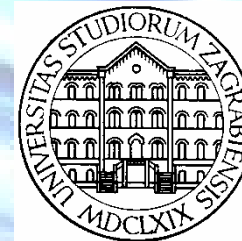




Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije
Sveučilište u Zagrebu



**Nanotehnologija – partnerstvo Končar Instituta za elektrotehniku
i Fakulteta kemijskog inženjerstva i tehnologije
u temeljnim istraživanjima**

*Nanotechnology - Partnership of Končar Electrical Engineering Institute
and Faculty of Chemical Engineering and Technology in Fundamental Research*

Ante Jukić

ZAVOD ZA TEHNOLOGIJU NAFTE I PETROKEMIJU

HR-10000 Zagreb, Savska cesta 16, p.p. 177 / Tel. +385-1-4597125 / E-adresa: ajukic@fkit.hr



2. konferencija INOVACIJAMA DO KONKURENTNOSTI: Primjeri dobre prakse
U Zagrebu, 13. listopada 2011.

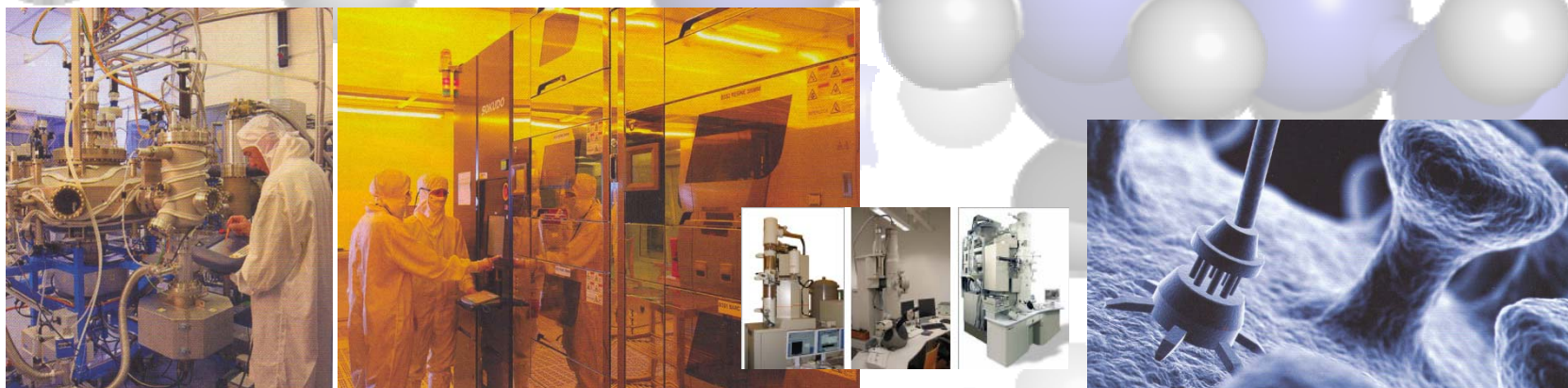
MATERIJALI

Istraživanje, razvoj i primjena materijala te pripadnih tehnologija spadaju u generičko područje znanosti i tehnike.

To znači da se znanja iz područja razvoja materijala pretvaraju u nove proizvode i postupke u brojnim i različitim područjima – elektronici, građevinarstvu, strojarstvu, kemijskom inženjerstvu, medicini i drugima.

Današnji i budući razvoj suvremenih proizvoda i proizvodnje bitno je određen svojstvima tehničkih materijala: primjenom novih materijala i visokih tehnologija ostvaruju se znatne prednosti na tržištu.

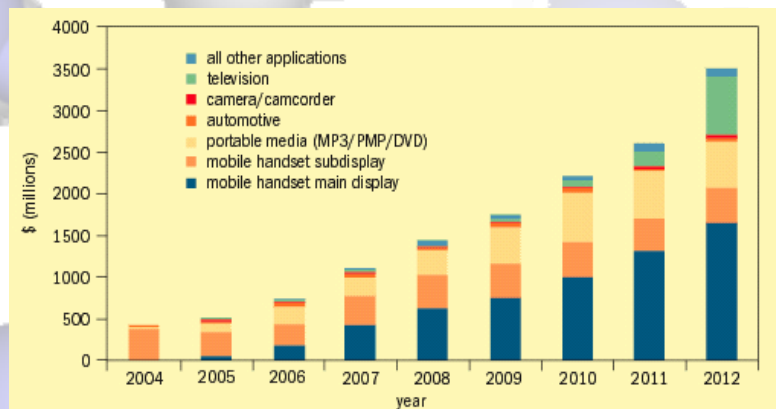
NANOTEHNOLOGIJA - krojenje svojstava i djelovanja na atomskoj i molekularnoj razini



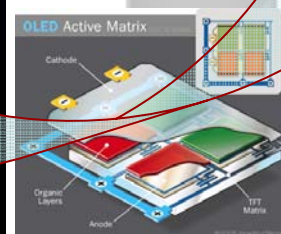
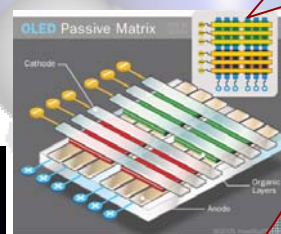
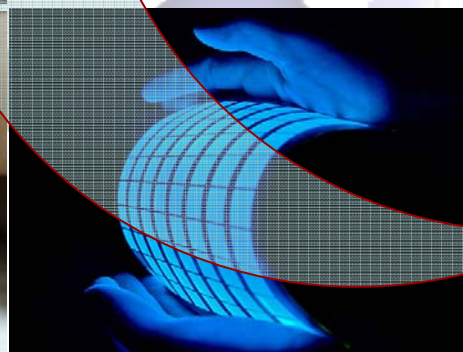
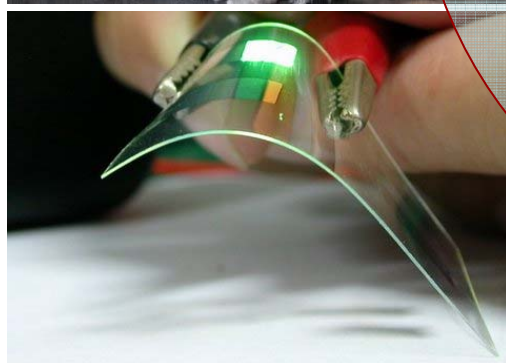
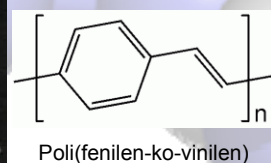
Kemijsko inženjerstvo – ELEKTRONIČKA INDUSTRIJA

OLED : svjetlo-emitirajuće organske diode / organic light emitting diode

LEPS : svjetlo emitirajući polimeri / light-emitting polymers



OLED TV



LEPS TV

Naziv projekta:

"NANOSTRUKTURIRANI I FUNKCIONALNI POLIMERNI MATERIJALI / NanFun"

(www.fkit.hr/nanfun)

- potiče suradnju industrije i znanstvenih akademskih ustanova u području temeljne i primijenjene nanotehnologije

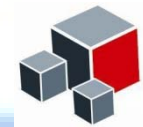
Suradne ustanove:

Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije Sveučilišta u Zagrebu (FKIT)
KONČAR Institut za elektrotehniku d.d. (IET)
Hrvatska zaklada za znanost (HRZZ)

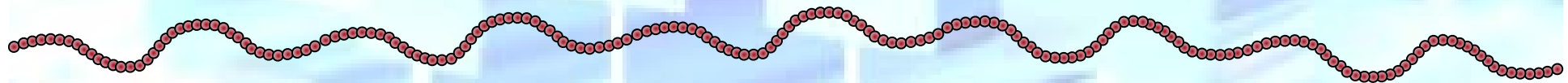
Sredstva i trajanje projekta:

Projekt financiraju KONČAR IET u iznosu od 1/3 i HRZZ u iznosu od 2/3; ukupno 1,5 mil. kuna, na vrijeme provedbe od 3 godine.

Projekt se ostvaruje u okviru programa HRZZ "**Partnerstvo u temeljnim istraživanjima**" kojemu je cilj povećati ulaganja u temeljna istraživanja na hrvatskim fakultetima, javnim institutima i drugim znanstvenim ustanovama, na načelima javnog i privatnog partnerstva.



Hrvatska zaklada za znanost



POLIMERI = velike molekule sastavljene od istovrsnih ponavljanih jedinica.

Jöns Jakob Berzelius: poli (grč. πολυ) = mnogo; meros (grč. μέρος) = dio (1833 g.)

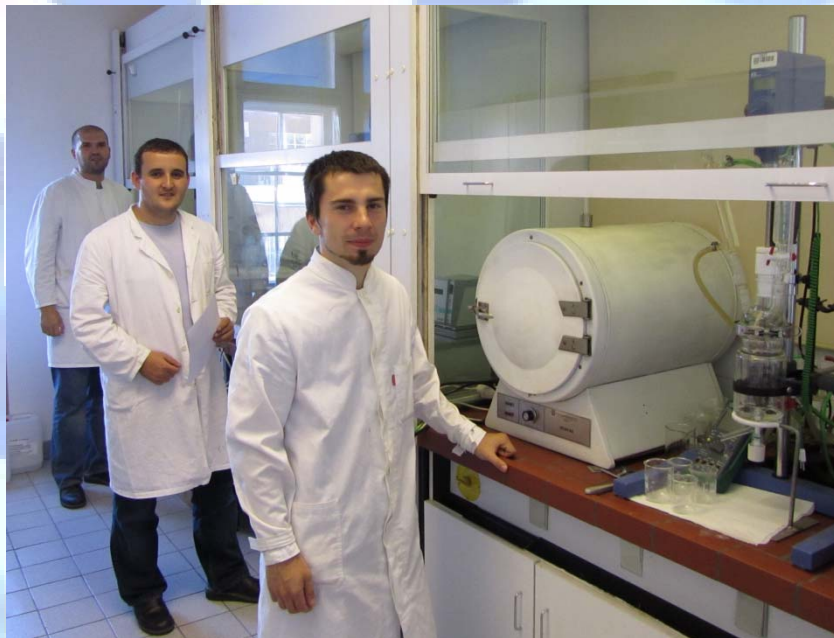
Ciljevi projekta:

1. razvijanje područja nanotehnologije
2. kreiranje materijala specifičnih i originalnih svojstava
3. osposobljavanje visokoobrazovanih stručnjaka koji će raditi na razvoju gospodarstva i voditi suradnju znanstveno-istraživačkih ustanova i industrije.

Glavni znanstveni i primjenski cilj je priprava nanostrukturiranih polimernih materijala (uglikove nanocijevi / funkcionalni kopolimeri) sa svojstvima prigušenja buke i zvuka koji će imati moguću primjenu na tračnim vozilima Končar Grupe.



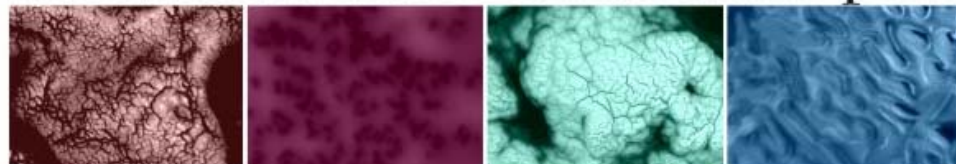
NanFun uzorci
za testiranje prigušenja buke



Znanstveni novaci (s lijeva na desno) K. Kraguljac, T. Karažija i F. Faraguna, u laboratoriju.

Sinteza CNT – mikrografija SEM

Nanostrukturirani i funkcionalni polimerni materijali



NanFun



KONČAR
INSTITUT
za elektrotehniku

Ovi materijali temelje se na radu koji je financirala Nacionalna zaklada za znanost, visoko školstvo i tehnološki razvoj RH



O PROJEKTU	
Opis istraživanja	
Istraživači	
Suvremenost	
Nanotehnologija	
Bibliografija	
Kontakt	

Projekt "NANOSTRUKTURIRANI I FUNKCIONALNI POLIMERNI MATERIJALI / NANFUN" potiče suradnju industrije i znanstvenih akademskih ustanova u području temeljne i primijenjene nanotehnologije. Suradne ustanove su [Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije Sveučilišta u Zagrebu](#), [KONČAR Institut za elektrotehniku d.d.](#) i [Nacionalna zaklada za znanost, visoko školstvo i tehnološki razvoj Republike Hrvatske](#).

Projekt financiraju KONČAR Institut za elektrotehniku d.d. u iznosu od 1/3 i Nacionalne zaklade za znanost u iznosu od 2/3; ukupna sredstva su 1,5 mil. kuna, na vrijeme provedbe od ukupno 3 godine.

Projekt se ostvaruje u okviru programa NZZ "[Partnerstvo u temeljnim istraživanjima](#)" kojemu je cilj povećati ulaganja u temeljna istraživanja na hrvatskim fakultetima, javnim institutima i drugim znanstvenim ustanovama, na načelima javnog i privatnog partnerstva. Projekt sadržava više znanstveno-društvenih ciljeva: razvijanje područja nanotehnologije, kreiranje materijala specifičnih i originalnih svojstava te osposobljavanje visokoobrazovanih stručnjaka koji će raditi na razvoju gospodarstva i voditi suradnju znanstveno-istraživačkih ustanova i industrije.

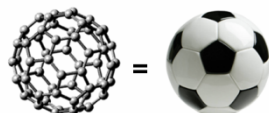
Glavni znanstveni i primjenski cilj je priprava nanostrukturiranih polimernih materijala (uglikove nanocijevi / funkcionalni kopolimeri) sa svojstvima prigušenja buke i zvuka koji će imati moguću primjenu na tračnim vozilima [Končar Grupe](#).

Ante Jukić i Stjepan Car

Nanotehnologija i primjena nanomaterijala

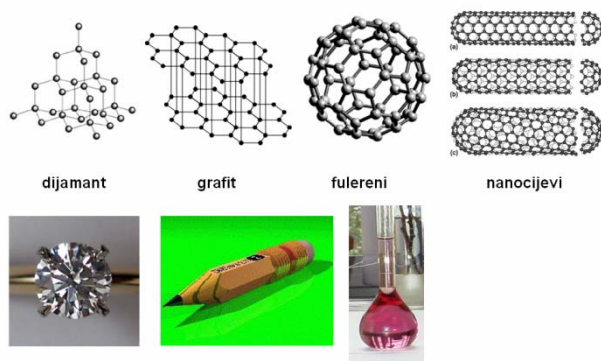
SADRŽAJ

UVOD U NANOTEHNOLOGIJU
UGLJIKOVE NANOCIJEVI
POLIEPOKSIDI I POLIMERNI NANOKOMPOZITI



KONČAR d.d., Zagreb, listopad 2008.

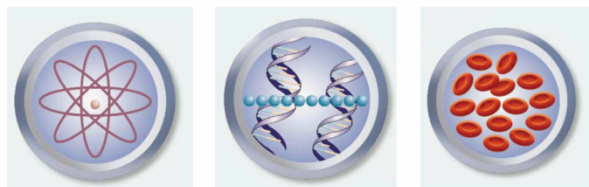
Ugljikove nano-strukture / materijali



Nanotehnologija

Znanost i tehnologija na nanometarskoj skali –
nanometar = milijarditi dio metra

(1 nm = 10^{-9} m; 1 mm = 1 000 000 nm).



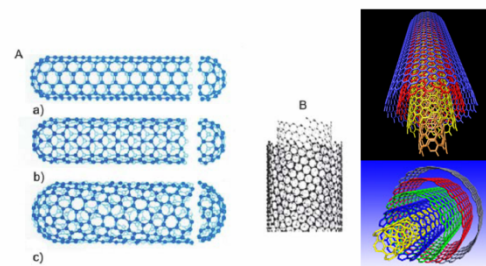
pojedinačni atomi =
do nekoliko desetina nm

deset H atoma = 1 nm;
širina molekule DNA = 2,5 nm

ljudske stanice - eritrociti =
više tisuća nm

Ljudska kosa: promjer 50.000 – 80.000 nm, brzina rasta ~10 nm / s
(~600 nm svake minute)

Cijevi mogu imati jednu ili više stijenki, mogu biti
usukane ili ravne = različita svojstva



A - shematski prikaz zamotavanja heksagonskih grafenskih
listova u nanocijevi različitih morfologija:

a) stolica, b) cik-cak c) kiralna;

B - shematski prikaz višestijene nanocijevi

Nanotehnologija

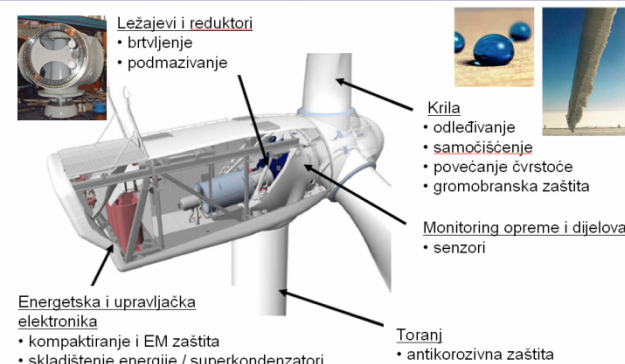
Rukovanje na razini pojedinačnih atoma i molekula,
što omogućava izradu materijala, struktura i uređaja
novih svojstava
veličine ljudske stanice, pristupom “od dna”
(e. from the bottom up).

- cilj: proizvesti materijal / uređaj željenih svojstava



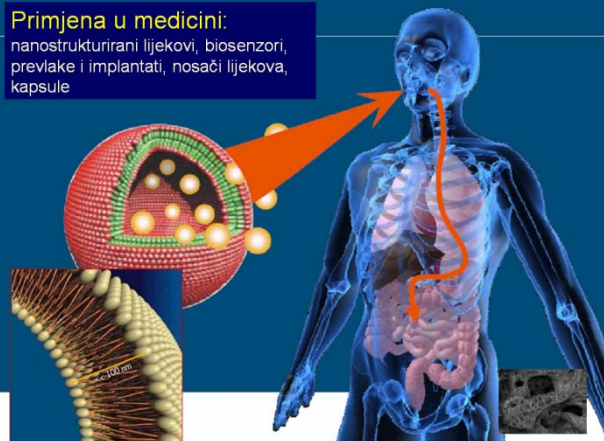
Moguća područja primjene nanotehnologije na vjetroatogregatima

Izvor: Vestas, Končar



Primjena u medicini:

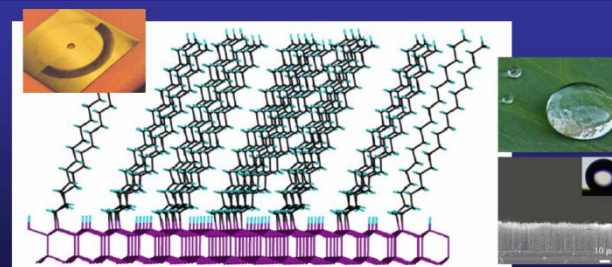
nanostrukturirani lijekovi, biosenzori,
prevlake i implantati, nosači lijekova,
kapsule



Primjena – funkcionalni nanomaterijali:

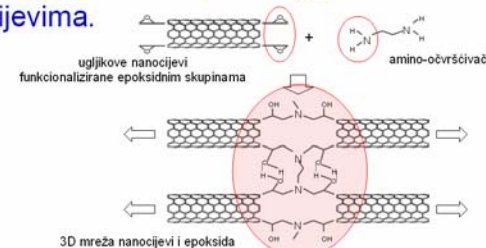
nanokompoziti, nanoprevlake i vlakna;
bolja mehanička, tribološka, korozivna svojstva, lakši, posebna svojstva

Organski monosloj na siliciju
(otpornost prema habanju i koroziji, svojstvo “samo-čišćenja”)



HYBTONITE® Amroy Europe Oy

Nanokompozitni materijal = poliepoksidna
matrica ojačana višestjenim ugljikovim
nanocijevima.



- termodinamička mješljivost i homogenost sustava
postignuta kemijskom vezom između sastavnica preko
funkcionalnih skupina nanocijevi i polimera

KONČAR - Institut za elektrotehniku d.d.

- 50 godina uspješnoga rada i poslovanja: 1961.-2011.

- pripada Grupi KONČAR, jedini vlasnik je holding društvo KONČAR - Elektroindustrija d.d.

Misiju i viziju Instituta predstavljaju neprekidna ulaganja u **primijenjena istraživanja za razvoj novih proizvoda**, stjecanje dodatnih znanja, kao i povećanje produktivnosti uz naglasak na društveno odgovorno poslovanje.

To je jamstvo za jačanje konkurentnosti i kompetentnosti čime Institut u zajedništvu s društvima Grupe KONČAR postaje vodeća tvrtka u razvoju specifičnih proizvoda i opreme primjenom modernih tehnologija, te ispitivanju, dijagnostici, nadzoru i analizi električne opreme i sustava za elektroenergetiku i električna vozila.



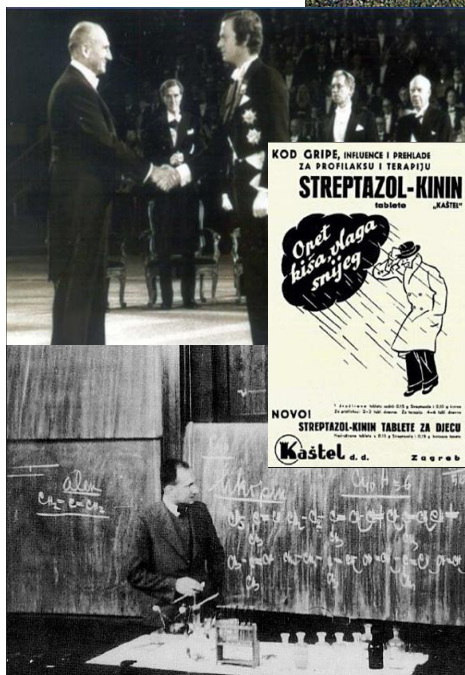
Prikaz dijela razvijenih proizvoda Končar IET;
izvor: Izvješće o društveno odgovornom poslovanju
Instituta, 2010.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

FAKULTET KEMIJSKOG INŽENJERSTVA I TEHNOLOGIJE

HR-10 000 Zagreb, Marulićev trg 19, tel. 4597 281, fax 4597 260, e-adresa: office@fkit.hr

od 1919 ... izvrsnost...interdisciplinarnost...stručnost



Prof. dr. Vladimir Prelog (1906.-1998.)

Nobelova nagrada 1975. za stereokemiju organskih molekula i reakcija

FKIT: katedra organske kemije 1934.-1941.

Prelogova škola organske kemije – Kaštel, Pliva

Prof. dr. Franjo Hanaman (1878.-1941.)

- katedra anorganske kemijske tehnologije

- **postupak dobivanja volframove žarne niti** (& A. Just)

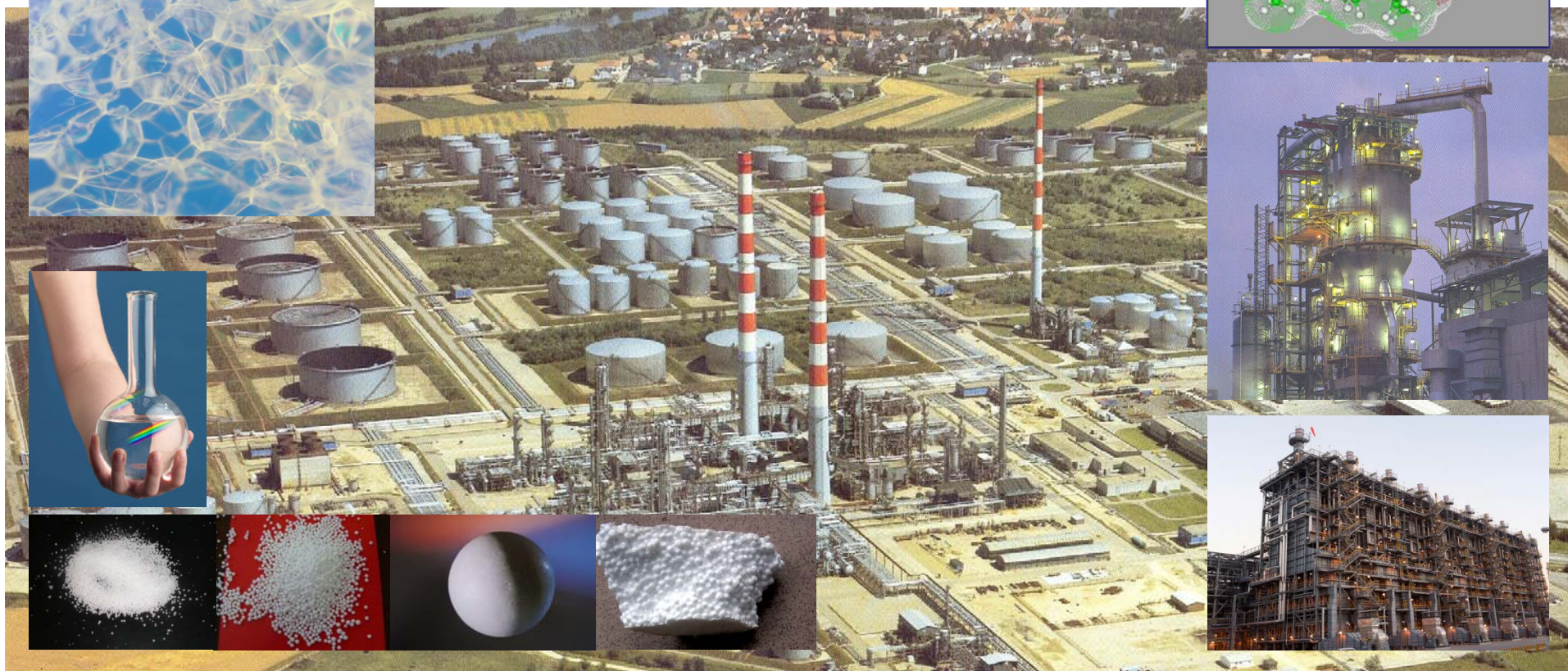
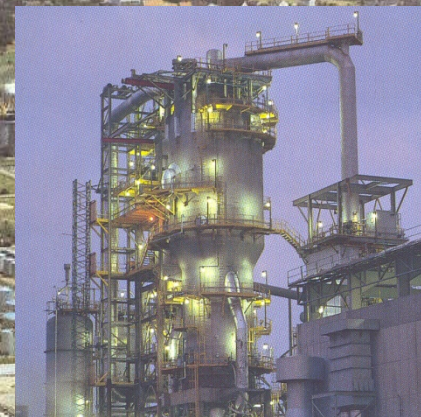
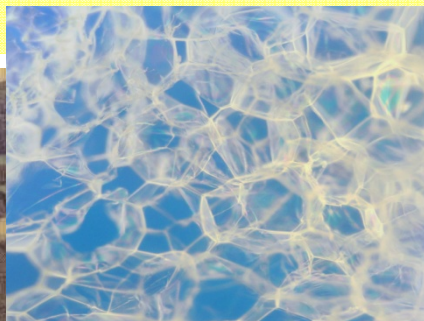
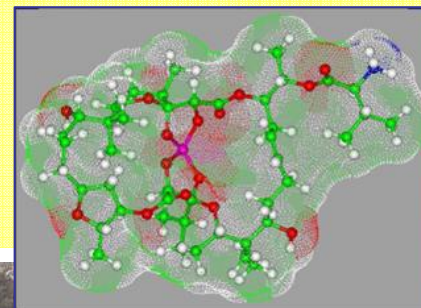


F K I T 2011.

- među vodećim znanstveno-istraživačkim potencijalima na Sveučilištu u Zagrebu
- više od 50 znanstvenih novaka-doktoranada na istraživačkim projektima
- kemijski inženjeri s diplomom Fakulteta glavni su nosioci djelatnosti i razvitka naftno-petrokemijske, anorganske kemijske, farmaceutske i mnogih drugih srodnih industrija

INA, PLIVA, DIOKI, PETROKEMIJA, cementna industrija

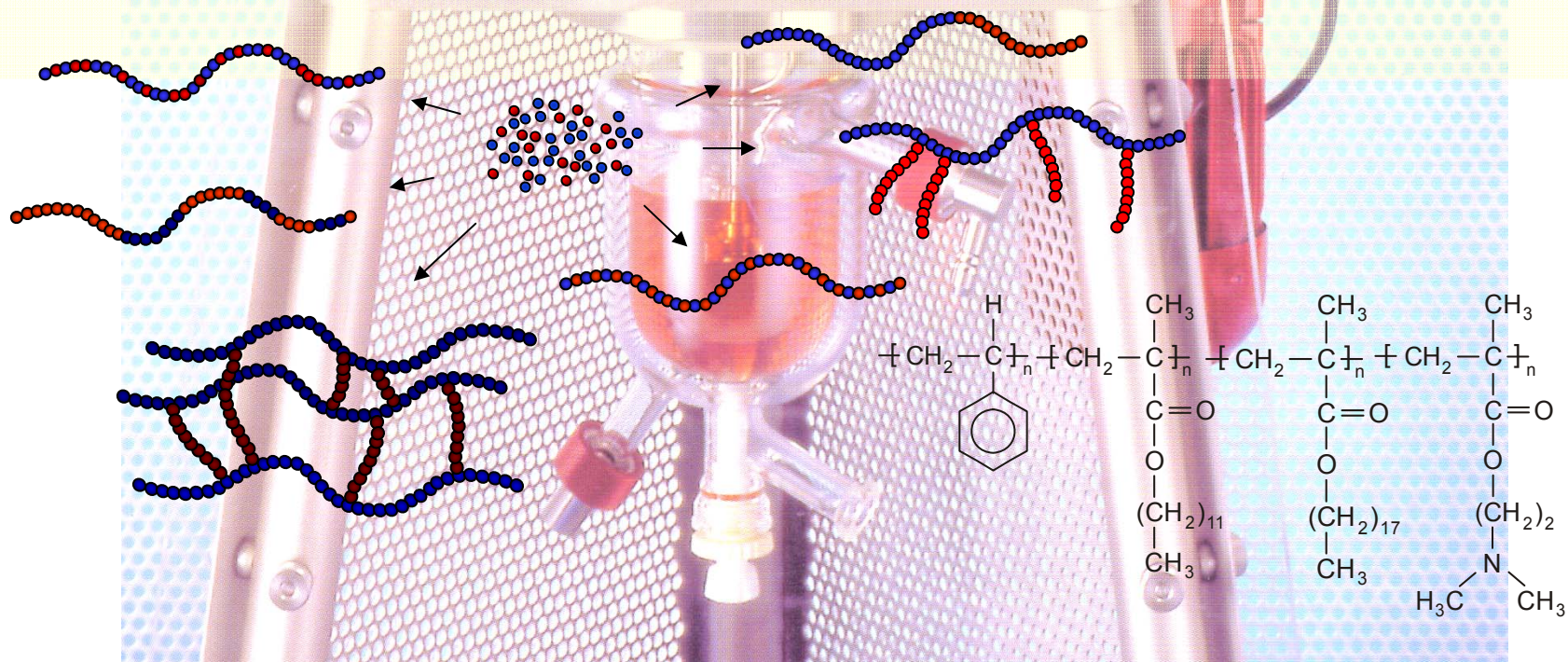
...



Znanstvene aktivnosti predloženih istraživanja:

1. Reakcijsko-procesni dio

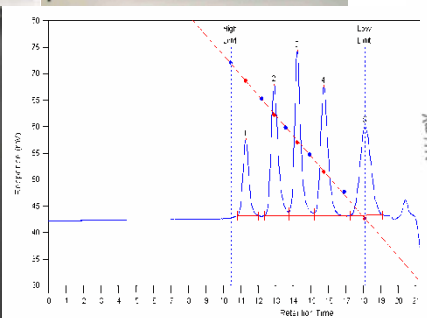
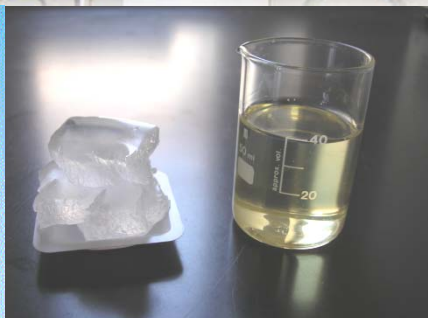
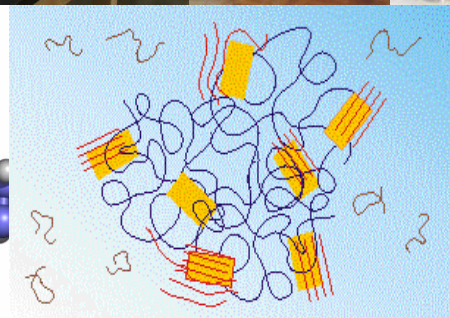
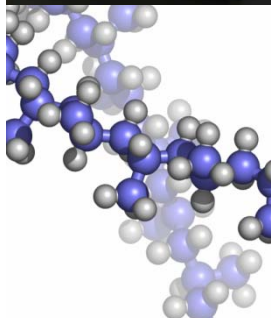
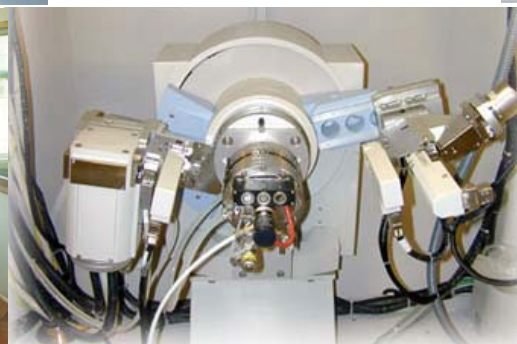
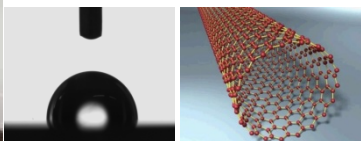
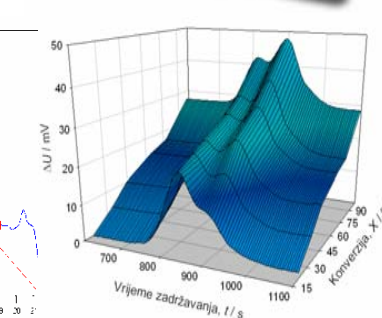
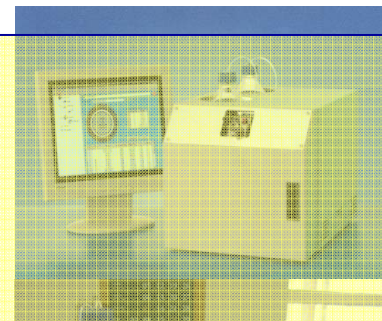
- plan pokusa i eksperimentalne provedbe reakcija kopolimerizacije i pripreve polimernih nanokompozita; *ex situ* i *in situ*
- prema kinetičkim modelima i reakcijskim uvjetima ustanovljenim u okviru znanstvenog projekta (125-1251963-1980, MZOŠ RH):
«Optimiranje svojstava kopolimera u procesima radikalnih polimerizacija»



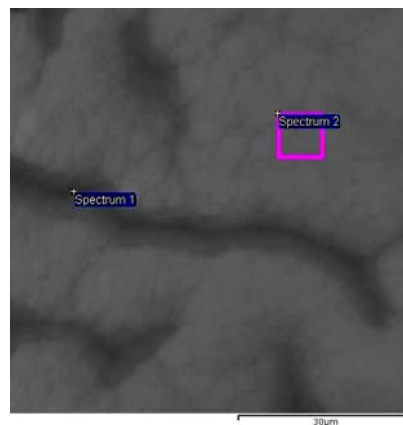
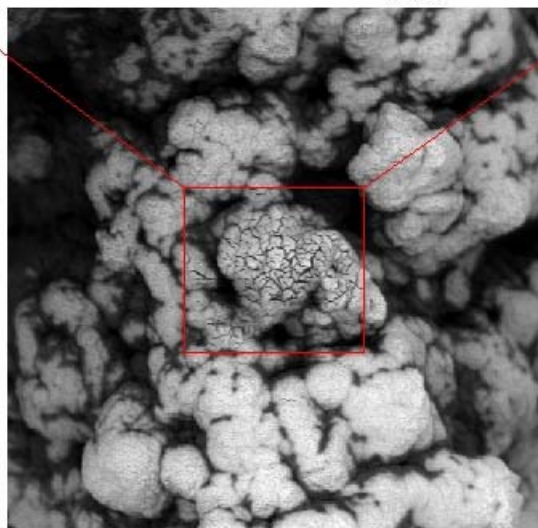
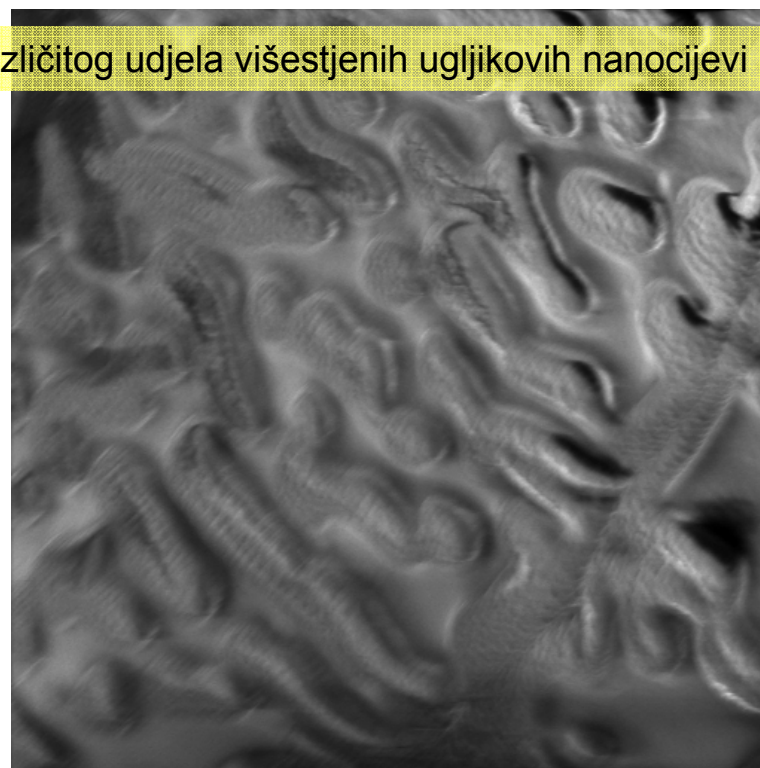
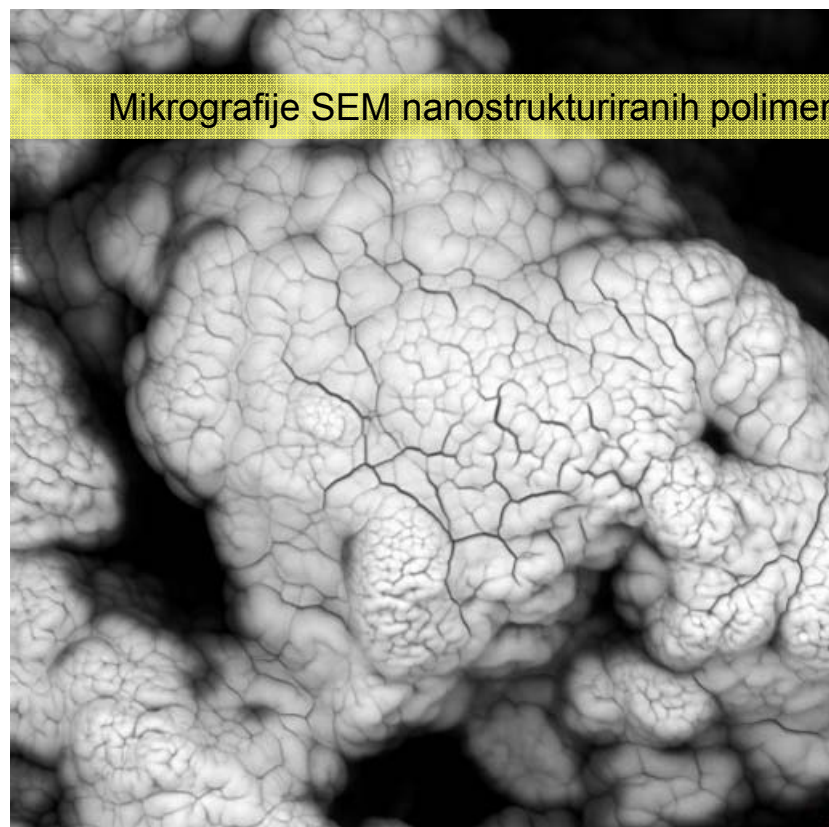
Znanstvene aktivnosti predloženih istraživanja:

2. Fizikalno kemijska karakterizacija sintetiziranih polimernih i kompozitnih produkata

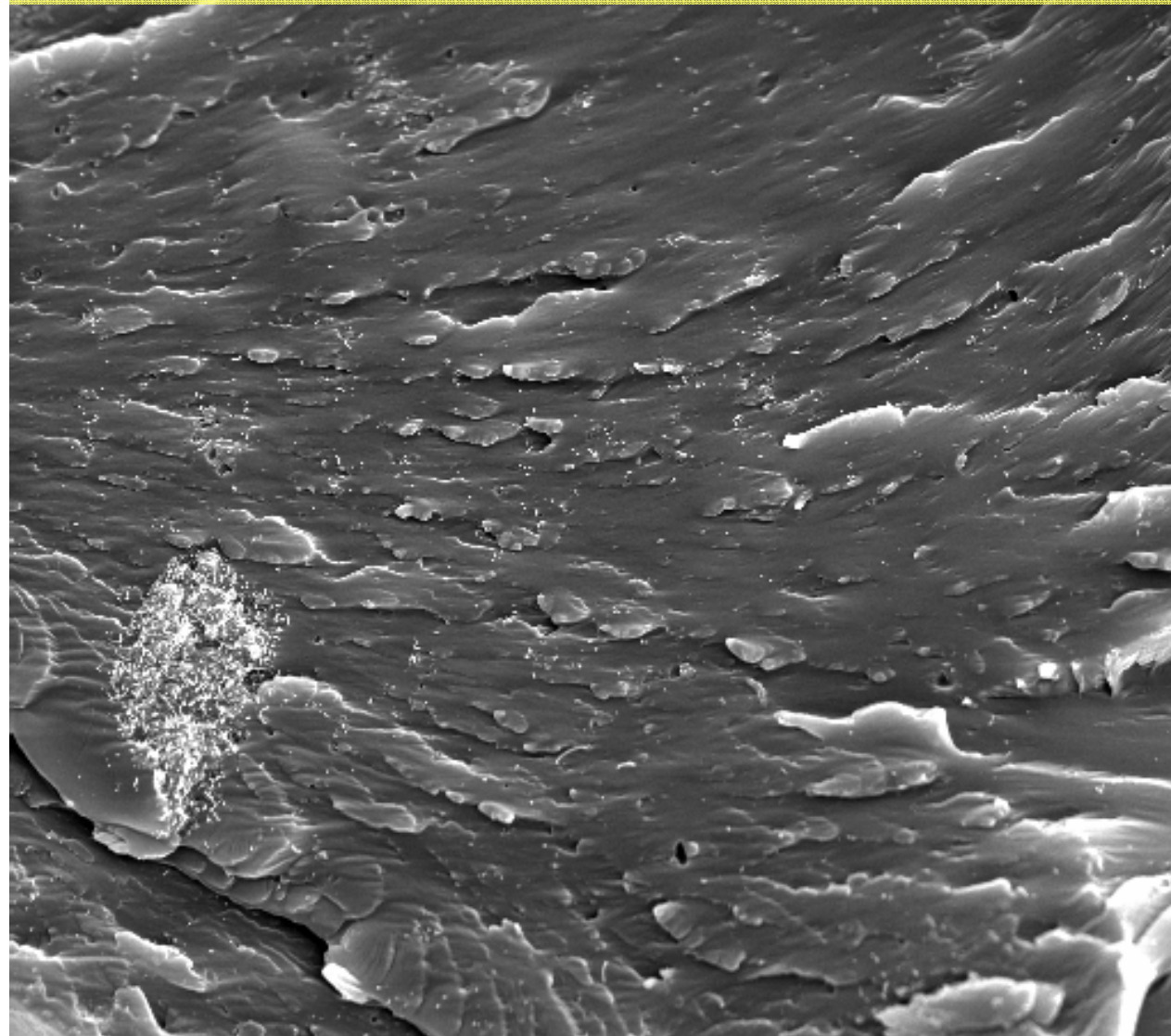
- sastav (NMR, FTIR, XRD), struktura i morfologija (SEC-GPC, SEM, TEM), fazni prijelazi i dinamičko-mehanička svojstva (DSC, DMA), toplinska (TGA), površinska / hidrofbnost (CAM)



Mikrografije SEM nanostrukturiranih polimernih kompozita različitog udjela višestjenih ugljikovih nanocijevi



Mikrografije SEM nanostrukturiranih polimernih kompozita različitog udjela višestjenih ugljikovih nanocijevi



SEM MAG: 1.00 kx
HV: 20.0 kV
Name: M 2 -1

DET: SE Detector
DATE: 07/13/11

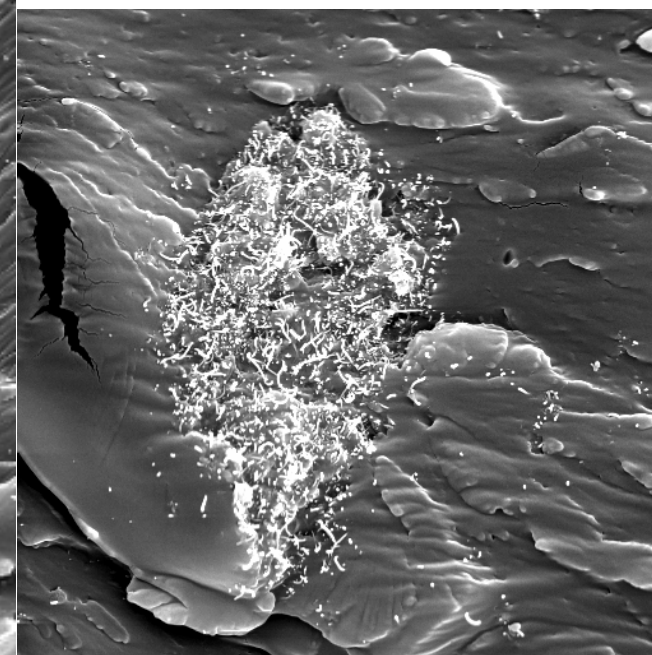
50 μm

Vega ©Tescan

Digital Microscopy Imaging

Faculty of Mechanical Engineering, Zagreb

M 2



SEM MAG: 3.04 kx
HV: 20.0 kV
Name: M 2 -2

DET: SE Detector
DATE: 07/13/11

20 μm

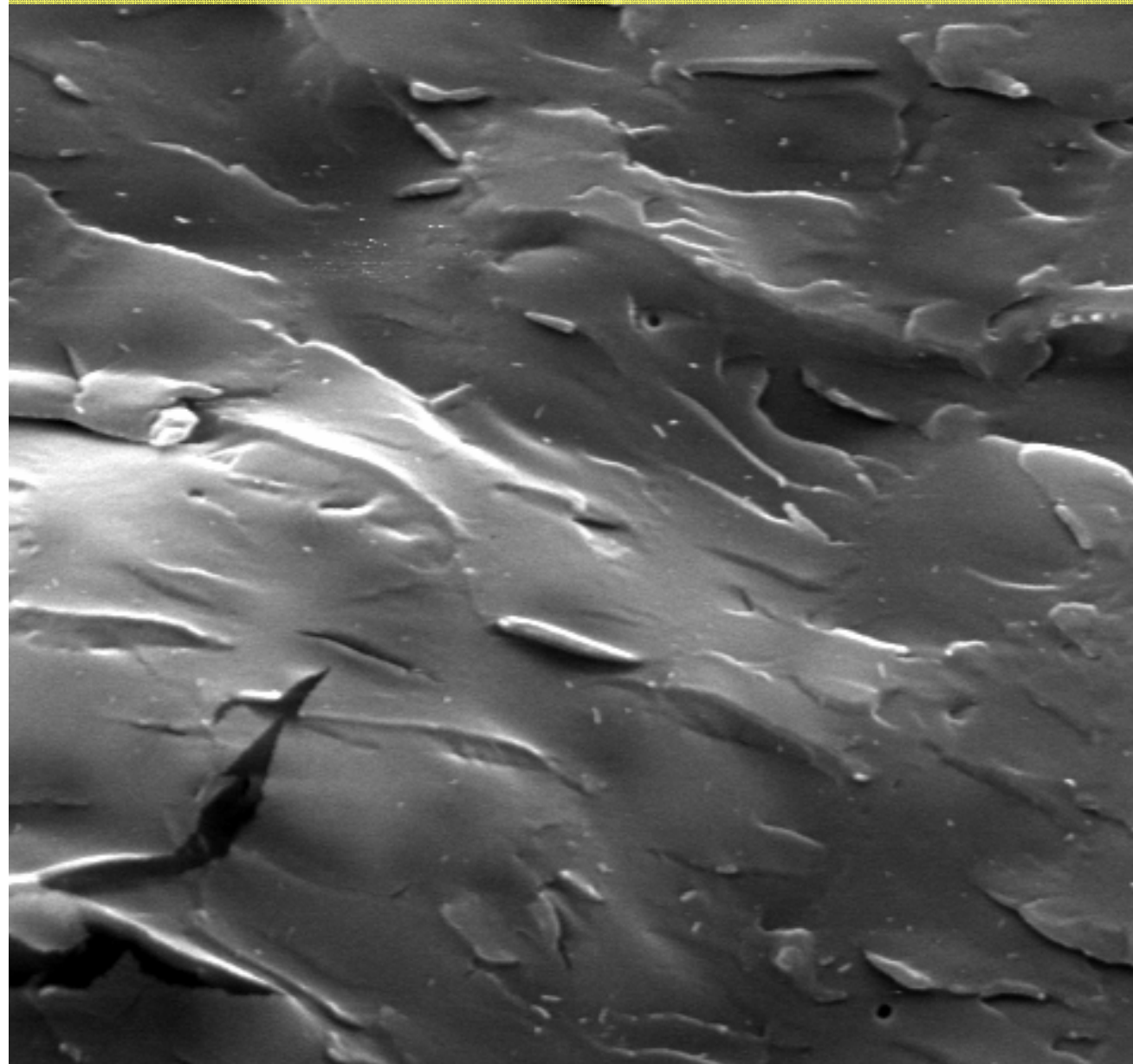
Vega ©Tescan

Digital Microscopy Imaging

Faculty of Mechanical Engineering, Zagreb

M 2

Mikrografije SEM nanostrukturiranih polimernih kompozita različitog udjela višestjenih ugljikovih nanocijevi



SEM MAG: 3.00 kx
HV: 20.0 kV

DET: SE Detector
DATE: 07/15/10

20 um

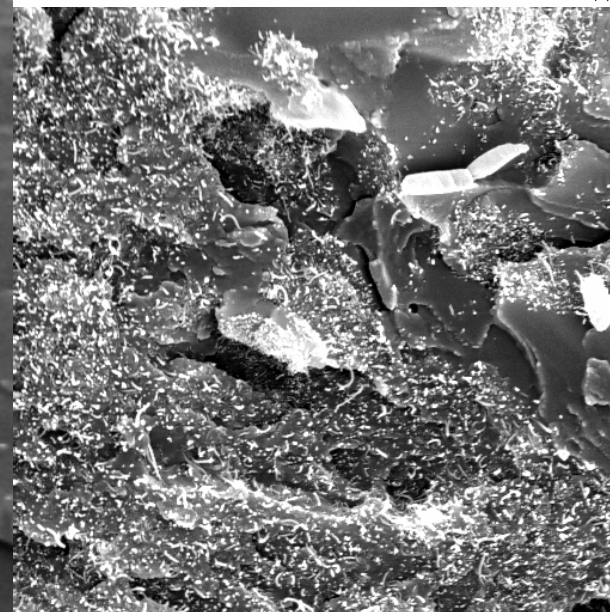
Vega ©Tescan

SEM MAG: 7.03 kx
HV: 20.0 kV
Name: P13-3

DET: SE Detector
DATE: 04/21/11

10 um

Vega ©Tescan
Digital Microscopy Imaging
Faculty of Mechanical Engineering, Zagreb
P13



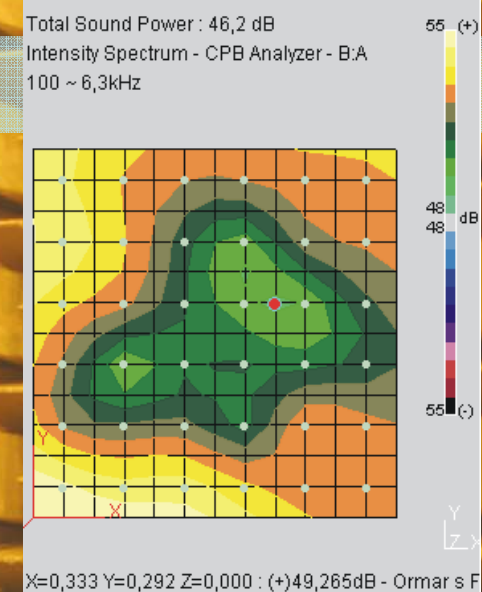
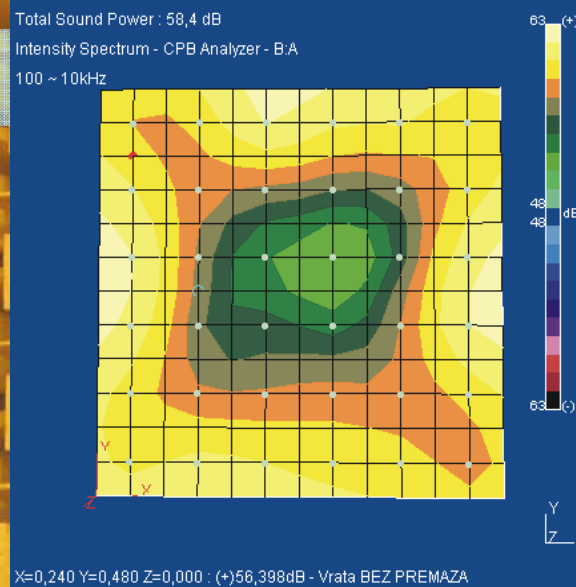
SEM MAG: 3.00 kx
HV: 20.0 kV
Name: P12-4

DET: SE Detector
DATE: 04/21/11

20 um

Vega ©Tescan
Digital Microscopy Imaging
Faculty of Mechanical Engineering, Zagreb
P12

Očekivana primjena



Karte intenziteta zvuka mjerene u gluhoj komori:
bez i s polimernom "NanFun" prevlakom



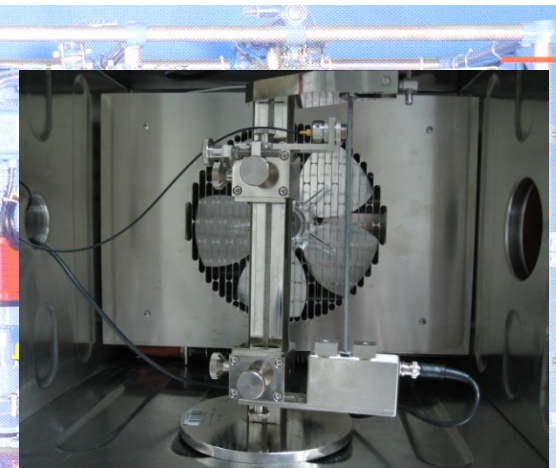
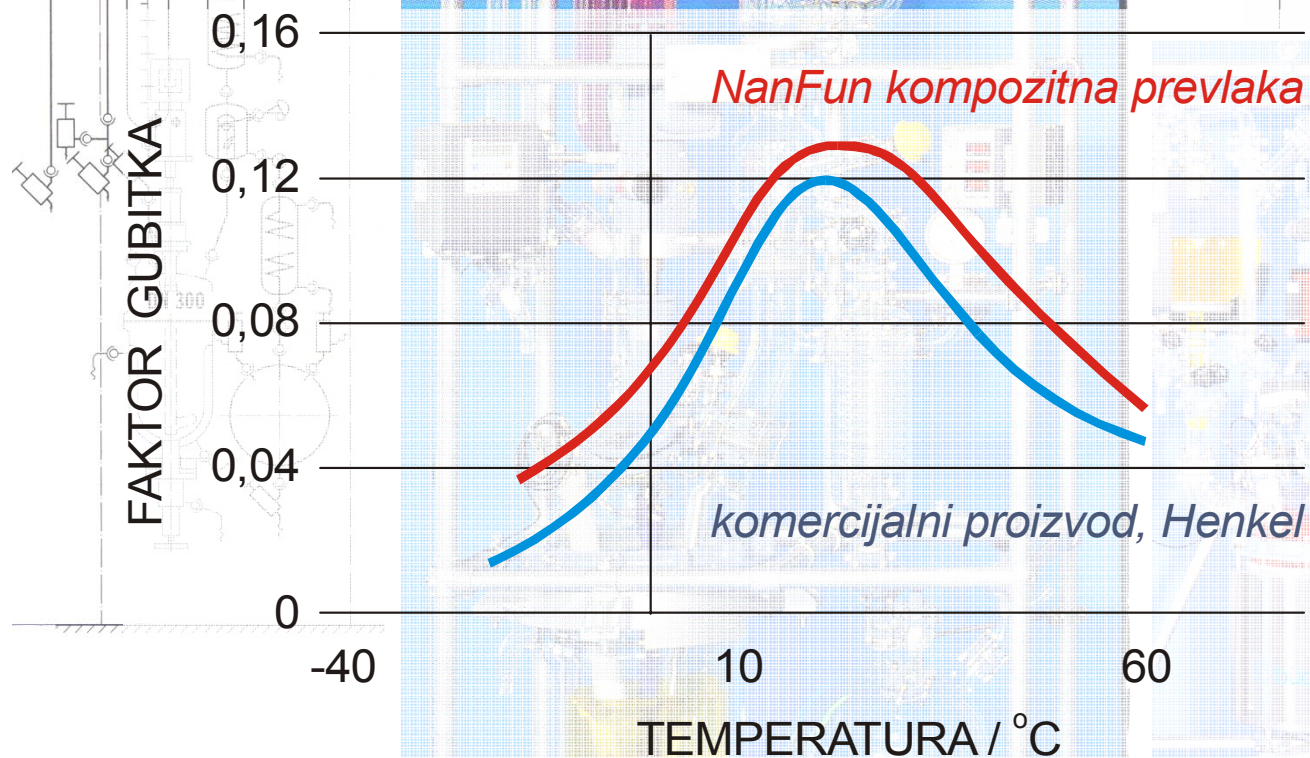
Znanstvene aktivnosti predloženih istraživanja:

3. Optimizacija procesa i svojstva

- matematički opis međuovisnosti:

reakcijsko-procesni uvjeti / sastav i strukturna svojstva / primjenska svojstva.

Sinteza kopolimera i polimernih nanokompozita željenih svojstava prema rezultatima poznatih i razvijenih kinetičkih modela i optimizacijskih postupaka, te provjera uspostavljenih matematičkih korelacija.



Oberstova metoda
DIN 6721

Test svojstava prigušivanja modificiranom dinamičkom mehaničkom analizom prema normi ISO 6721: ovisnost faktora gubitka o temperaturi; debljina prevlake na čeličnom limu, $d \sim 2$ mm.

Z a k l j u č n o ...

Partnerske ustanove uključene u opisani projekt međusobno se izvrsno nadopunjuju.

U postizanju svojih ciljeva, Končar IET je upućen na poznavanje i primjenu kemijskih tehnologija i materijala.

Zahtjevi današnjeg poslovanja nameću nužno poznavanje svih proizvodnih i primijenjivanih područja do njihovih temeljnih osnova, što često premašuje postojeća znanja i resurse pojedinih tvrtki, posebice ako su izvan njihova osnovnog područja.



Stoga se jasno ocrta dobit međusobne suradnje u okviru projekta:

FKIT će Institutu prenijeti potrebna postojeća i znanja koja će se steći u području materijala i kemijske tehnologije, od temeljnog razumijevanja do primjenskih značajki, a Institut će istraživanje usmjeriti prema svome području od interesa pri čemu će znanja koja uključuju primjenske posebnosti i zahtjeve prenijeti FKIT-u.



Općenito, razvojem novih tehnologija došlo je do napretka koji omogućuje analizu i sintezu složenih kemijskih procesa i materijala od molekularne (nano) razine do makrorazine.

Zbog svojega sustavskoga i interdisciplinarnoga pristupa, kemijsko-inženjersko obrazovanje i struka imaju istaknutu ulogu u razvoju znanstvenoga potencijala, unapređenju industrijske proizvodnje, energetike i zaštite okoliša u Hrvatskoj.