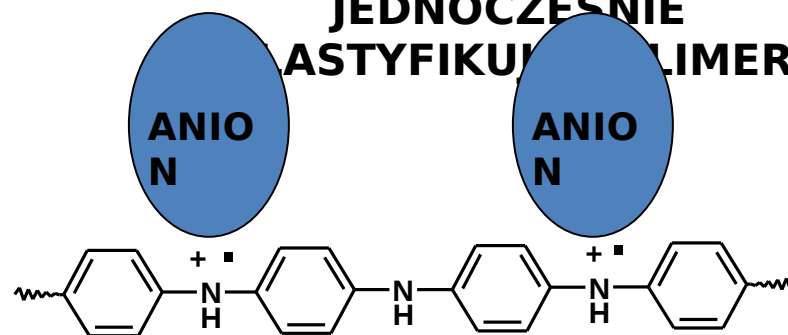
PO IG: Priorytet 1. Badania i rozwój nowoczesnych technologii: Działanie 1.1. Wsparcie badań naukowych dla budowy gospodarki opartej na wiedzy. Poddziałanie 1.1.2 Strategiczne programy badań naukowych i prac rozwojowych

**POLIMERY PRZEWODZĄCE ZE WZGLĘDU NA SWOJĄ
BUDOWĘ CHEMICZNĄ SĄ NIEPRZETWARZALNE
(NIEROZBISZCZALNE, NIETOPLIWE)
ISTNIEJĄ DWIE METODY OTRZYMYWANIA PRZETWARZALNYCH
POLIMERÓW PRZEWODZĄCYCH**

**MODYFIKACJA
ŁAŃCUCHA
POLIMEROWEGO**



**ZASTOSOWANIE
ODPOWIEDNIEJ
DOMIESZKI, KTÓRA
JEDNOCZEŚNIE
ASTYFIKUJE POLIMER**



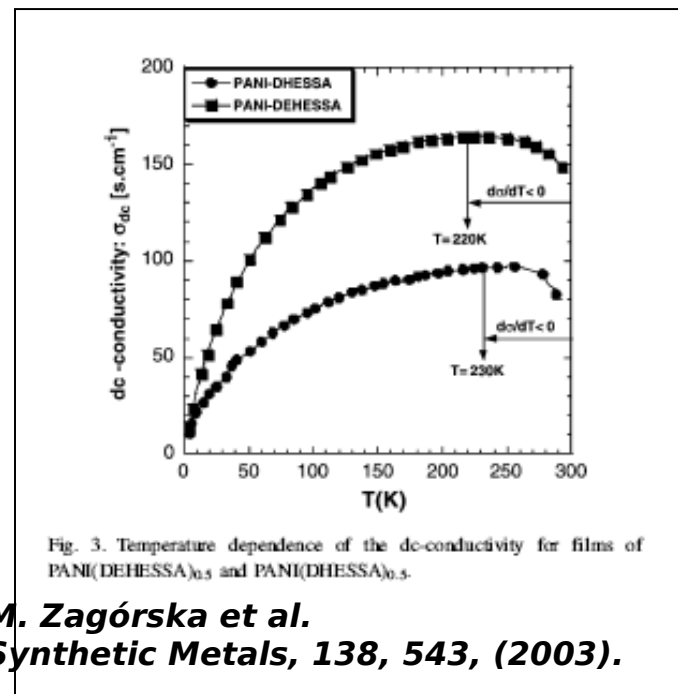
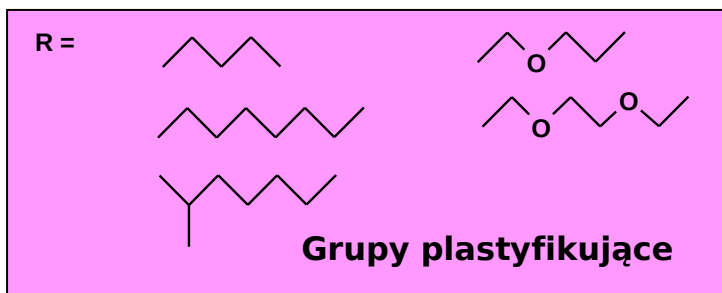
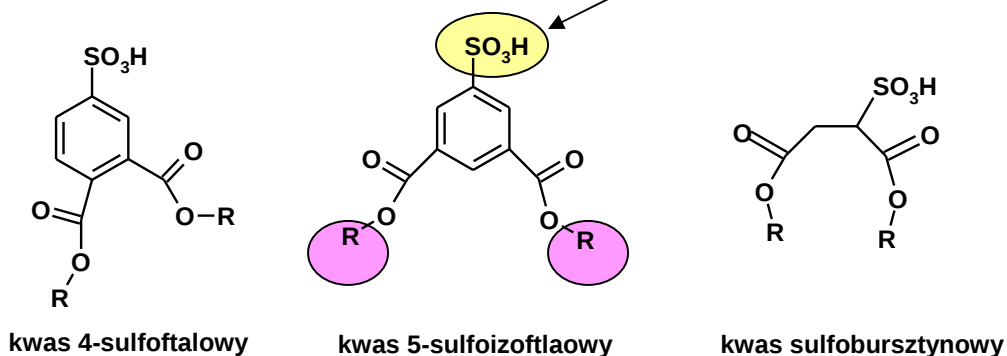
ZB 6. Materiały kompozytowe o zwiększonej wytrzymałości i odporności termicznej z wykorzystaniem żywic polimerowych do zastosowań w lotnictwie



PO IG: Priorytet 1. Badania i rozwój nowoczesnych technologii: Działanie 1.1. Wsparcie badań naukowych dla budowy gospodarki opartej na wiedzy. Poddziałanie 1.1.2 Strategiczne programy badań naukowych i prac rozwojowych

Domieszki plastyfikujące polianilinę opracowane w Katedrze Chemii i Technologii Polimerów PW:

Grupa domieszkująca



ZB 6. Materiały kompozytowe o zwiększonej wytrzymałości i odporności termicznej z wykorzystaniem żywic polimerowych do zastosowań w lotnictwie



PO IG: Priorytet 1. Badania i rozwój nowoczesnych technologii: Działanie 1.1. Wsparcie badań naukowych dla budowy gospodarki opartej na wiedzy. Poddziałanie 1.1.2 Strategiczne programy badań naukowych i prac rozwojowych

Wybrane pozycje literaturowe dokumentujące przygotowanie zespołów do realizacji proponowanych tematów badawczych

1. M. Włodarska, G.W. Bąk, B. Mossety-Leszczak, H. Galina; Influence of liquid crystalline ordering on the properties of selected cured nematic epoxy materials, *J. Mater. Process. Tech.* **2009**, 209, 1662
2. B. Mossety-Leszczak, M. Włodarska, H. Galina, G.W. Bak; Comparing Liquid Crystalline Properties of Two Epoxy Compounds Based on the Same Azoxy Group, *Mol. Cryst. Liq. Cryst.* **2008**, 490, 52
3. U. Szeluga, L. Kurzeja, H. Galina; Dynamic mechanical properties of epoxy/novolac system modified with reactive liquid rubber and carbon filler, *J. Therm. Anal. Cal.* **2008**, 92, 813
4. U. Szeluga, L. Kurzeja, H. Galina; Curing of epoxy/novolac system modified with reactive liquid rubber and carbon filler, *Polym. Bull.* **2008**, 60, 555
5. M. Włodarska, G. Bąk, B. Mossety-Leszczak, H. Galina, T. Pakula; Dielectric monitoring of curing process for some epoxide-amine thermosets, *J. Non-Cryst. Solids* **2007**, 353, 4371
6. A. Kiersnowski, J. Pięłowski, K. Kowalczyk, M. Heneczkowski, H. Galina, M. Oleksy, T. Spychaj; Modyfikowane bentonity (montmorylonity) jako podstawa rozwoju nanomateriałów polimerowych w kraju, *INŻYNIERIA MATERIAŁOWA*, **2006**
7. M. Oleksy, M. Heneczkowski, H. Galina; Thixotropic compositions: unsaturated polyester resins/modified bentonites, *Polimery (Warsaw)* **2007**, 52, 345
8. H. Galina, B. Mossety-Leszczak; Liquid-crystalline epoxy resins, *J. Appl. Polym. Sci.* **2007**, 105, 224
9. M. Oleksy, M. Heneczkowski, H. Galina; Kompozyty żywicy epoksydowej zawierającej modyfikowane bentonity, *Polimery (Warsaw)* **2006**, 51, 799
10. U. Szeluga, L. Kurzeja, H. Galina; Modyfikacja kompozycji epoksydowo-nowolakowej reaktywnymi kauczukami i napelniaczem węglowym, *Polimery (Warsaw)* **2006**, 51, 809
11. B. Mossety-Leszczak, M. Włodarska, H. Galina, G. Bąk, T. Pakula; Development of Liquid Crystalline Order During Cure of Mesogenic Epoxy Resins, *Polym. Symp.* **2005**, 227, 149
12. M. Włodarska, B. Mossety-Leszczak, H. Galina, G. Bąk, T. Pakula; Phase transitions and molecular properties of newly synthesised divinyl and diepoxy compounds, *Liq. Cryst.* **2004**, 31, 525

ZB 6. Materiały kompozytowe o zwiększonej wytrzymałości i odporności termicznej z wykorzystaniem żywic polimerowych do zastosowań w lotnictwie



PO IG: Priorytet 1. Badania i rozwój nowoczesnych technologii: Działanie 1.1. Wsparcie badań naukowych dla budowy gospodarki opartej na wiedzy. Poddziałanie 1.1.2 Strategiczne programy badań naukowych i prac rozwojowych

1. M. Affek, M. Dębowski, Z. Florjańczyk, Synteza funkcjonalizowanych karboksyalumoksanów jako napełniaczy nanokompozytów polimerowych, *Polimery*, **2003**, 48, 24.
2. Z. Florjańczyk, A. Wolak, A. Lasota, M. Dembowski, Hybrydowe polimery glinu, *Prace Naukowe Instytutu Technologii Organicznej i Tworzyw Sztucznych Politechniki Wrocławskiej*, **2003**, 52, 32.
3. Z. Florjańczyk, A. Lasota, M. Leśniewska-Mizak, Telechelic oligomers made from ethylene oxide and phosphoric acid, *Polimery*, **2004**, 49, 389.
4. Z. Florjańczyk, A. Lasota, A. Wolak, Janusz Zachara, Organically modified aluminium phosphates; synthesis and characterization of model compounds containing diphenyl phosphate ligands, *Chem. Mater.* **2006**, 18, 1995.
5. J. Ryszkowska, M. Jurczyk-Kowalska, M. Dembowski, Z. Florjańczyk, K. J. Kurzydłowski Wpływ modyfikacji bemitu na dyspersje w poliuretanowej osnowie, *Inżynieria Materiałowa* **2006**, 27, 1315
6. Z. Florjańczyk, M. Dębowski, A. Wolak, A. Malesa, J. Płecha, Dispersions of organically modified boehmite particles and carboxylated styrene-butadiene latex: A simple way to nanocomposites, *J. Appl. Polym. Sci.* **2007**, 105, 80
7. Z. Florjańczyk, A. Wolak, M. Dębowski, A. Plichta, J. Ryszkowska, J. Zachara, A. Ostrowski, E. Zawadzak, M. Jurczyk-Zawadzak, Organically modified aluminophosphates: Transformation of boehmite into nanoparticles and fibers containing aluminodiethylphosphate tectons, *Chem. Mater.* **2007**, 19, 5584
8. I. Kulszewicz-Bajer, M. Zagórska, J. Nizioł, A. Proń and W. Łużny, Esters of 5-sulfo-i-phthallic acid as new dopants improving solution processibility of polyaniline: structural and transport properties of the doped polymer, *Synthetic Metals*, **114**, 125 (2000)
9. M. Zagórska, I. Kulszewicz-Bajer, O. Blet, P. Zawirska, B. Dufour, P. Rannou, A. Proń, Flexible polyaniline of metallic type conductivity obtained via protonation of emeraldine base with 2-ethylhexyl diester of 5-sulfo-i-phthalic acid, *Molecular Crystals Liquid Crystals*, **2002**, 374, 569
10. M. Zagórska M, I. Kulszewicz-Bajer, O. Blet, P. Zawirska, B. Dufour, P. Rannou, A. Pron, Solution processible poly(aniline) via doping with diesters of sulfosuccinic acid, *Synthetic Metals*, **2003**, 138, 543
11. B. Dufour, P. Rannou P, D. Djurado, M. Zagórska, I. Kulszewicz-Bajer, A. Pron, The role of chain and dopant engineering in the preparation of processible conducting polymers with desired properties, *Synthetic Metals*, **2003**, 135, 63
12. B. Dufour, P. Rannou P, D. Djurado, H. Janeczek, M. Zagórska, A. DeGeyer, J.P. Travers, A. Pron, Low Tg, stretchable polyaniline of metallic-type conductivity: Role of dopant engineering in the control of polymer supramolecular organization and in the tuning of its properties, *Chemistry of Materials*, **2003**, 15, 1587

ZB 6. Materiały kompozytowe o zwiększonej wytrzymałości i odporności termicznej z wykorzystaniem żywic polimerowych do zastosowań w lotnictwie



PO IG: Priorytet 1. Badania i rozwój nowoczesnych technologii: Działanie 1.1. Wsparcie badań naukowych dla budowy gospodarki opartej na wiedzy. Poddziałanie 1.1.2 Strategiczne programy badań naukowych i prac rozwojowych

Wskaźniki proponowane we wniosku:

I.p.	Wskaźnik produktu	Jedn. miary	2008	2009	2010	2011	2012	2013	RAZEM
1.	Liczba instytucji (jednostek naukowych) objętych wsparciem	szt.	1 (PRz)	2 (PW, PL)	...	...	...	...	3
2.	Liczba pracowników naukowych zaangażowanych w realizację projektu (w tym kobiety)	osoby	11(5)	4(2)	...	...	...	...	15(7)
3.	Liczba studentów zaangażowanych w realizację projektu	osoby	-	1	3	2	2	1	7
4.	Liczba doktorantów zaangażowanych w realizację projektu (w tym kobiety)	osoby	-	4(2)	...	...	...	...	4(2)
5.	Liczba nowych miejsc pracy (EPC) związanych z działalnością B+R powstałych w trakcie realizacji projektu (w tym kobiety)	szt.	-	1,5	...	...	...	...	1,5
6.	Liczba przedsiębiorstw współpracujących z jednostką naukową w trakcie realizacji projektu	szt.	1	1	...	1	...	...	3
7.	Liczba aparatury naukowo-badawczej zakupionej w związku ze realizowanym projektem	szt.	-	2	...	...	...	...	2

ZB 6. Materiały kompozytowe o zwiększonej wytrzymałości i odporności termicznej z wykorzystaniem żywic polimerowych do zastosowań w lotnictwie



PO IG: Priorytet 1. Badania i rozwój nowoczesnych technologii: Działanie 1.1. Wsparcie badań naukowych dla budowy gospodarki opartej na wiedzy. Poddziałanie 1.1.2 Strategiczne programy badań naukowych i prac rozwojowych

Członkowie Zespołu

PRz

umowa o dzieło:

Prof. Henryk Galina

Dr Maciej Heneczkowski

Dr Mariusz Oleksy

Dr Beata Mossety-Leszczak

Dr Joanna Ryszkowska

Dr Anna Boczkowska

vacat (4 osoby)

umowa zlecenie:

Mgr Piotr Murias 1 etat

inż. Barbara Krawczyk 1/2 etatu

vacat (6 osób)

PW

umowa o dzieło:

prof. Zbigniew J. Florjańczyk

prof. Małgorzata Zagórska

prof. Irena Kulszewicz-Baj

vacat (2 osoby)

umowa zlecenie:

vacat (2 osoby)

PL

umowa o dzieło:

prof. J. Kuczmaszewski

vacat (2 osoby)

umowa zlecenie:

vacat (2 osoby)

ZB 6. Materiały kompozytowe o zwiększonej wytrzymałości i odporności termicznej z wykorzystaniem żywic polimerowych do zastosowań w lotnictwie



PO IG: Priorytet 1. Badania i rozwój nowoczesnych technologii: Działanie 1.1. Wsparcie badań naukowych dla budowy gospodarki opartej na wiedzy. Poddziałanie 1.1.2 Strategiczne programy badań naukowych i prac rozwojowych

Zadania zespołu Politechniki Rzeszowskiej: (prof. H.Galina)

3. Synteza nowych typów żywic epoksydowych i reaktywnych rozcieńczalników:
 - a. aromatycznych, alifatycznych, siloksanowych, w tym ciekłokrystalicznych
 - b. synteza żywic z heteroatomami (P, N, Si) zapewniającymi ich zmniejszoną palność
 - c. ocena palności syntezowanych żywic metodami laboratoryjnymi
 - d. wytypowanie żywic o najlepszej odporności na płomień
 - e. ocena właściwości przetwórczych otrzymywanych żywic i wytypowanie najlepiej nadających się do przesycania włókien wzmacniających
4. Badanie parametrów przetwórczych wytypowanych żywic z wprowadzonymi dodatkami uniepalniającymi
 - a. ocena warunków utwardzania
 - b. ocena lepkości kompozycji i łatwości przesycania włóknistych napełniaczy
 - c. ocena właściwości adhezyjnych badanych kompozycji epoksydowych do włókien wzmacniających
5. Ocena stopnia wzmocnienia i wytrzymałości uniepalnionych żywic zawierających nanonapełniacze i włókna. Badanie struktury chemicznej i morfologii modyfikowanych żywic po ich utwardzeniu

~~ZB 6. Materiały kompozytowe o zwiększonej wytrzymałości i odporności termicznej z wykorzystaniem żywic polimerowych do zastosowań w lotnictwie~~



PO IG: Priorytet 1. Badania i rozwój nowoczesnych technologii: Działanie 1.1. Wsparcie badań naukowych dla budowy gospodarki opartej na wiedzy. Poddziałanie 1.1.2 Strategiczne programy badań naukowych i prac rozwojowych

1. Opracowanie metod przesycania żywicami różnych typów i rodzajów włókien wzmacniających:
 - a. rovingu
 - b. tkanin
 - c. mat
 - d. z włókien: węglowych, aramidowych i innych
 - e. optymalizacja parametrów formowania kształtek kompozytowych
2. Oznaczenie palności i odporności termicznej kompozytów
3. Określenie właściwości mechanicznych: statycznych i dynamicznych różnych typów kształtek kompozytowych
 - a. zaawansowane metody prognozowania właściwości wytrzymałościowych (metoda emisji akustycznej oraz elektroprzewodzenie)
4. Integracja krajowych środowisk naukowych i przemysłowych w dziedzinie nowych technologii polimerowych, wykorzystywanych w przemyśle lotniczym

ZB 6. Materiały kompozytowe o zwiększonej wytrzymałości i odporności termicznej z wykorzystaniem żywic polimerowych do zastosowań w lotnictwie



PO IG: Priorytet 1. Badania i rozwój nowoczesnych technologii: Działanie 1.1. Wsparcie badań naukowych dla budowy gospodarki opartej na wiedzy. Poddziałanie 1.1.2 Strategiczne programy badań naukowych i prac rozwojowych

Zespół z Politechniki Lubelskiej (Prof. J. Kuczmaszewski):

3. Określenie, istotnych z punktu widzenia technologii klejenia i uszczelniania, właściwości fizycznych wytypowanych, nowej generacji tworzyw epoksydowych, z wprowadzonymi dodatkami uniepalniającymi
- określenie właściwości adhezyjnych wybranych żywic po wymieszaniu z utwardzaczem i modyfikatorami (napięcie powierzchniowe, czas przydatności technologicznej, wpływ temperatury),
 - oznaczenia wytrzymałości doraźnej i jej rozrzutu dla zakładkowych połączeń klejowych wykonanych dla stopów metali stosowanych w przemyśle lotniczym z użyciem opracowanych przez Politechnikę Rzeszowską żywic epoksydowych z dodatkami uniepalniającymi
 - badania pełzania jako istotnego wskaźnika przydatności nowych tworzyw epoksydowych do długotrwałej eksploatacji pod obciążeniem
 - określenie charakterystyk naprężenie - odkształcenie w warunkach obciążenia statycznego
 - zdefiniowanie istotnych czynników wpływających na niepewność prognozy wytrzymałości połączeń klejowych z użyciem nowej generacji tworzyw epoksydowych.

ZB 6. Materiały kompozytowe o zwiększonej wytrzymałości i odporności termicznej z wykorzystaniem żywic polimerowych do zastosowań w lotnictwie



PO IG: Priorytet 1. Badania i rozwój nowoczesnych technologii: Działanie 1.1. Wsparcie badań naukowych dla budowy gospodarki opartej na wiedzy. Poddziałanie 1.1.2 Strategiczne programy badań naukowych i prac rozwojowych

Zespół Politechniki Warszawskiej (Prof. Z. Florjańczyk)

2. Synteza i badanie właściwości glinowych (nano)napełniaczy niepalniących i otrzymanych z nich kompozytów

- a. optymalizacja procesu syntezy warstw organicznych fosforanów glinu na powierzchni bemitu i wodorotlenku glinu (dobór fosforanów i warunków procesu)
- b. funkcjonalizacja warstwy fosforanowej w celu wprowadzenia grup reagujących z żywicami epoksydowymi (NH₂, COOH)
- c. badania właściwości reologicznych kompozycji żywic epoksydowych z napełniaczami
- d. sieciowanie żywic epoksydowych w obecności napełniaczy
- e. badania struktury chemicznej i parametrów wytrzymałościowych żywic po utwardzeniu
- f. oznaczenie odporności termicznej kompozytów z napełniaczami glinowymi
- g. optymalizacja składu kompozytów

3. Synteza polianiliny, oligomerów aniliny oraz polipirołu i próby ich wykorzystania do wytwarzania kompozytów.

- a. domieszkowanie polimerów skoniugowanych
- b. otrzymywanie blend polimerów przewodzących z żywicami epoksydowymi z uwzględnieniem rodzaju utwardzacza.
- c. badanie właściwości spektroskopowych (UV-Vis) oraz elektrycznych otrzymanych blend. wyznaczenie progu perkolacji.
- d. badanie właściwości mechanicznych i termicznych blend.

ZB 6. Materiały kompozytowe o zwiększonej wytrzymałości i odporności termicznej z wykorzystaniem żywic polimerowych do zastosowań w lotnictwie



PO IG: Priorytet 1. Badania i rozwój nowoczesnych technologii: Działanie 1.1. Wsparcie badań naukowych dla budowy gospodarki opartej na wiedzy. Poddziałanie 1.1.2 Strategiczne programy badań naukowych i prac rozwojowych

ZB 6. Materiały kompozytowe o zwiększonej wytrzymałości i odporności termicznej z wykorzystaniem żywic polimerowych do zastosowań w lotnictwie