

3. RAZVOJNA SKUPINA ZA MATERIALE IN NANOTEHNOLOGIJE

Prispevki članov razvojne skupine

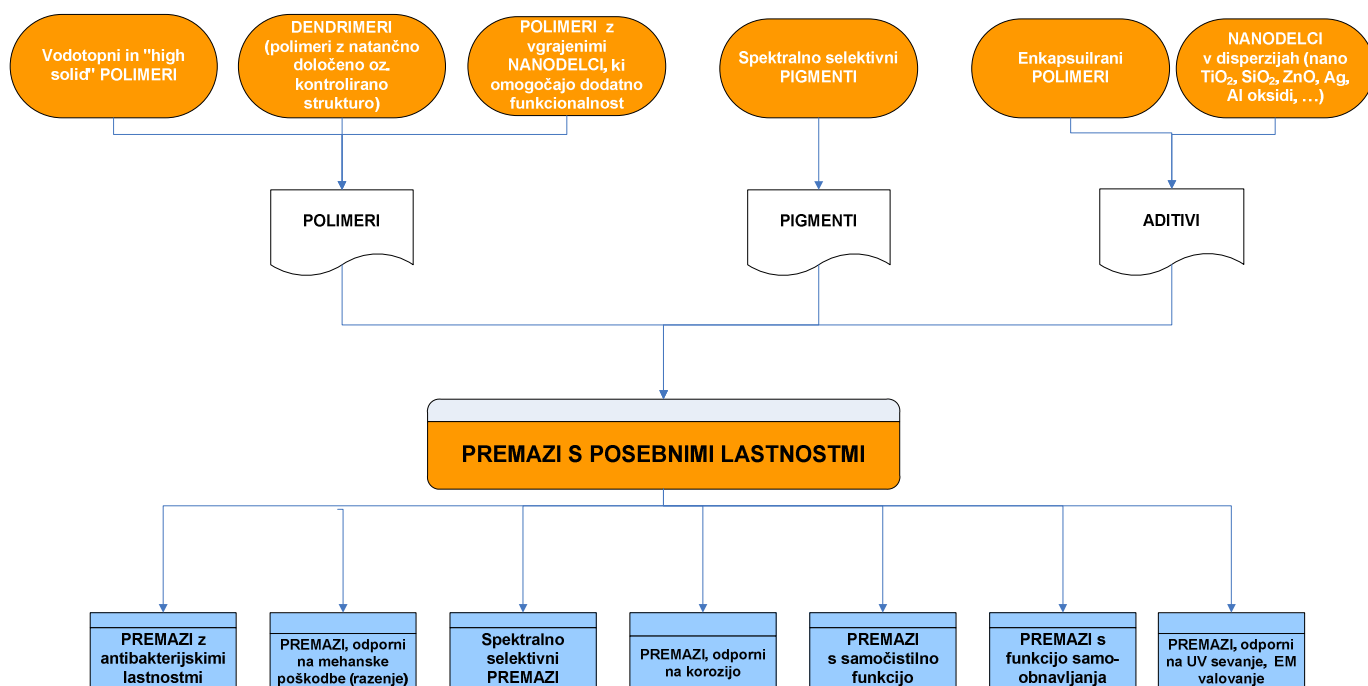


*Materiali so infrastruktura
tehnološko usmerjene družbe*

PREMAZI

dr. Bogdan Znoj

Premazi morajo v današnjem razvojno visokointenzivnem času poleg dekorativnih lastnosti izpolnjevati tudi druge zahteve, ki so vezane na korozijsko zaščito predmetov, dolgoročnejšo kemijsko in mehansko obstojnost, obstojnost na UV žarčenje, energetsko učinkovitost predmetov, okoljsko sprejemljivost in t.i. pametne lastnosti premazov (samočistilna in samo-obnavljajoča funkcija). Za doseganje omenjenih zahtev je potrebno v formulacijah uporabljati visokotehnološko zahtevne materiale ter razvijati nove tehnologije izdelave premazov in njihove aplikacije. Uporabnost različnih vrst visokotehnološko zahtevnih materialov v premaznih sistemih je podana v naslednji shemi in kasnejši obrazložitvi polimerov in premazov s posebnimi lastnostmi:



Polimeri (vodotopni, "high solid", dendrimeri in polimeri z vgrajenimi nanodelci) – polimeri so ena od štirih osnovnih komponent v premazih, ki izrazito vplivajo na kemijske, fizikalne in druge uporabne lastnosti premazov. Evropska okoljska zakonodaja je z izrazitim zmanjšanjem dovoljene vsebnosti organskih hlapnih komponent v premazih vplivala na pospešen razvoj vodotopnih in "high solid" polimerov, ki omogočajo doseganje okoljskih zahtev ter so tudi zdravju prijaznejše. Tehnološko visoke zahteve premazov za posebne aplikacije v avtomobilski in drugih razvojno visoko-intenzivnih industrijah se poskuša doseči z uporabo polimerov s točno določenimi lastnostmi (dendrimeri in polimeri z vgrajenimi nanodelci).

Premazi z antibakterijskimi lastnostmi – za zagotavljanje antibakterijskega delovanja premazov se v zadnjem času uporablja nano ZnO ali nano delci Ag. Premazi se uporabljajo za zaščito bolnišničnih prostorov in v nekaterih izdelkih bele tehnike (pralni stroji, hladilniki).

Premazi, odporni na mehanske poškodbe – odpornost na mehanske poškodbe oz. v največji meri razenje je izrazito zaželeno v predmetih in napravah, ki so

izpostavljeni različnim vrstam abrazije (avtomobilska industrija, industrija komercialnih vozil, zunanji deli bele tehnike, ...). Višjo abrazijsko odpornost premazov lahko dosegamo z višjo površinsko trdoto le tega za kar je mogoče uporabiti nano delce SiO₂ ali Al-oksidov.

Spektralno selektivni premazi (hladni premazi in premazi za sončne kolektorje)

– zaradi visoke porabe energije v razvitem svetu je prišlo do zanimanja za premaze, ki zvišujejo stopnjo energijske varčnosti oz. učinkovitosti posameznih sistemov (spektralno-selektivni premazi). V ta namen se npr. za fasadne premaze že uporabljajo t.i. hladni pigmenti, ki imajo sposobno ne-absorpcije IR dela svetlobe kar vpliva na znižanje temperature pod fasado v poletnih dneh. V nasprotnem primeru želimo za premaze za sončne kolektorje doseči čim višjo stopnjo absorpcije IR svetlobe za doseganje optimalnejše delovanje sončnih kolektorjev kot grelcev vode.

Premazi, odporni na korozijo – z dodatkom na korozijo odpornih nanodelcev (npr. nano ZnO) ali z nanostrukturirano površino premazov je mogoče zaščititi kovinske materiale ter omogočiti bistveno podaljšanje življenske dobe tudi v korozijsko zelo obremenjenih okoljih.

Premazi s samočistilno funkcijo – onesnaženost zraka zaradi povečanega obsega prometa in industrijske proizvodnje vpliva na površinsko onesnaževanje fasadnih premazov, ki sčasoma potemniijo (predvsem svetlejše nianse). Samočistilna funkcija nano TiO₂ v anatasni obliki omogoča premazu razgradnjo organskih komponent na površini premaza in daljšo obstojnost dekorativnega izgleda. Podoben efekt lahko razvijemo s t.i. lotusovim efektom, kjer je potrebno površino premaza zaščititi z nanostrukturnim hidrofobnim delom.

Premazi s funkcijo samoobnavljanja – funkcija samoobnavljanja premazov predstavlja drugi način reševanja odpornosti na razenje. V tem primeru ima premaz sposobnost, da po poškodbi razlije poškodovano površino in jo utrdi. To lahko dosegamo z enkapsuliranimi delci premaza v nanotubah ali nanokroglicah, ki v primeru mehanske poškodbe razlijejo polimerno vezivo s sposobnostjo utrjevanja.

Premazi, odporni na UV sevanje in EM valovanje – nano TiO₂ v rutilni obliki ima sposobnost absorpcije UV žarkov zaradi česar se ga že v veliki meri uporablja v premazih za les in avtomobilskih premazih. Dodatek nano Fe-oksidov v premazih omogoča absorpcijo določenega dela elektromagnetnega valovanja, kar se že uporablja za zaščito pred sevanjem nekaterih naprav (npr. mobilne naprave, ...)

Istočasno z razvojem novih komponent premaza in novih formulacij poteka tudi intenziven razvoj novih tehnologij predobdelave površin, aplikacije premazov in analitskih ter fizikalnih metod:

- Procesi strukturiranja, predobdelave in aplikacije (SCF, sol gel postopek, plasma postopek, UV utrjevanje)
- Fizikalne metode
 - Pospešena testiranja korozijske odpornosti polimerov in premazov (EIS, katodna polarizacija)
 - Testiranje samočistilnega efekta (UV spektrofotometer z aplikacijskimi celicami)
 - Reološka analiza viskozne in elastične komponente polimerov in premazov ter odzivanje na realne aplikacijske pogoje

Tržni potenciali premaznih sistemov za različne aplikacije, ki so koncentrirani v slovenskih podjetjih (skupina HELIOS, JUB, CINKARNA), je zaradi raznolikega spektra lastnosti usmerjen v različna področja uporabe premazov (avtomobilski premazi, premazi za kovino, premazi za les, avtoreparaturni premazi, cestni premazi, dekorativni premazi, premazi za plastiko), ki zahtevajo visok nivo znanja kar se odraža v razvoju izdelkov visoke dodane vrednosti. Intenzivnost raziskav in razvoja sta še dodatno pospešila VOC in REACH zakonodaja, ki znižujeta meje hlapnih organskih komponent in prepovedujeta uporabo potencialno nevarnih snovi ter tako odpirata dodatne razvojne možnosti. Za zagotavljanje visoke razvojne dinamike bo potrebno v prihodnje še bolj intenzivno usmerjati osnovne raziskave v ciljne uporabne lastnosti in povezovanje med R&R inštitucijami ter podjetji te branže. Edini smisel ciljanih raziskav je po našem mnenju intenziviranje tistih osnovnih raziskav, ki bodo temelj prihodnjih tržnih priložnosti (podjetja jih že sedaj zaznavajo na svetovnih tržiščih). V primeru tesnejšega sodelovanja bi imeli v prihodnje tudi veliko večje možnosti razvoja svetovnih inovacij na tem področju ter posledično pomembno konkurenčno prednost naših podjetij in R&R inštitucij.

TEKSTIL

Verica Žlabravec

Tekstil kot material ima trajnostni pomen v pogledu zadovoljevanja človekovih potreb. Pomemben je za zaščito človeka pred mrazom in vročino, za izboljšanje počutja kot modno oblačilo ali dodatek, nenadomestljiv je v bivalnih prostorih človeka, naj si bo doma, na potovanju, v službi ali v hotelu in v zadnjih letih je kot pomemben material za nadomeščanje okoljsko manj sprejemljivih materialov in postopkov za njihovo izdelavo. Tekstil kot material bo obstajal neomejeni čas, kje pa bodo potekali procesi pridelave in predelave pa bo odvisno od globalnih ekonomskih in družbenih razmerij. Vsekakor je za Slovenijo in Evropo izziv v predelavi tekstila za zaščito pred negativnimi vplivi novih tehnologij, pred negativnimi okoljskimi vplivi in za opravljanje nalog v nevarnih okoljih ter za razvoj tekstilij kot nadomestnih materialov okoljsko manj sprejemljivim materialom.

Že danes se tekstilna vlakna kot material uporabljajo v Evropi v deležu 43,5 % za oblačila, za pohištvene tekstilije 33 % in za tehnične tekstilije 23,5 %. V ZDA za oblačila porabijo le še eno tretjino tekstilnih materialov. Izdelava tehničnih tekstilij in njihova umeščenost v porabo pa zahteva visoko vlaganje v razvoj in raziskave tako materialov kot procesov.

Tekstil je pomemben za slovensko gospodarstvo, saj znaša delež zaposlenih v tekstilni in oblačilni industriji 10,2 % zaposlenih v predelovalni dejavnosti Slovenije. Dodane vrednosti ustvari 6,2 %, kar kaže na nadaljnjo nujno vlaganje v R & R & D procese v dejavnosti. Prav takšno težo je tekstilu pripisala Evropa, saj je v Evropski tekstilni tehnološki platformi navedeno, da je Evropska tekstilna in oblačilna industrija vodilna v svetu, kar zadeva uporabo tehnologij, inovacij na področju procesov in proizvodov. V njej je bilo v letu 2006 zaposlenih 2,1 milijonov ljudi in je vodilna v svetu v inovacijah in razvoju tehničnega tekstila.

Potrošnja tekstilij narašča, narašča število različnih uporab tekstilij, pojavljajo se nove potrebe in povpraševanja kar zadeva funkcionalnost, raznovrstnost, natančnost, zanesljivost ter okoljsko prijaznost. Tekstil kot tekstilni izdelki nimajo nadomestila v ostalih materialih za oblačila in notranjo opremo, vse bolj pa bodo v bodočnosti zamenjevali današnje kovinske in plastične materiale, ki se uporabljajo v avtomobilski industriji, v ladjedelništvu, letalstvu, v strojni industriji, elektroniki, na področju elektrotehničnih in medicinskih pripomočkov, v gradbeništvu in kmetijstvu. Zato sta tako evropska kot slovenska tekstilna tehnološka platforma opredelili tri glavna področja razvoja (stebri) in sicer:

1. Novi materiali – to je proizvodnja in uporaba visoko specializiranih multifunkcionalnih vlaken. Tu so pomembne tehnologije, kot so površinska zaščita (npr. premazovanje), mikro inkapsulacija, encimske in plazemske tehnologije, laserske in ultrazvočne obdelave, pršenje in nanotehnologije.
2. Nove uporabe tekstilij v sektorjih kot so promet, gradbeništvo, kmetijstvo, energija, obramba, zdravje in varnost.
3. Od masovne proizvodnje h kustomizaciji, kjer gre za nove organizacijske pristope

Za razvoj tekstilij, kot ga zahtevajo navedeni trije stebri, obstaja tako znanstveni potencial na slovenskih fakultetah, ki se poleg pedagoškega dela ukvarja z raziskovalnim delom, kot kritična masa razvojnega kadra v slovenskih podjetjih s cca 120 registriranimi raziskovalci. S Tekstilno tehnološko platformo pa je zagotovljena tudi organizacija za sodelovanje na raziskovalno razvojnem področju.

Podjetja so kot partnerji vključena v več velikih projektov 7. okvirnega evropskega programa, kot so:

»SurFunCell« – Cellulose surface embedded nanoparticle – composites – possible application, 14 partnerjev iz 7 držav

»NoTeReFiGa« - Novel Temperature Regulating Fibers and Garments, 15 partnerjev iz 10 držav

"AQUAFIT4USE" - Water in Industry, Fit-for-Use Sustainable Water Use in Chemical, Paper, Textile and Food Industry, v projekt je vključenih 34 Evropskih partnerjev, od tega iz Slovenija dva podjetja in tehnološki center

V 2 projektih, kjer kot material nastopa tekstil, je partner Inštitut Jožef Stefan:

MICROFLEX - Microfabrication for Flexible products, sodeluje 16 partnerjev iz 8 držav

INTELLIFAB (*Intelligent fabrics*) - New flexible manufacturing process for intelligent fabrics/textiles/garments, sodeluje 15 partnerjev

PRIORITETNA TEHNOLOŠKO RAZVOJNA PODROČJA

1. Funkcionalizacija tekstilnih vlaken
2. Razvoj tehnologij predelave in obdelave novih materialov
3. Ekologija
4. Napredni tekstilni izdelki s posebnimi svojstvenimi funkcijami
5. Napredne, na tekstilnih vlaknih temelječe tekstilne strukture

Slovenska tekstilna industrija je sposobna prenašati inovacije v svoje procese in vse naštetu ne pomeni, da bomo to izvorno raziskovali in razvijali, temveč bomo med prvimi v raziskavah in razvoju za prenos v industrijo.

PREDNOSTI, ki opravičujejo vlaganje v RR TEKSTILA

- znanstvena baza
- trajnostna raba
- zainteresiranost podjetij za vlaganja v razvoj in nove tehnologije

SLABOSTI, ki onemogočajo hitrejši razvoj:

- slab ugled v družbi za podjetja predelovalne dejavnosti, predvsem tekstila, s tem oteženo pridobivanje vrhunskih kadrov, težji dostop do virov financiranja

PRIPOROČILA: direktno sofinanciranje razvojnih kadrov v industriji – zaposlenih z najmanj VII. stopnjo izobrazbe tehnične smeri, ker le ti omogočajo prenos raziskav v industrijo in vračanje vloženi sredstev. Sedanje projektno financiranje zahteva preveč administriranja.

JEKLO

prof. dr. Vasilij Prešern

1. Trendi oz. perspektivna področja:

Jeklo kot material doživlja nesluten razvoj, ki ga še pred nekaj leti nihče ni znal napovedati niti oceniti. Proizvodnja v svetu bo letos dosegla nov rekord - to je več kot 1,3 milijarde ton.

Razvoj je neverjeten na številnih področjih kot so visokotrdnostna jekla (s trdnostjo nad 1100 N/mm²), nove vrste nerjavnih jekel z neverjetnimi korozijskimi obstojnostmi in možnostjo aplikacije v polarnih razmerah oz. morski vodi – naprave za razsoljevanje, materiali za prevoze utekočinjenega plina, naftne ploščadi,...

Razvoj in poraba orodnih jekel za aplikacije v obdelavi kovinskih materialov, vesoljski, letalski in raketni industriji,... je izredno obsežno, jekla so lažja, z boljšimi mehanskimi, obrabnimi lastnostmi,...

V državah EU se jeklarstvo preusmerja v izdelke z visoko dodano vrednostjo. Tudi razvojna politika v EUROFERju in v Komisiji oz. Direktoratu za raziskave in razvoj gre v smeri podpiranja raziskav samo za izdelke z visoko dodano vrednostjo – le tako se je na daljši rok možno na trgu boriti s cenejšimi proizvajalci jekel predvsem iz Kitajske in Indije.

Kot član SAG (Steel Advisory Group) pri EU komisiji sodelujem pri izbiri in potrjevanju razvojnih projektov s področja jeklarstva. Gre za izrazito usmerjenost v projekte, ki obravnavajo nove tehnologije, ekološke izboljšave, nove izdelke (na podlagi novih znanj o strukturi in lastnostih posebnih jekel) – vedno pa so projekti potrjevani samo s sodelovanjem znanstvenih inštitucij in direktnih uporabnikov oz. koristnikov.

2. Ukrepi za spodbujanje RR

Glavni problem dosedanjega nezadovoljivega prenosa razvojnih in raziskovalnih dosežkov v prakso je na obeh straneh:

- raziskovalci na inštitutih in fakultetah premalo poznajo razvojne trende v svetu, tehnološke možnosti, predvsem pa nimajo informacij o stanju in možnostih na trgu teh materialov,
- v proizvodnih družbah pa se tudi v okviru svojih razvojnih centrov premalo ukvarjajo s pravim razvojem, slabo poznajo raziskovalno opremo na inštitutih in fakultetah, nekako »bojijo« se za svoje znanje,...

Dejstvo zato je, da bodo potrebni obojestranski napor vsaj delno spremeniti navade (ki so običajne tudi v drugih državah EU) – da se za aplikacijo znanstvenih dosežkov v prakso poskuša dobiti državna (evropska sredstva), kar je v velikem nasprotju z ZDA – kjer se poišče firmo, ki potem RR dosežke prične proizvajati oz. tržiti.

KOVINSKI MATERIALI

prof. dr. Monika Jenko

1. trendi in perspektivna področja

Na področju kovinskih materialov v slovenskem prostoru so perspektivna naslednja področja, ki pokrivajo nišna področja na globalni ravni

razvoj novih **konstrukcijskih jekel**, razvoj novih **orodnih jekel** izdelanih po novi tehnologiji, razvoj novih **visokopermeabilnih elektro pločevin**, razvoj **korozijsko obstojnih duplex jekel**, razvoj novih **vzmetnih jekel (ACRONI, METAL, ŠTORE STEEL)**

Razvoj je osnovan na raziskavah modelnih, eksperimentalnih zlitin, na termodinamičnih simulacijah in eksperimentalni verifikaciji, torej na sintezi, vroči in hladni predelavi in karakterizaciji lastnosti: kemijska sestava, mehanske lastnosti, mikrostruktura in karakterizacija površin in mejnih površin. Raziskave potekajo na atomski skali, nano, mikro in makro skali.

Poleg jeka je v slovenskem prostoru zelo pomembna **industrija aluminija (IMPOL, TALUM)**, ki potrebuje podporo institucij znanja. Aluminijeve zlitine pridobljene tako iz čistega aluminija kot iz recikliranega se v velikih količinah uporabljajo tako v avtomobilski industriji kot v transportu pri izdelavi železniških vagonov in koles, v farmacevtski in živilski industriji itd. Za razvoj novih zlitin in novih tehnologij je potrebno osnovno znanje, ki zahteva vrhunski raziskovalni in strokovni kader in tudi vrhunsko raziskovalno infrastrukturo.

v slovenskem prostoru se vse bolj uveljavlja **titan in titanove zlitine (AKRAPOVIČ)**

Poleg klasične metalurgije je v svetu zelo pomembna **visokotehnološka metalurgija** (high –tech) ki obravnava **getrske materiale** in kovinske **materiale za optoelektroniko**, kar zahteva obvladovanje procesov v okolju ultravisokega vakuumu, kar na IMT že izvajamo

Poleg tega so vse bolj pomembne **nanostrukturirane površine kovinskih materialov** , ki se uporabljajo za preprečevanje biološkega nalaganja v morski in sladki vodi kot tudi v zaprtih vodnih sistemih.

Nanostrukturirane površine izdelane z uporabo ionskega snopa vse bolj zamenjujejo zahtevne litografske postopke in se uveljavljajo v nanotehnologijah tudi za izdelavo metastabilnih oziroma **META materialov**.

2. a) obstoječi ključni mehanizmi in ukrepi za spodbujanje RR (primer: razpisi in sofinanciranja, dostop do raziskovalne opreme, povezovanje med industrijo in raz. inštitucijami)

Uspešen mehanizem spodbujanja RR so **Centri odličnosti**, ki pritegnejo raziskovalne inštitute in univerze ter raziskovalce-strokovnjake iz industrije k sodelovanju in obenem omogočajo dostop do vrhunske raziskovalne opreme, ki je bila kupljena tudi s pomočjo EU sredstev strukturnih skladov

Dokaj uspešen je tudi ukrep IMT in ACRONI, da se morajo MR določen čas (do enega leta) usposabljeni v industriji in se podrobno seznaniti s proizvodno tehnologijo na področju iz katerega je tematika njihovega doktorskega dela.

b) opažene ključne pomanjkljivosti/ ovire

sodelovanje raziskovalnih inštitutov z industrijo ni enostavno saj imata obe strani povsem različne poglede na skupni cilj, povečanje dodane vrednosti in izboljšanje standarda zaposlenih. Industrijo ni enostavno prepričati, **da je potrebno investirati v**

temeljne raziskave, saj bodo le tako dobljeni rezultati omogočili prenos znanja v aplikacijo torej v nov izdelek ali novo tehnologijo. Industrija bi nemalokrat hotela rezultate takoj. Takoj in neposredno k dodani vrednosti prispevajo le ukrepi, ki povečajo tehnološko disciplino pri proizvodnji kar omogoča, da se znižajo proizvodni stroški in poveča produktivnost, kar pa je stvar notranje organizacije in ne raziskovalnih inštitutov.

c) predlog sprememb/dopolnitev mehanizmov in ukrepov za spodbujanje RR

Vlada mora postaviti mehanizme, ki bodo vzpodbujali sodelovanje industrije z akademsko sfero tako z raziskovalnimi inštituti kot univerzami.

Razpisi MG in MO morajo vsebovati mehanizme, ki bodo »prisilili« sodelovanje industrije z raziskovalnimi inštituti oziroma univerzo. Tako politiko imajo v Belgiji ko vlada razpiše projekte oziroma investicije za belgijske jeklarne (čeprav so te v lasti indijskega MELTALa) in za Katoliško univerzo Leuven, ki z raziskavami podpira posamezne projekte. Projektov je toliko, da nameravajo ustanoviti raziskovalni inštitut, saj univerza ne zmore takšnih projektov poleg izobraževanja.

MEMS

Janez Škrlec (v sodelovanju s prof. dr. Slavkom Amonom, prof. dr. Janezom Trontljem in doc. dr. Iztokom Krambergerjem)

1) Naziv področja: Novi materiali in postopki mikro/nano elektronike in mikro/nano obdelave, nove mikro/nano strukture, pametni senzorji in aktuatorji (New materials and processes for micro/nano electronics and micro/nano machining, new micro/nano structures, smart sensors and actuators)

2) Pridobljena znanja:

- razumevanje novih naprednih materialov mikro/nano elektronike in mikro/nano obdelave
- razumevanje novih naprednih postopkov mikro/nano elektronike in mikro/nano obdelave
- razumevanje in modeli novih materialov in efektov v mikro/nano svetu
- načrtovanje in izdelava novih naprednih mikro/nano struktur, elementov, vezij, senzorjev in aktuatorjev
- idr.

3) Izdelki:

- mikro/nano elektronski elementi in vezja
- mikro/nano senzorji in aktuatorji
- mikro/nano elektro-mehanski sistemi /MEMS, NEMS/
- mikro/nano fluidni sistemi/chipi
- mikro/nano kemijski reaktorji
- mikro/nano Lab-on-chip
- mikro/nano biosistemi/biochipi (BioMems, BioNEMS)
- mikro/nano fotonika
- mikro/nano izvori energije (fotovoltaične celice, gorivne celice, drugi izvori)
- idr.

Komentar: mikro/nano materiali in izdelki bodo osnova novim generacijam naprav in sistemov v vseh pomembnejših gospodarskih panogah kot je npr. računalniška industrija (novi mikro/nano chipi in spomini..), avtomobilska industrija (že danes v avtu preko 100 senzorjev in aktuatorjev in v stalnem porastu..), medicina (diagnostika, operativa, doziranje..) itd.

4) Dosedanji RR akterji v Sloveniji:

Intenzivno RR delo na področju že več desetletij poteka v različnih dobro opremljenih laboratorijih, npr.:

- LMSE (Laboratorij za mikrosenzorske strukture in elektroniko), FE UL
- LMFE (Laboratorij za mikroelektroniko FE), FE UL
- idr.

5) Uporabniki v Sloveniji:

- avtomobilska industrija: REVOZ, CIMOS
- kemofarmaceutvska industrija: KRKA, LEK
- kemijska industrija: BELINKA, SAVA
- elektrokovinska industrija: HYB, RLS
- medicina: KRKA, LEK, UKC
- vojaška industrija: MORS, NATO
- energetika
- idr.

SENZORJI

Jožef Perne

Senzorske strukture so vedno del nekega širšega sistema, običajno so to mikroelektronska vezja ali mikromehanski sistemi. Novi materiali za senzorje so torej enaki, kot materiali za te strukture.

Lahko pa za najpogostejšo uporabo senzorjev izpostavimo nekatera področja:

Materiali so strukturani na naslednji način:

Področje uporabe sensorja

Vrsta sensorja,

Materiali

Področje ultrazvoka

Ultrazvočni sensorji, ultrazvočni pretvorniki, uporaba v medicini, uporaba za raziskave struktur (gradbeništvo, strojogradnja, ...)

Tanke plasti piezoelektrične keramike, polimeri kot vezivo oziroma matrica

Področje optoelektronike

Optoelektronski sensorji, merjenje razdalj, merjenje gibanja, inercialni sensorji, posnetek 3D oblik, laserji, vlakenski interferometri, polarimetrični sensorji,

Optična vlakna, steklo, polimeri

Področje mikroelektromehanskih sistemov (MEMS)

Senzorji toka, sensorji ostalih električnih in magnetnih veličin, sensorji tlaka, senzorske mikrostrukture, avtomobilska sensorika, temperaturna tipala,

Novi materiali za mikroelektroniko, prevodni polimeri, polimeri kot vezivo, AL oksidna keramika, sintetični oksidni kristali, plemenite kovine, kovinski oksidi, nizko taljivo steklo, magnetni kompoziti, mehkomagnetni materiali(SiFe, NiFe)

Mikroelektronska naročniška vezja (ASIC)

*ASIC z integriranimi sensorji, »inteligentni« sensorji, procesiranje signalov***Novi materiali za mikroelektroniko, prevodni polimeri, plemenite kovine, kovinski oksidi, polimeri,**

Kemični sensorji

Senzorji ki reagirajo s kemijsko reakcijo ali z biokemičnim procesom, sensorji plinov, organski polprevodniki,

Kemijske spojine, reagenti, organski materiali,

GUMA

dr. Ilija Dimitrievski

Opredelitev elastomerov: Elastomeri-„kavčuki“ so podskupina polimernih materialov z značilno visoko elastičnostjo pri temperaturnih pogojih uporabe okolja (-30 do 100 stC). Premreženi elastomeri, poznani pod nazivom „guma“ so najbolj uveljavljena podskupina elastomerov, ki vsebujejo poleg polimerne komponente še polnila, olja, ohranjevala in druge specilane dodatke. Poleg gumenih vulkanizatov med elastomerne materiale štejemo t.i. termoplastične elastomere in mešanice polimerov, ki imajo delno zamreženo fazno strukturo s pomočjo kemijskih vezi ali na fizikalen način z urejeno strukturo.

Uporabnost elastomerov: Viskoelastičnost je tipična lastnost elastomernih materialov, ki se obnašajo kot visoko viskozne kapljevine in elastične snovi hkrati. Zato ima „guma“ izrazite dušilne sposobnosti, odpornost na abrazijo in kemijskih vplivov, tesnilne sposobnosti, vezivne sposobnosti med sloji različnih armatur v kompozitnih izdelkih itd.

Procesne tehnologije elastomerov: Nezamreženi elastomeri – gumene zmesi so visoko viskozne kapljevine, ki za preoblikovanje zahtevajo visok vložek energije. Večji del te energije se med procesi preoblikovanja pretvori v toploto, ki jo lahko koristno izrabimo za ogrevanje materiala do optimalne procesne temperature. Viške sproščene toplote pa moramo odvajati. Tipične procesne tehnologije so; mešanje gumenih zmesi, kalandriranje v plošče in večslojne kompozitne izdelke, ekstrudiranje raznih profilov, injekcijsko brizganje v kalupih z izvedbo premreženja-vulkanizacije, stiskanje v različnih orodjih in končna vulkanizacija. Pri termoplastičnih elastomerih uporabljamo podobne procesne tehnologije kot pri temoplastih, le da je oprema prilagojena za višje viskoznosti, ki so pri elastomerih za red velikosti višji. Elastomerne produkte lahko procesiramo tudi po RIM-Reaction Injection molding tehnologijah, kjer izhajamo iz predpolimerov in komponent z nižjo molekulsko maso z nižjimi viskoznosti reakcijskih kapljev. Elastomerne kapljevine imajo izrazit ne-Newtonovski značaj tečenja in nelinearno temperaturno odvisnost viskoznosti od procesnih pogojev. Od tod izvira kompleksnost obvladovanja procesnih pogojev, ki jih matematično težko opišemo. Zato potrebujemo nova spoznanja in procesne metode.

Elastomerni kompoziti: Elastomerni materiali sami po sebi nimajo velike konstrukcijske trdnosti za obremenitve, katerim so izpostavljeni izdelki. Tem pogojem pa zadostimo v vgradnjo armatur; profili, žice, tkanine, niti, vlaknine in aktivna polnila. Z vgradnjo armatur pa napetostno deformacijski opis izdelka postane zelo kompleksen, celo za najsodobnejša orodja in modele. Optimizacija konstrukcije izdelkov pa je eno od najbolj vročih razvojno - raziskovalnih področij. Elastomerni nanokompoziti in nanotehnologije postajajo zelo pomembni razvoju pasivnih elementov, senzorjev in komutatorjev za različna področja uporabe v bližnji bodočnosti.

Uporabna področja elastomernih izdelkov: Elastomerni izdelki so danes nepogrešljiv sestavni del na področju transportnih sredstev v kopenskem, morskem in zračnem prometu. Gradbeništvo je drugi pomemben segment uporabe elastomernih kompozitov za tesnenje, izolacije, dušenje vibracij in drugih funkcij. Močno se razvijata področji izdelkov za zaščito okolja in zdravja.

Kadri in potrebna znanja za področje: Kadri so ključni pogoj za bodoči razvoj področja. Ti že sedaj se morajo usposabljeni izrazito interdisciplinarno. Znanja s področij sinteze, karakterizacije in predelovalnih procesov elastomerov ter

mehatronike in informacijskih znanosti je potrebno integrirati in nadgraditi na višji ravni. Sava in širše Slovenija potrebuje take strokovne profile, ki bodo znali izrabiti zadnje dosežke na področju elastomernih materialov za razvoj produktov v visoko dodani vrednostjo. V zasnovi imamo pripravljen koncept izobraževanja na ravni II. bolonjske stopnje, vendar bi moral dobiti šišo družbeno podporo. Razpolagamo z opremo in osnovnim mentorskim potencialom. Imamo projektne izkušnje za timsko projektno usposabljanje v obliki Akademija Sava.

POLIMERI

prof. dr. Majda Žigon

20. stoletje je znano kot 'stoletje polimerov'. V začetku 20. stoletja so bili polimeri ceneji materiali za široko potrošnjo, danes pa so osnova za napredne materiale z visoko dodano vrednostjo na vseh področjih človekovega delovanja.

Globalno je usmeritev razvoja področja polimernih materialov reševanje aktualnih najbolj perečih družbenih problemov, npr. klimatske spremembe ali zaščita okolja, intenzivno pa se nadaljuje razvoj polimernih materialov za nove inovativne izdelke za specifična področja uporabe: npr. mikroelektronika, nanoelektronika in optoelektronika, senzorika, shranjevanje energije (ionsko prevodne membrane), fotovoltaika (polimerne sončne celice, barvno selektivni premazi), farmacija (nosilci za zdravilne učinkovine, cepiva ali gene), medicina (reagenti za NMR slikanje, stabilizacija nanodelcev ipd.), regenerativna medicina (tkivno inženirstvo, nadomestni deli organov, biomimetični materiali), nanoporozni nosilci (katalizatorji, separacijske tehnike, nosilci reagentov ipd.), informacijske tehnologije, modifikacija anorganskih nanodelcev, polimerni kompoziti in nanokompoziti z močno izboljšanimi ali novimi lastnostmi, itd. Za nadaljnji napredek področja kot celote je ključen razvoj osnovnega znanja, saj le njegova implementacija v aplikativnih in industrijskih raziskavah vodi do inovativnih rešitev. Pri tem je pomemben multidisciplinaren pristop, sodelovanje raziskovalnih inštitucij in industrije ter mednarodno sodelovanje.

Aktivnosti na posameznih področjih potekajo vzporedno in se med seboj dopolnjujejo. Za pripravo polimerov z natančno definirano velikostjo, sestavo, strukturo, arhitekturo in funkcionalnostjo poteka intenziven razvoj postopkov sinteze polimerov, ki omogočajo boljši nadzor nad lastnostmi in okolju prijaznejših postopkov sinteze. Molekularne simulacije in modeliranje se vključujejo v vsa področja polimerne znanosti. Za prenos osnovnih znanj v industrijsko prakso je pomemben razvoj novih tehnologij, podprt z raziskavami na področju kemijskega inženirstva, reologije, polimerne fizike ipd. Pri tem postaja vse pomembnejša vloga uporabe obnovljivih virov in izrabe odpadkov na način, ki ne obremenjuje okolja in omogoča nemoteno kroženje snovi v naravnih materialnih tokokrogih.

Tako kot za svet je tudi za Slovenijo pomemben razvoj osnovnega znanja v navezavi z razvojnimi programi slovenske polimerne industrije. Žal je to področje v Sloveniji kadrovsko podhranjeno in bi ga bilo treba nujno okrepiti. Kot je bilo razvidno iz letošnjih panelnih predstavitev raziskovalnih programov, delujeta na tem področju le dve programski skupini, medtem ko se drugi raziskovalci porazgubijo v večjih skupinah.

Aktivnosti so oz. bodo fokusirane na naslednja področja:

2. Nanotehnologija: nanokompoziti z bistveno izboljšanimi lastnostmi za uporabo na raznovrstnih področjih, kot so npr. konstrukcijski materiali, veziva, embalaža, ipd. Ker so rezultati na tem področju zelo vzpodbudni, bo vanj vključena velika večina slovenske polimerne industrije.
3. Elektroprevodni polimerni materiali (a) ionsko prevodne polimerne membrane za gorivne celice (Domel, Železniki); (b) električno prevodni in polprevodni polimeri za senzorje, antikorozijske premaze, baterije in druge aplikacije.

4. Funkcionalni polimeri za biomedicinske namene oz. za zdravje: biorazgradljivi polimeri kot nosilci za nadzorovano sproščanje učinkovin, biorazgradljivi polimeri za tkivno inženirstvo, biološko kompatibilni polimeri za implantate, itd. Vključena je predvsem farmacevtska industrija.
5. Polimeri z visoko poroznostjo za separacijske procese, nosilce katalizatorjev, membrane, termoizolacijo, itd.
6. Funkcionalni polimeri za trajnostno uporabo: (a) polimeri na osnovi lesne biomase in drugih obnovljivih virov, (b) biorazgradljivi polimeri iz naravnih monomerov, (c) uporaba reciklatov.
7. Napredni materiali z izboljšanimi lastnostmi za uporabo na raznovrstnih področjih: polimerno-anorganski kompoziti s polnili različnih oblik in dimenzij, polimerna veziva, itd.

Sodelovanje z gospodarstvom

Dobrodošli so sistemski ukrepi, ki pogojujejo sodelovanje raziskovalnih skupin in gospodarstva pri razvojnih projektih (kot npr. ESRR). Sistemsko jej treba stimulirati (in pogojevati pri razpisih) vlaganje gospodarstva v lastni razvoj in kadre.

Centri odličnosti so se izkazali kot učinkovita oblika medsebojnega sodelovanja. Ker je področje polimerov pri prvih tovrstnih razpisih ostalo praznih rok, je treba pregledati možnosti in podpreti ustanovitev centra odličnosti za polimerne materiale.

Kadrovsko podhranjenost je treba reševati z ustreznimi študijskimi programi, sredstvi za kvalitetno eksperimentalno delo in namenskim štipendiranjem. Zaželeno bi bilo (so)financiranje predavanj priznanih tujih profesorjev, ki bi bili vključeni v pedagoški proces. Omogočiti bi bilo treba boljše prostorske pogoje dela.

PRISPEVEK ZA RAZPRAVO

prof. dr. Jože Vižintin

Znanje o materialih in še posebej dobro poznavanje lastnosti materialov sta ključna pogoja za razvoj novih ali izboljšanje starih na trgu že uveljavljenih proizvodov. Zaloge naravnih energetske in še posebej surovinskih virov se zmanjšujejo. Potrebno je razmišljati kako te vire ohranjati oziroma nadomeščati z novimi. Eden od možnih odgovorov so nanotehnologije, ki naj bi prinesle večji volumski in konstrukcijski izkoristek proizvodov. Vendar je po mnenju velikega števila raziskovalcev za razvoj nanotehnologij potrebno predhodno temeljno znanje o materialih in njihovih lastnosti.

Večji volumski izkoristek materiala pomeni, da je material sposoben na enoto volumna prenesti veliko večje mehanske in toplotne obremenitve brez, da bi pri tem utrpel mehansko, obrabno in korozijsko degradacijo strukture ali kontaktne površine. Konstrukcijski izkoristek pa pomeni, da na enoto prenešene moči proizvoda uporabimo veliko manj materiala in posredno tudi manj energije. Proizvod je za opravljanje enake funkcije po velikosti veliko manjši od obstoječega.

Slovenija je glede naravnih virov siromašna država. Večino osnovnih surovin in energentov uvažamo. Zato je razmišljanje o proizvodih, ki imajo večji volumski in konstrukcijski izkoristek lahko pomemben dejavnik za dvig konkurenčnosti slovenskega gospodarstva. Tu se nam odpira kar več vprašanj! Prvo vprašanje je ali smo dovolj močni za lasten razvoj izdelkov ali bomo prevzemali vlogo prvega, drugega ali tretjega razvojnega partnerja v sodelovanju s tujimi partnerji oziroma ali bomo pristali na vlogo zgolj dobavitelja delov tujemu partnerju. To so strateška vprašanja razvoja države oziroma ključnih industrijskih subjektov. Za razvoj znanja oziroma znanosti, inovativnosti in konkurenčnosti je odgovor na ta vprašanja ključnega pomena.

S stališča 3 razvojne skupine bi morali odgovoriti na vprašanje kateri materiali in kateri proizvodi so tisti na katerih je potrebno delati, da bi lahko bistveno izboljšali oba izkoristka? Na to vprašanje je v najprej težko odgovoriti še težje pa je sprejeti končno odločitev brez temeljnega razmisleka o strateških razvojnih odločitvah na nivoju države. Dokler teh odločitev nimamo se bo zelo težko opredeliti za en ali drugi segment raziskav in razvoja na področju materialov in nanotehnologij.

Eden od predlogov za razpravo o nadaljnjem delu bi bil lahko ta, da bi se v okviru skupine opredeliti za delo v okviru dveh tipov projektov.

A. Strateški projekti, ki bi zajemali;

- dolgoročno bazično raziskovalno delo na relevantnih področjih in v skladu s cilji multi-industrijskih projektov,
- projekte bi predlagali raziskovalci iz posameznih programskih skupin. Vrednost projektov bi bila do 20% celotnega obsega raziskav. Projekte bi v celoti finansirala država v okviru programskih skupin.

b. Multi-industrijski projekti, ki bi sledili naslednjim ciljem;

- vzpostavitev intenzivnega sodelovanja med industrijskimi in raziskovalnimi partnerji,
- projekte bi predlagali izključno industrijski partnerji kot;

- a. multi-disciplinarne projekte, ki bi se navezovali na izsledke bazičnih raziskav in bi bili skupni za več industrijskih partnerjev
- b. specifične projekte, ki bi bili vezani izključno na enega industrijskega partnerja in v skladu z njegovimi cilji

Vrednost multi-industrijskih projektov bi bila 80% celotnega obsega raziskav, financiranje pa kombinirano, država, podjetja in raziskovalne institucije. Podjetja, ki bi se vključila v predlagani sistem bi prispevala 50% delež sredstev od tega 50% v denarju in 50% delež v uslugah. Raziskovalne institucije bi imele dve možni obliki sodelovanja v teh projektih. Sodelovanje v obliki izvedbe raziskav, za katere bi bila institucija plačana ali pa kot krovni raziskovalni partner (scientific core partner), ki bi v projekt prispeval 5-10 % delež svojih sredstev v obliki dela in uporabe opreme. Prednost druge oblike bi bila v tem, da bi lahko krovni raziskovalni partner sodeloval pri odločanju o raziskovalnih ciljih, nabavi raziskovalne opreme in predvsem o koriščenju pridobljenega znanja in rezultatov. Uporaba rezultatov bi bila odvisna od višine vložka posameznega partnerja v projekt. Vloga raziskovalnih partnerjev bi bila poleg sodelovanja na projektih še zagotavljanje infrastrukturnih pogojev in vodenje podiplomskih študentov.

Vsi zainteresirani partnerji bi podpisali pismo o nameri z navedbo predvidenega vložka v projekt. Po uspešni evalvaciji projekta pa bi partnerji podpisali bilateralne pogodbe.

Cilji takega sodelovanja bi bili:

- nacionalno in internacionalno sodelovanje raziskovalnih in industrijskih partnerjev
 - vsebinska določitev projektov s strani industrijskih partnerjev in s tem opredelitev industrijskih področji, ki zahtevajo interdisciplinarno znanje za izboljšanje ali razvoj njihovih proizvodov

Prednosti partnerjev pri takem sodelovanju:

- dolgoročno zagotovljeno financiranje za izboljšanje, razvoj in poglobitev sodelovanja med podjetji in raziskovalnimi institucijami
 - interdisciplinarno delo
 - učinkovita uporaba razpoložljive raziskovalne opreme, infrastrukture ter raziskovalcev
- mednarodno sodelovanje

Načini za prenos znanja:

- projektni sestanki
 - pisna poročila o delu
- projektne delavnice
- intenzivna izmenjava raziskovalcev med partnerji
- skupne učne delavnice za industrijske projekte
- veliko število skupnih publikacij v relevantnih revijah

Področja, ki so trenutno trend na področju Tribologije in tehnologije površin in v okviru katerih bi se lahko vključil Center za tribologijo in tehnično diagnostiko so naslednja:

- mehanske, kemične, in termične lastnosti površin za oblikovanje inteligentnih tribo-sistemov in aplikacija le teh,

- oblikovanje funkcionalnih naprednih površin, ki lahko tvorijo lastne mazalne filme
- nano-analize površin in pod-površinskih slojev ter fizikalno kemijske reakcije na površinah
- interdisciplinarno modeliranje površin in simulacije
- razvoj novih maziv in nano-mazalnih filmov
- micro-nanotribologija-tribologija micro sistemov.

PRISPEVEK ZA RAZPRAVO

dr. Tomaž Kos

1. Uvod:

Moj prispevek za razpravo je osnovan na splošni ugotovitvi prvega sestanka skupine, da so bazične raziskave nujne in da potrebujemo interakcijo/sodelovanje med industrijo ter inštitucijami znanja. V celoti se strinjam z dr. Bregarjem, da je naloga skupine poleg določitve prioriternih področij razvoja ter razvojnega potenciala tudi predlog glede organiziranosti ter načina izvajanja teh razvojnih tematik. Poskusil se bom tudi držati njegove strukture. Moje razmišljanje se opira tudi na gradivo »Tehnološka perdvidevanja in slovenske razvojne prioritete« iz marca leta 2008), katerega »povzetek« smo lahko prebrali v Financah dne 18. julija 2008 na strani 19 (v članku »Zakaj Slovenija potrebuje inženirje« avtorja Marka Kosa).

2. Trendi/Perspektivna področja

V svojem pregledu stanja ter trendih se bom omejil na področje elastomernih materialov (pogosto se uporablja kar izraz „guma“), kajti to je področje na katerem delujem.

Splošen trend na področju elastomerov je poskus uvajanja **TPE** (termoplastičnih elastomerov) na čimveč področij uporabe. V splošnem imajo sicer ti materiali določene slabše lastnosti kot klasični premreženi elastomeri (npr. naravna guma, CR, itd.), imajo pa veliko prednost v procesiranju. Ker mreža v TPE materialih ni kovalentne narave odpade dodatna stopnja vulkanizacije po izdelavi izdelka, kar pomeni enostavnejšo (in posledično veliko večjo) produktivnost. Že kar nekaj let poteka dejansko boj med obema vrstama elastomernih materialov; pričakovati je nadaljevanje razvoja obeh materialov ter dinamično ravnovesje v uporabi obeh materialov (pač glede na določene kriterije/parametre).

Drug splošen trend je poglobljanje znanja na področju materialov. Pojavlja se splošen trend „**nanomaterialov**“. To na področju elastomerov pomeni, da se na eni strani uporabljajo nova polnila oziroma materiali, katerih delčki so nanovelikosti, na drugi strani pa gre za spoznavanje in izboljševanje lastnosti materialov s polnili, ki so sicer že zelo dolgo v uporabi v gumarstvu, toda z boljšim poznavanjem in kontrolo stukture teh klasičnih polnil se izboljšujejo tudi končne (makroskopske) lastnosti materialov. Ne smemo pozabiti, da sta dve klasične polnili v gumarstvu - saje in silika – dejansko nanomateriala. V prihodnje se lahko pričakuje znaten razvoj na tem področju. Obetati si je boljše kontrolo lastnosti materialov oziroma tudi njihovo izboljšanje. Eventuelno se bodo pojavili tudi elastomerni materiali s čisto novimi lastnostmi.

Tretji splošni trend pa je na področju procesiranja materialov. **Procesiranje** je namreč izredno tesno povezano z elastomernimi materiali, z njihovo proizvodnjo in razvojem. V procesu priprave elastomernega materiala (kavčukove zmesi), je procesiranje namreč ključnega pomena. Z vmešavanjem posameznih komponent (npr.: elastomer, polnila, vulk. sistem) se namreč tvori zmes. Ta parameter je po eni strani pomemben z vidika kakovosti, z razvojem nanomaterialov pa bo tudi poznavanje procesa (torej tvorbe nanostrukture v materialu) postalo ključen parameter na področju elastomernih materialov.

3. Ključni mehanizmi/pomankljivosti/predlogi

Treba je povedati, da je interes za razvoj na vseh treh področjih za našo gumarsko industrijo zelo velik. Kljub temu pa je interes za to področje s strani inštitucij znanja (univerze, inštituti) majhen. Dejansko edine bazične raziskave potekajo v podjetjih oziroma v skupnih projektih z inštitucijami znanja. Posledica takšnega stanja je tudi pomanjkanje ustreznih izobraženih kadrov. Tisto kar v tem trenutku povezuje industrijo ter inštitucije znanja so razpisi s strani države za skupne R&R projekte (razvojni projekti in programi, strukturni skladi).

Če želimo spremeniti situacijo je po mojem mnenju potrebno zagotoviti naslednje robne pogoje:

a) potrebno je zagotoviti **pogoje tako za bazične kot tudi za aplikativne raziskave**. Tukaj je najprej potreben dogovor katere bazične raziskave lahko podpremo/razvijamo. Seveda je smiselno, da se podpre bazične raziskave na univerzi/inštitutih od katerih ima korist tudi industrija, verjetno pa je potrebno poskrbeti tudi, da se raziskave ne omejijo le na ta področja (ker obstaja nevarnost, da se zaide v preveliko specializacijo in izgubimo stik s trendi v svetovni znanosti). Tu je verjetno edino smiselni konsenz znotraj raziskovalne sfere glede deleža posameznih raziskav, ki ga potem podpre tako država kot tudi industrija (določili bi takoimenovana ključna področja raziskav). Financiranje na teh področjih bi potekalo prek posebnih sredstev, ki bi bila dodeljena raziskovalnim skupinam za nekaj let (brez posebne papirologije).

b) Iz študije »Tehnološka predvidevanja in slovenske razvojne prioritete – II« (stran 74-81) sledi, da imamo na področju naprednih materialov znatne investicije, ki obetajo veliko rast v tej panogi. Po drugi strani pa je nevarnost, da zaradi pomanjkanja kadra te investicije ne bodo v polni meri izkoriščene.

Študija tudi navaja, da glede na nizko stopnjo vlaganja v R&R ter število raziskovalcev ni razloga, da bi ta dejavnost (napredni materiali) začela dohitevati avstrijsko. Nadalnje se omenja, da je razmerje med bazičnimi raziskovalci (inštitucije znanja) v primerjavi z aplikativnimi v industriji preveliko. Glede na število raziskovalcev se predlaga maksimalno 10 integriranih projektov z 50-80 raziskovalci. Povzetek te študije je jasen - brez korenitih sprememb stanja v Sloveniji ne bomo mogli spremeniti. Kot ključno je postavljeno vprašanje **kadrov**.

Če razmišljamo kratkoročno potem je jasno da je potrebno najti način kako rešiti diskrepanco med velikim številom »bazičnih« raziskovalcev ter majhnim številom aplikativnih v industriji. Zelo preprost odgovor je seveda transfer raziskovalcev iz univerz v industrijo. Seveda pa zadeva na tako preprost način ni rešljiva (tudi če pozabimo na vse pravne in formalne omejitve takšnega prenosa). Dejansko je potrebno najti način kako povezati raziskovalce na univerzah/inštitutih s tistimi v industriji. Že sedaj obstajajo kontakti na osebni ravni, prav tako obstajajo kontakti prek skupnih projektov (to je potrebno pohvaliti). Potrebno pa je **ustvariti močne skupne interese**. Raziskovalci na univerzi imajo svoje cilje (grobo rečeno študenti ter članki), raziskovalci v industriji pa svoje (grobo rečeno novi produkti). Dejansko skupna prizadevanja, stiki, delo med raziskovalci z univerze, in industrijo ni v zadostni meri podprto oziroma ovrednoteno. Tukaj leti kritika predvsem na sistem, ki takšnega povezovanja (razen skupnih projektov) ne podpira dovolj.

Predlagam nekaj radikalnih načinov za doseganje boljšega sodelovanja med inštitucijami znanja ter industrijo (za spodbujanje diskusije):

- letno se organizirajo predstavitve dela raziskovalcev na univerzi/inštitutih (ocena dela posameznih oddelkov s strani industrije služi kot kriterij za dodeljevanje sredstev tem oddelkom).

- Spremeni se vrednotenje člankov ter patentov. Evropski oziroma ameriški patenti dobijo veliko večja veljavo, posebno če je ta patent prijavljen skupaj z industrijo. Ta tem temlju bi bile potem podeljena posebna sredstva za raziskovalne skupine (dobile bi status takomenovaih »elitnih skupin«).

- postavijo se posebni razpisi za izmenjavo raziskovalcev med industrijo ter univerzo (za določen čas) za potrebe izobraževanja oziroma določenih raziskovalnih projektov (financirani s strani države). Ker gre le za transfer oseb za določen čas so stroški relativno nizki, učinek pa velik.

Verjetno je še kar nekaj takšnih prijemov, ki bi omogočili z minimalnimi spremembami strukture doseči velike efekte. Pri tem se je potrebno zelo zavedati (in izogniti) nevarnosti, da bi raziskovalci na univerzi delali na vsakodnevnih problemih in težavah industrije.

c) Prepričan sem, da boljše sodelovanja med industrijo ter inštitucijami znanja pomeni tudi boljši izobraževalni sistem (relevantne vsebine), kar posledično pomeni tudi bolje izobražen kader. Veliko se trenutno dogaja v Sloveniji na področju **novih študijskih programov** in to se mi zdi zelo dobrodošlo. Pri tem pa je potrebno zagotoviti tudi kakovost teh programov.

d) **Dolgoročneje** razmišljanje glede **kadrov** pa nas postavi pred nove izzive. Jasno je, da Slovenija potrebuje večje število strokovnjakov (in to dobrih strokovnjakov). Če spustimo možnost uvoza strokovnjakov iz tujine in se osredotočimo na lastne kadre, je jasno da je potrebno na številu študentov (ki pa se verjetno tudi ne bo spreminjal) doseči večjo stopnjo interesa za naravoslovne študije. Trenutno ne vidim načina kako to v realnosti popraviti, ker je realna vrednost naravoslovnih poklicev v družbi izrazito nizka (tako po ugledu kot tudi po plači).

Radikalna sprememba na tem področju, bi bila uvedba sistema štipendiranja le za naravoslovne predmete (ali pa boljših štipendij) - pač po irskem zgledu.

Izzivi v Nanoznanosti in nanotehnologiji v Sloveniji.

Majhne reči z veliko prihodnostjo

Prof.dr. Dragan Mihailović

Nanotehnologija je tehnologija razvoja in uporabe naprav velikosti le nekaj nanometrov. Za gradnike uporablja posamezne molekule in atome in iz njih gradi večje sklope. Gre za polje uporabne znanosti, ki pokriva zelo širok tematski sklop. Področje je zato izrazito interdisciplinarne narave, saj združuje različna področja naravoslovja in tehnike, od fizike in znanosti o materialih, do kemije, biokemije in elektronike.

Pri razvoju in raziskavah novih nanomaterialov gre predvsem za razvoj in raziskave novih funkcionalnosti, ki se izražajo na nanometrski skali. Nanomateriali se uporabljajo na področjih vse od medicine, do elektronike. Posebej pomembne uporabe so v kompozitih in premazih, pri novih senzorjih in v medicini. Pri vseh je značilna visoka dodana vrednost proizvodov, ki temeljijo na nanotehnoloških komponentah.

Pri nanoznanosti in nanotehnologiji je še zelo značilno, da so temeljne raziskave pogosto takoj uporabne. Kot primer, raziskave lastnosti nanožic na področju kvantnih fizike vodijo k izboljšanju prevodnih lastnosti, kar se takoj prevede v večjo prevodnost kompozitov, slednji pa imajo celo vrsto aplikacij. Podoben primer so temeljne raziskave tvorbe nanomicel, ki vodijo k izboljšani sintezi nanodelcev, kar je neposredno uporabno vseh psovod. Nemogoče si je zamisliti napredka nanotehnologije brez velikega vložka v temeljne raziskave. Le te je potrebno seveda podpreti z aplikativnimi raziskavami in nadaljevanje v razvoj izdelkov preko spodbujanja spin-off podjetij in drugih mehanizmov spodbujanja prenosa znanja v konkretne proizvode.

Raziskave na področju nanoznanosti in nanotehnologije (NiN) zdaj potekajo že na večini vrhunskih raziskovalnih ustanov. Po

obsegu izstopata **Inštitut Jožef Stefan** in **Kemijski inštitut**, vendar veliko aktivnosti



na tem področju opazamo tudi na **Univerzi v Ljubljani, Mariboru** in tudi v **Novi Gorici** ter v manjših inštitutih kot sta **Inštitut za nove materiale** in **Inštitut Nantotesla**.

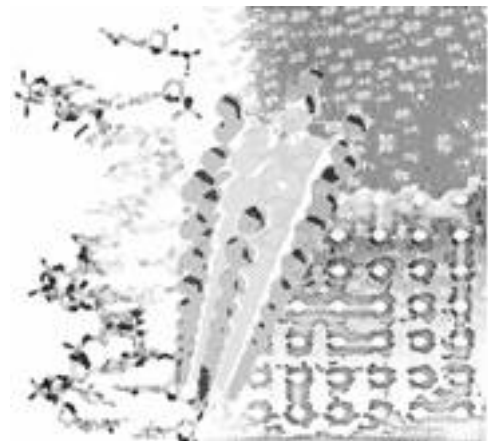
Posebej je potrebno poudariti ustanovitev vrhunskega podiplomskega študija na področju NiN na **Mednarodni podiplomski šoli Jožefa Štefana** leta 2004, pri kateri je sodelovalo veliko število slovenskih podjetij. Študij je posebej prilagojen multidisciplinarnem pristopu, ki ga zahteva področje NiN. Hkrati pa omogoča specializiran pristop k učenju, ki ga potrebuje industrija. Relativno velik interes študentov za to področje kaže na svetovno relevantnost področja.

Aktivnost slovenskih raziskovalcev v preteklem obdobju je na področju nanoznanosti in nanotehnologije razvidna iz podatkov študije evropske komisije, ki je bila leta 2003 Slovenijo uvrstila na 7. mestu v svetu po številu objav na področju NiN na prebivalca. Hkrati so področja, ki jih NiN vključuje ravno tako zelo uspešna v svetovnem merilu.

Izzivi za bližnjo prihodnost.

V zadnjem času beležimo velik izpad financiranja na področju nanoznanosti in nanotehnologije, kar je posledica realne stagnacije financiranja celotnega področja znanosti in tehnologije v Sloveniji nasploh v zadnjih nekaj letih. To je posebej opazno pri opremi, kjer že močno zaostajamo za konkurenco na področjih, kjer smo še nedavno bili konkurenčni. Ob tem tudi beležimo nadaljnji padec dodane vrednosti industrijskih proizvodov, kar kaže, da se njihova tehnološka raven niža. Še najbolj zaskrbljujoče pa je dejstvo, da sta **znanost in tehnologija vedno manj prisotni kot vrednoti** med mladimi kadri. Ta trend je v direktnem nasprotju s politično deklariranim ciljem pretvorbe v družbo, kjer se dodana vrednost ustvarja z znanjem.

NiN vidimo kot eno od ključnih področij, s katerim lahko Slovenija prične zaustavljati negativne industrijske trende povezane z vidnim povečevanjem tehnološke zaostalosti v primerjavi z vedno bolj resno konkurenco. Iz novih znanj in tehnologij na področju NiN, ki jih bomo pridobili z večjim vlaganjem si obetamo dvig tehnološke ravni proizvodov v koraku z razvojem sorodnih področjih v drugih državah po svetu. Za pričetek uresničevanja omenjenih ciljev je potrebno vložiti sredstva v



nov Nanotehnološki center v okviru Centra za Nove Tehnologije IJS, ter bistveno spremeniti politiko vlaganja v področja naravoslovja in nanoznanosti, ter s tem zagotoviti razvoj novih tehnologij za prihodnji tehnološki razvoj slovenske industrije.

V Sloveniji je interes za nanomateriale še posebej izrazit in tudi interes podjetij zanje je zelo dobro oblikovan, kar je razvidno iz velikega števila udeleženih podjetij (več kot 20) v **Centru Odličnosti za Nanoznanosti in Nanotehnologije**. Zato so različne oblike sodelovanja med inštitucijami znanja in industrijo v okviru CO-NiN skrbno negovane ter zelo spodbujene.

Mednarodna dimenzija

Na področju NiN so slovenski znanstveniki zelo trdno vpeti v 5., 6. in 7. Okvirni program EU, kjer je do zdaj bilo izvedeno, oz. se izvaja **42 različnih evropskih projektov**. Projekti pokrivajo zelo širok spekter dejavnosti od novih nanomaterialov do nanosenzojev in problema varnosti.

Projekt iz nanotehnologije je bil tudi izbran kot **primer dobre prakse** financiran iz evropskega sklada za regionalni razvoj. Kot tak je bil prijavljen na tekmovanje Regio-Stars 2009, ki ga organizira evropska komisija. Projekt je pritegnil veliko število interesentov in se je že nadgrajuje v obliki infrastrukturnega centra za Nanolitografijo z novo opremo.

Obširnejše informacije o nanotehnologiji na IJS in Centru odličnosti NiN, podiplomskem študiju iz nanoznanosti in nanotehnologije se dostopne na naslovih :

Nanotechnology.ijs.si
NiN.ijs.si
MPS.ijs.si
www.ijs.si