

## ZNANSTVENO VIJEĆE ZA TEHNOLOŠKI RAZVOJ

### PREPORUKE TEMELJENE NA RASPRAVI INOVATIVNOST, ISTRAŽIVAČKO SVEUČILIŠTE I PODUZEĆE ZASNOVANO NA ZNANJU

Temeljem dokumenata *Deklaracija o znanju* i *Hrvatska temeljena na znanju i primjeni znanja* Hrvatske akademije znanosti i umjetnosti Znanstveno vijeće za tehnološki razvoj je dana 6. prosinca 2007. godine održalo raspravu pod nazivom ***Inovativnost, istraživačko sveučilište i poduzeće zasnovano na znanju.***

Vijeće je raspravu zasnovalo na sljedećim postavkama iz dokumenta *Hrvatska temeljena na znanju i primjeni znanja*:

<navod>

- Znanje je postalo glavna proizvodna snaga u ljudskom društvu i glavni uvjet uspješnosti.
- Hrvatska treba znanjem unaprijediti tehnološki razvitak i time spriječiti produbljanje njezine sadašnje tehnološke zaostalosti.
- U razvoju obrazovanja težište treba prvenstveno biti na poboljšanju kvalitete nastave i na adekvatnijim sadržajima.
- U znanstvenom radu prva i trajna zadaća je poboljšanje kvalitete i primjena svjetskih kriterija vrednovanja.
- Težište treba biti na primjeni znanja.
- Treba se usmjeriti prema uvođenju i učvršćenju vladavine prava bez koje nema razvijenog društva.

<kraj navoda>

U raspravi je istaknuto da se znanje u praktičnom smislu može smatrati mješavinom iskustva, izgrađenog sustava vrijednosti, kontekstnih informacija i ekspertnog uvida. U pojedinim se sredinama taj korpus znanja pohranjuje u obliku sistematiziranih dokumenata, ali je prepoznatljiv i u organizacijskim procedurama, procesima, praktičnim rutinskim djelovanjima i nekim *de facto* normama. Upotrebno se znanje najčešće vrednuje sposobnošću korisnog djelovanja u specifičnom okruženju. Znanje omogućuje stvaranje novih proizvoda i usluga, povećanje proizvodnosti te donošenje kvalitetnih poslovnih odluka.

U raspravi su sudjelovali članovi Hrvatske akademije znanosti i umjetnosti, istaknuti pojedinci sa sveučilišta, iz gospodarstva i Hrvatskog instituta za tehnologiju

***Na temelju te rasprave Znanstveno vijeće za tehnološki razvoj Hrvatske akademije znanosti i umjetnosti utvrdilo je dokument pod istim naslovom koji se sastoji od osam preporuka.***

***Dokument je razmatrao i usvojio Razred za tehničke znanosti a podržalo ga je i Predsjedništvo Hrvatske akademije znanosti i umjetnosti na svojoj sjednici dana 30. travnja 2008. godine.***

## **PREPORUKE**

### Preporuka 1.

#### ***Oblici istraživačkog stvaralaštva i njihovo vrednovanje*** <sup>[1]</sup>

Ministarstvo znanosti, obrazovanja i športa, putem Nacionalnog vijeća za znanost i Područnog znanstvenog vijeća za tehničke znanosti, treba razraditi i usvojiti nove kriterije za cjelovitije vrednovanje istraživačkog prinosa znanstvenika i nastavnika u području tehničkih znanosti koji uključuju sljedeće sastavnice istraživačkog stvaralaštva:

- (a) Stvaranje novih ideja,
- (b) Stvaranje i prijenos novih znanja,
- (c) Stvaranje novih procesa, proizvoda i usluga,
- (d) Stvaranje i poticanje novog poduzetništva.

Za sve te četiri sastavnice istraživanja treba utvrditi mjerljive parametre i na uravnoteženi ih način uključiti u uvjete napredovanja u znanstveno-nastavnim i znanstvenim zvanjima. Za poticanje inovativnosti, osim vrednovanja novih ideja, jednako je važno vrednovati sve ostale komponente istraživačkog stvaralaštva.

### Preporuka 2.

#### ***Uvažavanje raznolikosti istraživanja*** <sup>[1]</sup>

Ministarstvo znanosti, obrazovanja i športa, u suradnji s drugim ministarstvima, agencijama i državnim tijelima nadležnim za primjenu znanosti i tehnologije, treba znanstvene programe i projekte, tehnologijske projekte i druge oblike projekata usmjeravati na sve četiri sastavnice istraživačkog stvaralaštva: (a) Stvaranje novih ideja, (b) Stvaranje i prijenos novih znanja, (c) Stvaranje novih procesa, proizvoda i usluga, (d) Stvaranje i poticanje novog poduzetništva.

Pri odobravanju, praćenju i ocjenjivanju projekata nužno je prepoznati sastavnice koje pojedini projekt zahvaća te kriterije vrednovanja i financiranja uskladiti s njihovom društvenom i gospodarskom korisnošću.

### Preporuka 3.

#### ***Strateška usmjerenost sveučilišta na inovativnost*** <sup>[2]</sup>

Sveučilišta trebaju pojačati svoju društvenu i gospodarsku ulogu i u skladu s tim strateški se usmjeriti, uz znanost i obrazovanje, i na inovativnost čime će snažnije utjecati na gospodarski razvitak. Pritom su nužni čvršći partnerski odnosi s gospodarstvom i poslovnom zajednicom.

Tijekom svih razina visokoškolskog obrazovanja treba prepoznavati sklonosti studenata i usmjeravati ih prema sastavnicama stvaralaštva navedenim u prethodnim preporukama. Takav pristup, koji je preduvjet za znanstvenu izvrsnost i poduzetničku uspješnost, treba biti eksplicitno ugrađen u strateško planiranje razvoja visokoškolskih institucija.

### Preporuka 4.

#### ***Ubrzavanje inovacijskog ciklusa***

Samo se brzinom odvijanja inovacijskog ciklusa postiže prednost. Naime, većina se istraživačkih rezultata danas publicira i svoj su konkurenciji istovremeno dostupni. Zbog toga je korisno da istraživanje i razvoj proizvoda ili usluga budu organizacijski povezani. To čini temeljnu prednost malih dinamičnih tvrtki koje su prikladno uključile istraživačku komponentu u razvoj ili su spregnute s istraživačkim institucijama koje potpomažu razvoj proizvoda i usluga u malim razvojno usmjerenim poduzećima.

Organiziranje nastave i istraživanja na visokoškolskim institucijama u skladu s Preporukom 3. treba rezultirati upravo takvim inovacijskim procesom pri čemu se prijenos znanja i vještina prema manjim tvrtkama provodi preko zajedničkih istraživačko-razvojnih projekata. Mlađi bi se suradnici i studenti završnih godina studija tako najbrže upoznali s realnim razvojnim procesima i problemima u industriji te najlakše i u kraćem vremenu uključili u radni proces.

Treba poticati projekte kojima će se pokrenuti takvi inovacijski procesi.

Preporuka 5.

### ***Povezanost istraživanja s europskim istraživačkim prostorom*** <sup>[3]</sup>

Hrvatske se istraživačke institucije, posebice tehnički fakulteti hrvatskih sveučilišta, trebaju, u sve četiri komponente istraživanja opisane u preporuci 1. povezati s europskim istraživačkim prostorom.

Uz sudjelovanje u okvirnom europskom programu *FP7* (koji pretežito podupire istraživačke komponente (b), (c) i (d)) potrebno je pažnju posvetiti i europskim trendovima u istraživanjima usmjerenim na nove ideje (a). Pritom se prikladno osloniti na aktivnosti koje promiče *Odbor za fizikalne i tehničke znanosti (Standing Committee for Physical and Engineering Sciences - PESC) Europske znanstvene zaklade (European Science Foundation – ESF)*.

*Ministarstvo znanosti, obrazovanja i športa* treba financijski podržati uspostavu odgovarajućih komunikacijskih mehanizama između predstavnika hrvatskih članica *ESF-a (Hrvatske akademije znanosti i umjetnosti i Nacionalne zaklade za znanost, visoko školstvo i tehnološki razvoj Republike Hrvatske)* i sudionika hrvatskog istraživačkog prostora, posebice hrvatskih sveučilišta i javnih instituta (*Institut Ruđer Bošković, Institut za fiziku, Brodarski institut*)

Preporuka 6.

### ***Inovativnost zasnovana na multidisciplinarnosti*** <sup>[4]</sup>

Istraživanja su sve manje izolirane aktivnosti pojedinačnih istraživača a sve se više provode u istraživačkim skupinama koje mogu biti i prostorno razdvojene.

Isto tako, novi istraživački izazovi zbivaju se na razmeđi tradicionalnih disciplina. Novi procesi, proizvodi i usluge pretežito nastaju suradnjom znanstvenika i stručnjaka iz različitih znanstvenih područja i polja.

U današnje vrijeme u europskom istraživačkom prostoru posebice su prepoznata dva područja koja su sastavnice mnogih inovacijskih multidisciplinarnih projekata. To su: *informacijska i komunikacijska tehnologija* <sup>[5]</sup> te *novi materijali i proizvodne tehnologije* <sup>[6]</sup>. Ta su područja istaknuta i u europskom okvirnom programu (*FP7*) i u istraživanjima usmjerenim na stvaranje novih ideja u okviru Odbora za fizikalne i tehničke znanosti *ESF-a*).

Sveučilišta u svojim planovima moraju promicati multidisciplinarnu aktivnosti a *Ministarstvo znanosti, obrazovanja i športa* treba snažnije poticati multidisciplinarnu i transdisciplinarnu projekte.

Preporuka 7.

### ***Povezivanje i umrežavanje – neminovnost i potreba u razvoju gospodarstva*** <sup>[7]</sup>

Korisno bi bilo da *Ministarstvo znanosti obrazovanja i športa* te *Hrvatski institut za tehnologiju* pokrenu projekt koji će osmisliti oblike i načine suradnje u hrvatskom istraživačkom prostoru i njegovu povezanost s europskim. Međusobna suradnja znanstvenika, stručnjaka i gospodarstvenika nužnost je u današnjem dinamičnom okruženju, i to kako u području istraživanja i obrazovanja tako i u sprezi s gospodarstvom i unutar njega.

Važnost transdisciplinarnog <sup>[4]</sup> objedinjavanja intelektualnih i proizvodnih potencijala te njihovo povezivanje sa svijetom posebno je važno za zemlje kao što je Hrvatska čije je gospodarstvo u najvećoj mjeri usmjereno na malo i srednje poduzetništvo. Projekt bi trebao sugerirati načine trajnog djelovanja pri promicanju i podržavanju umrežavanja.

Kao podlogu za povezivanje i umrežavanje treba izgraditi djelotvornu hrvatsku istraživačku e-infrastrukturu povezanu s europskom istraživačkom infrastrukturom <sup>[8]</sup>.

Preporuka 8.

### ***Sveučilišta i cjeloživotno učenje***

Dobro osmišljene institucije cjeloživotnog obrazovanja preduvjet su za inovativno gospodarstvo koje bi svojim procesima, proizvodima i uslugama moglo biti konkurentno u svijetu. S obzirom da znanje postaje osnovni preduvjet gospodarskog rasta, istraživački potencijal sveučilišta postaje osnovni generator društvenog razvoja.

Zbog toga sveučilišta moraju osmisliti i uspostaviti načine posredovanja novih znanja i vještina društvu.

Isto tako, obrazovnu ulogu sveučilišta treba proširiti na stručnjake koji su završili redovito školovanje i omogućiti im cjeloživotno prilogađavanje novom, na znanju zasnovanom, tržištu rada, a posebice novim tehnologijama za područja važna za razvoj malih i srednjih poduzeća.

Potrebno je u suradnji s medijima razviti formalne i neformalne oblike komunikacije između istraživačke zajednice i cijelog društva kako bi se objasnile osnovne zasade društva znanja.

-----

## **NAPOMENE**

*Pojedine preporuke dodatno razjašnjavaju sljedeće napomene:*

### **Napomena [1]**

#### **Oblici istraživanja u tehničkim znanostima**

Istraživačke aktivnosti u polju u tehničkih znanosti mogu se svrstati u četiri kategorije:

*a) Stvaranje novih ideja*

Istraživanje se sastoji od oblikovanja i vrednovanja novih zamisli. Veliki naglasak u tom obliku istraživanja je na originalnosti koja se potvrđuje procesom recenziranja znanstvenih publikacija. Tom je istraživanju u akademskoj zajednici tradicionalno pripisivano najveće značenje i tim se istraživanjem stječe najveći znanstveni ugled koji se potvrđuje brojem objavljenih radova.

Međutim, u današnje se vrijeme istraživanja tog oblika mogu provoditi samo u dobro opremljenim i vrlo skupim laboratorijima. Stoga je isključivo bavljenje samo takvim tipom istraživanja, u većini slučajeva, povezano s velikim financijskim sredstvima koje često nadilaze mogućnosti pojedinačnih zemalja. U europskom istraživačkom prostoru strateško planiranje opreme za takva istraživanja provodi *European Science Forum for Research Infrastructure – ESFRI*.

Mnogi istraživači pokušavaju takvim istraživanjem steći ugled ali samo malo njih u tome uspijeva.

*b) Stvaranje i prijenos novih znanja*

Ovaj oblik istraživanja dovodi do stvaranja i novih stručnih cjelina i studija. On se sastoji od odabira, razjašnjavanja, vrednovanja i integracije novih zamisli u istraživačku i razvojnu primjenu. Nove zamisli ne moraju nužno poticati iz sredine u kojoj istraživači djeluju. Pretežiti broj istraživača u tehničkim znanostima mora se nužno baviti takvim oblikom istraživanja. Istraživači moraju kroz svoje publikacije, knjige, prisustvovanja konferencijama, izradom simulacijskih programa i programskih pomagala uspostavljati novu stručnu praksu. Studenti na svim razinama obrazovanja (prije-diplomski studij, diplomski studij, doktorski studij i cjeloživotno obrazovanje) moraju na kompetentan način biti upoznati s novim stručnim praksama.

Taj je oblik istraživanja vrlo često zanemaren iako on neposredno stvara inovativnu moć neke sredine pa i cijele zemlje.

*c) Stvaranje novih procesa, proizvoda i usluga*

Uvođenjem novih stručnih cjelina otvaraju se i mogućnosti stvaranja novih procesa, proizvoda i usluga. Istraživanja koja vode do stvaranja novih procesa, proizvoda i usluga obavljaju se najčešće u suradnji s gospodarstvom. Istraživanja se svode na vrednovanje i ispitivanje alternativnih načina ostvarenja novih proizvoda ili usluga pri čemu treba uzeti u obzir i njihove ekonomske učinke. Istraživači se mogu vrednovati ocjenom uvedenih novih procesa, proizvoda ili usluga te eventualnih patenata.

*d) Stvaranje i poticanje novog poduzetništva*

Stvoreni procesi, proizvodi i usluge osnova su stvaranja novog poduzetništva. Studenti koji steknu dovoljno znanja o novim stručnim cjelinama ili su stekli dovoljno iskustva sudjelovanjem u stvaranju novog proizvoda ili usluge mogu, uz prikladnu potporu, biti začetnicima novih malih tvrtki. Istraživanja koja bi trebala poduprijeti takve aktivnosti moraju obuhvatiti istraživanje tržišta, ocjenjivanje međunarodne konkurentnosti te najbolje načine za pokretanje i etabliranje malih tvrtki.

### **Napomena [2]**

#### **Strateško usmjeravanje sveučilišta**

U dokumentu „Delivering on the modernisation agenda for universities: education, research and innovation“, koji je Europska komisija uputila 10. svibnja 2006. godine na razmatranje Europskom vijeću i parlamentu (Communication from the Commission to the Council and the European Parliament, COM(2006) 208 final, Bruxelles, 2006.) na najbolji se način opisuje poželjna uloga moderniziranih europskih sveučilišta. Nekoliko navoda iz tog dokumenta potkrepljuju utemeljenost Preporuke 3.

<navod>

Europska bi sveučilišta, uz očuvanje svoje javne misije i sveukupnog društvenog i kulturnog nasljeđa, trebala imati sve značajniju ulogu i u gospodarstvu te biti sposobna bolje i brže odgovoriti na potrebe tržišta i razvijati partnerstva koja oplođuju znanstveno i tehnološko znanje (engl. *scientific and technological knowledge*). To podrazumijeva da sveučilišta **prepoznaju kako njihova povezanost s poslovnom zajednicom ima stratešku važnost** i čini dio njihove obveze služenja javnom interesu.

Strukturalna povezanost s poslovnom zajednicom (uključujući srednje i malo poduzetništvo) omogućuju sveučilištima da unaprijede dijeljenje istraživačkih rezultata, intelektualnih vlasničkih prava, patenata i licenci (na primjer kroz poduzeća početno pokrenuta u sveučilišnim prostorima ili kreiranjem znanstvenih parkove). Isto tako, ona tako mogu povećati relevantnost obrazovanja i programa osposobljavanja uvođenjem studenata i istraživača u poslovne aktivnosti te poboljšati perspektivu istraživača u svim stupnjevima karijere dodajući poduzetničke vještine njihovoj znanstvenoj ekspertizi. Veze s poslovnom zajednicom mogu rezultirati i dodatnim financijskim sredstvima, na primjer za povećanje istraživačkih kapaciteta ili za organiziranje tečajeva prekvalifikacije, čime se može povećati utjecaj istraživanja na sveučilištima na mala i srednja poduzeća i time na regionalnu inovativnost.

Kako bi osigurala navedene prednosti većina će sveučilišta trebati vanjsku potporu za provedbu organizacijskih promjena te izgradnju poduzetničkih stavova i upravljačkih vještina. To se može postići stvaranjem lokalnih „klastera za stvaranje i prijenos znanja“ ili ureda za poslovno povezivanje, zajedničko istraživanje i prijenos znanja, kao sučelja s lokalnim ili regionalnim gospodarskim čimbenicima. Ovo isto tako implicira da razvoj poduzetničkih, upravljačkih i inovacijskih vještina treba postati integralni dio sveučilišnog obrazovanja, osposobljavanja za istraživanje i strategije cjeloživotnog učenja za sveučilišno osoblje.

<kraj navoda>

### **Napomena [3]**

#### **Povezanost s europskim okruženjem**

U strateškom dokumentu *Europske znanstvene zaklade (European Science Foundation – ESF)* za razdoblje od 2006-2010 godine ustanovljuje se da su fizikalne i tehničke znanosti (*Physical and Engineering Sciences – PESC*) ključni pokretači istraživanja i razvoja koje proizvode nove spoznaje i stvaraju nove primjene. Uloga Stalnog odbora za fizikalne i tehničke znanosti u tom je dokumentu definirana ovako:

<navod>

Cilj *Stalnog odbora za fizikalne i tehničke znanosti (PESC) Europske znanstvene zaklade (ESF)* je postati paneuropska platforma za inovativno istraživanje i kompetitivne nove ideje uz mnogo djelotvornije i održivo uvažavanje društvenih potreba. Odbor čini jedinstvenu među disciplinarnu skupinu s umreženim aktivnostima zasnovanim na uravnoteženoj mješavini eksperimentalnih i teorijskih pristupa. Skupina se odlikuje usmjeravanjem na temeljna istraživanja i inženjerstvo. Široki spektar polja koje pokriva PESC sačinjavaju:

- kemija,
- matematika,
- informatika u računarska znanost,
- fizika,
- temeljne tehničke znanosti,
- znanost o materijalima.

<kraj navoda>

U području se tehničkih znanosti posebice se mnogo očekuje u područjima novih informacijskih tehnologija, novih materijala i inteligentnih sustava.

*ESF* je organizacija koja ima 78 članica iz 30 europskih zemalja (*Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti* je članica *ESF-a*, a od 1. siječnja 2008. članica je i *Nacionalna zaklada za znanost, visoko školstvo i tehnološki razvoj Republike Hrvatske*).

*ESF* sačinjavaju tri osnovne kategorije članica: organizacije za financiranje istraživanja, istraživačke organizacije, akademije znanosti. U strateškom se dokumentu ustanovljuje da je u mnogim zemljama uloga sveučilišta ključna za europska istraživanja jer se na sveučilištima nalazi većina istraživača. U Hrvatskoj je to posebno izraženo u tehničkim znanostima. S obzirom da sveučilišta nisu članice, *ESF*

predviđa stvaranje partnerstva sa sveučilištima i uspostavljanje dijaloga s *Europskom udrugom sveučilišta (European University Association – EUA)*.

#### **Napomena [4]**

##### ***Interdisciplinarnost, multidisciplinarnost, transdisciplinarnost***

Suradnja istraživača pri rješavanju konkretnih složenih problema zbiva se često na razmeđu disciplina koje su tijekom vremena nastale u akademskoj sredini. Pritom se rabe različiti nazivi kao što su: interdisciplinarnost, multidisciplinarnost i transdisciplinarnost.

Pri *multidisciplinarnom* pristupu rješavanja nekog problema sudjeluju istraživači iz više iz više disciplina ali oni djeluju isključivo uporabom metoda iz svoje discipline. To je najniža razina suradnje koja ne zahtijeva nikakve strukturne promjene istraživačke zajednice niti istraživači moraju mijenjati svoje svjetonazore.

Pri *interdisciplinarnom* rješavanju nekog problema zbiva se prenošenje metodoloških postupaka iz jedne discipline u drugu. Takav pristup zahtijeva promijene načina mišljenja istraživača i uporabu istraživačke opreme koja je razmještena u istraživačkoj zajednici u skladu s tradicionalnom podjelom na discipline. Interdisciplinarnom suradnjom mogu nastati i nove discipline te je ona ustvari neka vrsta odgovora na katkada pretjeranu fragmentiranost istraživačkog prostora.

Posljednjih se godina pojavljuje i naziv *transdisciplinarno istraživanje*. Ono podrazumijeva organiziranje znanja potrebnog za rješavanje složenih heterogenih problema društva. Takvi problemi nadilaze pojedine postojeće komponente strukture društva i mogu se djelotvorno rješavati samo dobro organiziranom suradnjom akademske zajednice, gospodarstva i društva. Transdisciplinarni pristup dakle podrazumijeva angažman svog intelektualnog potencijala države, pa i globalnog okružja. (vidjeti Napomenu 7.)

#### **Napomena [5]**

##### ***Informacijska i komunikacijska tehnologija***

Multidisciplinarni i transdisciplinarni potencijal informacijske i komunikacijske tehnologije dobro je opisan u strateškom dokumentu *Hrvatska u 21. stoljeću – Informacijska i komunikacijska tehnologija*. U njemu se detaljno razmatra moguće nove proizvode i usluge zasnovane na informacijskoj i komunikacijskoj tehnologiji:

<navod>

Premda već i danas postoje mnoge računalom automatizirane naprave, postrojenja i proizvodni postupci, u nadolazećem razdoblju sveprisutne informacijske tehnologije treba očekivati vrlo velike promjene. Informacijska i komunikacijska tehnologija dosegla je takvu razinu da je njezina difuzija ograničena praktički samo znanjima ljudi. Njezin je utjecaj vidljiv u svim granama gospodarstva. Interdisciplinarnom suradnjom stručnjaka iz različitih područja primjena sa stručnjacima iz područja informacijske i komunikacijske tehnologije mogu se ostvariti mnogi novi proizvodi i usluge. Ukratko se mogu nabrojati samo neke njezine moguće pa i već postojeće uporabe.

U *poljoprivredi i šumarstvu* mogu se koristiti:

- internetski portali posredstvom kojih će poljoprivrednici pristupati do informacijskih sustava s podacima o lokalnim vremenskim uvjetima, o stanju potražnje i ponude i cijenama poljoprivrednih proizvoda, o mogućnostima nabavke gnojiva i zaštitnih sredstava i sl.
- prienosne napredne mjerne naprave (za određivanje sastava tla, mjerenje vlage i sl.);
- daljinska mjerenja (za praćenje ekoloških uvjeta, mikroklimatska mjerenja);
- pomagala za vođenje poljoprivrednih dobara i farmi (upotreba ekspertnih sustava za povećanje prinosa);
- jednostavni roboti i automati (za zemljane radove, mljekarstvo, pripremu stočne hrane i sl.).

U *turizmu* se mogu ponuditi inovativna rješenja koja će:

- omogućiti izbor mjesta i hotela za odmor, nalaženje kulturnih i sportskih sadržaja, zdravstvenih usluga ili meteoroloških prognoza;
- podržati propagiranje ponude;
- automatizirati i unaprijediti poslove smještaja i prehrane;
- ponuditi nove načine zabave i rekreacije.

U *građevinarstvu* se informacijska i komunikacijska tehnologija primjenjuje pri:

- projektiranju (pri projektiranju treba uvažiti potrebu kućnih i uredskih informacijskih infrastrukturnih potreba);
- automatiziranju proizvodnje i transporta građevinskih elemenata i materijala;
- izgradnji naprednih mjernih naprava;
- automatiziranju građevinskih strojeva.

U *transportnim sustavima* informacijska i komunikacijska tehnologija može se upotrijebiti za:

- razvoj inteligentnih transportnih sustava;
- dohvat o redove vožnje posredstvom Interneta;
- pravovremenu rezervaciju prijevoznih usluga;
- bolji nadzor odvijanja prijevoza (što je posebno važno za multimodalni prijevoz);
- bolje planiranje i prognoziranje prometa (što vodi do boljeg iskorištenja sredstava i opreme);
- postizanje jezične nezavisnosti (jer su u uporabi međunarodne šifre).

U *metaloprerađivačkoj industriji* računala se upotrebljavaju pri:

- projektiranju;
- automatiziranju mjernih naprava;
- upravljanju obradnih strojeva;
- izgradnji industrijskih robota i manipulatora.

U *svim granama industrije* računala se upotrebljavaju pri:

- planiranju proizvodnje;
- automatiziranju skladišta;
- projektiranju i izradi tehničke dokumentacije;
- vođenju i nadzoru proizvodnje;
- automatiziranom ispitivanju i kontroli kvalitete;
- automatiziranom pakiranju i distribuciji.

U *poslovanju* se informacijska i komunikacijska tehnologija upotrebljava za:

- automatizaciju uredskog poslovanja;
- elektroničko bankarstvo;
- prognoziranje cijena dionica;
- financijske i računovodstvene informacijske sustave;
- elektroničko plaćanje.

<kraj navoda>

### ***Napomena [6]***

#### ***Novi materijali i pripadajuće proizvodne tehnologije***

##### ***Važnost materijala za gospodarstvo***

Inovacije u konstrukcijskom oblikovanju proizvoda i u procesima proizvodnje bitno su određene svojstvima materijala. Iskustva iz najrazvijenijih zemalja pokazuju da se primjenom suvremenih materijala i pripadajućih proizvodnih postupaka i potrebne opreme ostvaruju vrlo bitne prednosti na tržištu. Istraživanje, razvoj i primjena novih materijala spada – uz genetiku i biotehniku, informatiku i komunikacije, u “generičke” discipline znanosti i tehnike. Dio prirodnih znanosti koji se bavi prirodnim i umjetnim materijalima stvara vrlo velik broj inovacija, važnih za niz drugih grana tehnike.

Primjena suvremenih materijala omogućuje razvoj novih ili proizvoda poboljšanih svojstava, naročito u sljedećim industrijskim granama: industriji strojeva i alata, industriji vozila, zrakoplovnoj industriji, energetskim i procesnim postrojenjima, industriji nafte i plina, građevinarstvu, industriji kućanskih aparata i sportskih rekvizita, industriji zabave, te u medicini, mikroelektronici, komunikacijama optici i optoelektronici. Isto tako, materijali su važni za novija područja, kao što su: nanotehnika, senzorika, bionika.

##### ***Ključne pretpostavke razvoja ovog područja u nas:***

Razvoj materijala temelji se na primjeni znanstvenih metoda, interdisciplinarnoj suradnji temeljnih i primijenjenih prirodnoznanstvenih disciplina, razvoju tehničkih znanosti, kvantitativnih metoda i



računarstva. Time se u osnovi napušta raniji pristup temeljen na vještinama, iskustvu i metodama "pokušaja i pogrešaka". U pravilu nema više slučajnosti u otkrivanju novih materijala, nego je to posljedica smišljenog i kontinuiranog djelovanja.

Trebalo bi provesti analizu svih čimbenika potrebnih za pokretanje ovog područja u Hrvatskoj kao što su: umrežavanje postojećih resursa - istraživačke institucije, ljudi, oprema, projekti, industrijski korisnici; stvaranje centara izvrsnosti i centara kompetentnosti, uvođenje Interdisciplinarnih sveučilišnih diplomskih i poslijediplomskih studija; jače povezivanje s međunarodnim projektima; zajednički ciljani projekti koji povezuju prirodne i tehničke znanosti s jedne strane i gospodarske potrebe s druge strane; smišljeno slanje mladih na usavršavanje u vrhunske svjetske centre u skladu s fokusiranim projektima (područjima).

*Moguća ciljana područja istraživanja i razvoja za potrebe vlastitog gospodarstva:*

Moguća su primjerice sljedeća ciljana područja materijala i pripadajućih tehnologija:

- polimerni materijali i polimerni kompoziti,
- keramika, staklo i kamen,
- betoni posebnih svojstava,
- oplemenjeno drvo,
- suvremeni aluminijski proizvodi (prašci, pjene, sendviči i sl.),
- modificirane površine i slojevi,
- modeliranje i simulacije u razvoju materijala i postupaka.

### ***Napomena [7]***

#### ***Povezivanje i umrežavanje***

Međusobna suradnja znanstvenika, stručnjaka i gospodarstvenika nužnost je u današnjem dinamičnom okruženju, i to kako u području istraživanja i obrazovanja tako i u sprezi s gospodarstvom i unutar njega. Važnost objedinjavanja svih intelektualnih i proizvodnih potencijala na prioritarnim razvojnim područjima posebno je važna za male zemlje kao što je Hrvatska.

Razlozi povezivanja i umrežavanja jesu:

- gotovo niti na jednom području znanosti, razvoja i proizvodnje ne postoji kritična masa resursa: informacija i znanja (znanstvenika i stručnjaka), najsuvremenije opreme i postupaka, kapitala i dr.;
- racionalnije korištenje postojećih resursa i potencijala;
- zajednički marketing i promocija na tržištu;
- predkomercijalno zajedničko istraživanje i sniženje troškova razvoja;
- lakše uključivanje u europska i svjetska istraživanja, tehnološke platforme i tržišta;
- pozitivna i aktualna iskustva iz globaliziranog svijeta.

#### ***Skupine djelatnosti povezivanja***

##### ***Proizvodna poduzeća***

Osnova za umrežavanje je neki proizvod ili skupina proizvoda, kao što bi za RH, primjerice, mogli biti: brodovi, šinska vozila, alati za preradu plastike, proizvodnja prehrambenih proizvoda, posebno hrane, morska voda i podmorje kao resurs za proizvodnju, energetika - dopunski izvori energije graditeljstvo, tehnologije i oprema za zaštitu okoliša.

##### ***Znanstvenoistraživačka zajednica***

U okviru znanstveno istraživačke zajednice umrežavanje treba omogućiti stvaranje centara, primjerice za: razvoj proizvoda, proizvodne tehnologije i opremu, za materijale i pripadajuće tehnologije.

##### ***Usluge potpore gospodarstvu***

Umrežavanjem se može osigurati niz usluga za potporu gospodarstvu i to posebice malom i srednjem poduzetništvu, primjerice za: dizajn (grafički i industrijski), interpretiranje legislative i regulative, investicije i upravljanje kapitalom, računalnu potporu.

### Subjekti i oblici povezivanja

*Subjekti koji bi mogli biti kostur umrežavanja i povezivanja* jesu: članice sveučilišta i veleučilišta, instituti, tehnološki centri, proizvodna poduzeća te budući centri izvrsnosti (vrhunska istraživanja i razvoj) i budući centri kompetentnosti (za prijenos znanja, uvođenje opreme i postupaka te za savjetovanje i rješavanje razvojnih problema). Hrvatski institut za tehnologiju (HIT), BICRO te regionalne razvojne agencije trebaju poticati i infrastrukturno podržati procese umrežavanja.

*Oblici realizacije* mogu biti: virtualne mreže različitih organizacijskih okvira, grozdovi i konzorciji.

### **Napomena [8] e-Infrastruktura**

Temeljem odluke Predsjedništva Hrvatske akademije znanosti i umjetnosti donijete na sjednici dana 3. ožujka 2007. godine i u skladu s Pravilnikom o radu odbora i povjerenstava Hrvatske akademije znanosti i umjetnosti te oslanjajući se na prijedloge Rektorskog zbora, ravnatelja Nacionalne i sveučilišne knjižnice, ravnatelja Instituta Ruđer Bošković i na osnovi provedenih konzultacija s institucijama i pojedincima, Razred za tehničke znanosti na sjednici održanoj 10. svibnja 2007. godine donio je odluku o osnivanju *Odbora za istraživačku e-infrastrukturu Hrvatske*.

Odbor za istraživačku e-infrastrukturu Hrvatske, objedinjujući interese cjelokupne hrvatske znanstvene zajednice, razmatrat će poželjni razvitak istraživačke e-infrastrukture i posredovati svoja promišljanja *Ministarstvu znanosti, obrazovanja i športa te Nacionalnom vijeću za informacijsko društvo* Vlade Republike Hrvatske kako bi se za taj sektor mogle pripremati kvalitetne strateške odluke te akcijski planovi za njihovo ostvarivanje. Isto tako, promicat će uporabu te infrastrukture u hrvatskoj akademskoj i istraživačkoj zajednici kao osnovice njezina povezivanja sa svijetom, posebice s Europskim istraživačkim prostorom.

Ustanovljeno je da će Odbor za istraživačku e-infrastrukturu Hrvatske pratiti svjetska zbivanja u tom području i donositi preporuke koje bi trebale pomoći uspostavi hrvatske infrastrukture kako bi se hrvatskim istraživačima omogućilo ravnopravno djelovanje u europskom istraživačkom prostoru. Dijelovi te infrastrukture već se stanovito vrijeme izgrađuju no postoji izrazita potreba njezina koherentnijeg razvitka.

Ključne komponente e-infrastrukture sačinjavaju:

- fizička sredstva (računala, računalne mreže, specijalizirane mjerne naprave, mjerni sustavi s raspodijeljenim osjetilima, veliki spremnici podataka, sustavi za vizualizaciju);
- sadržaji (mjerni podaci, pohranjene baze znanja, digitalne biblioteke, digitalni arhivi);
- ljudi čija ekspertna znanja za pojedina područja mogu biti od zajedničke koristi.

Osnovna pretpostavka za djelovanja e-infrastrukture je umrežavanje i uspostava protokola za komunikaciju pojedinih komponenti sustava. Istraživačima (korisnicima infrastrukture) mora biti omogućena što jednostavnija uporaba svih fizičkih sredstava, što jednostavniji pristup do pohranjenih sadržaja te oslonac na ponuđeno ekspertno znanje.

U Hrvatskoj je izgrađena akademska istraživačka mreža i školska mreža kojom su uspostavljeni uvjeti za ostvarenje istraživačke e-infrastrukture. Zahvaljujući trogodišnjem tehnologijskom poliprojektu *CRO-GRID*, uz podršku Ministarstva znanosti, obrazovanja i športa, izgrađena je manja eksperimentalna grid infrastruktura s pet čvorova te dodatna tri čvora europskog grida *EGEE* (Enabling Grids for E-Science). Time su postavljeni temelji za zasnivanje nacionalne javne grid infrastrukture. Potpisivanjem partnerskog ugovora krajem 2008. godine uspostavljena je *Hrvatska nacionalna grid infrastruktura (CRO NGI)*. Potpisnici ugovora su institucije u kojima su smješteni prvi čvorovi infrastrukture (naslijeđeni iz *CRO-GRID* projekta).