



KOMISIJA EVROPSKIH SKUPNOSTI

Bruselj, 12.5.2004
KOM(2004) 338 končno

SPOROČILO KOMISIJE

K evropski strategiji za nanotehnologijo

Kazalo

Povzetek	3
1. Uvod.....	4
1.1. Kaj je nanotehnologija?.....	4
1.2. Zakaj je nanotehnologija pomembna?	4
1.3. Kako zagotoviti varnost nanotehnologije?.....	6
2. Mednarodno financiranje in raziskovalno-razvojne aktivnosti na področju nanotehnologije.....	7
3.1. R in R na področju nanotehnologije v tretjih državah	7
2.1. R in R na področju nanotehnologije v Evropi.....	8
3. Pot proti neskončno majhnemu: pet gonilnih sil za spodbujanje napredka	10
3.1. Raziskovanje in razvoj: ustvarjanje zagonskih sil	10
3.2. Infrastruktura: Evropski razvojni centri	13
3.3. Investiranje v človeške vire.....	15
3.4. Inovacije v industriji: od znanja do tehnologije.....	18
3.5. Vključitev družbene komponente	21
4. Zdravje ljudi, varnost, varovanje okolja in VARSTVO POTROŠNIKOV	23
5. Nadaljnji korak: mednarodno sodelovanje.....	24
Priloga: Ocena javnih vlaganj v nanotehnologijo	26

POVZETEK

Nanoznanost in nanotehnologija pomenita nov pristop na področju raziskav in razvoja (R IN R), katerega cilj je spoznati zgradbo in regulirati obnašanje snovi na osnovnem, tj. atomskem in molekulskem nivoju. Nanotehnologija odpira možnost razumevanja novih pojavov ter pridobivanja novega znanja o lastnostih snovi, katere lahko izkoriščamo na mikro- in makro-nivoju. Uporaba nanotehnologije se hitro povečuje in bo kmalu vplivala na življenje vsakega posameznika.

Evropska skupnost (ES) je v zadnjem desetletju na področju nanoznanosti osnovala močno zaledje znanja. Hitro pa se lahko zgodi, da tega stanja ne bomo zmogli vzdrževati tudi vnaprej, saj ES za to področje namenja manj denarja kot njeni glavni tekmeči. Poleg tega ji primanjkuje prvorazredne infrastrukture in opreme (»razvojni centri«), ki sta nujni za vzdrževanje »kritične mase« znanja. Razmere so takšne navkljub dejstvu, da investicije v področje po posameznih državah, vendar neodvisno druga od druge, hitro naraščajo.

Evropsko odličnost na področju nanoznanosti je končno treba prenesti v komercialno uspešne izdelke in postopke. Nanotehnologija postaja eno od najobetavnejših in najhitreje rastočih področij raziskav in razvoja in pomeni gonilno silo v smeri doseganja na znanju temelječih ciljev, ki izhajajo iz Lizbonskega procesa. Zagotoviti je treba ugodne razmere za razvoj in uporabo inovacij, še zlasti za mala in srednje velika podjetja (MSP-ji).

Nanotehnologijo moramo razvijati na varen in odgovoren način. Pri tem se je treba strogo držati etičnih načel ter znanstveno preučiti in upoštevati potencialna tveganja na področjih zdravja, splošne varnosti in okolja, pri čemer je treba imeti v mislih tudi zakonodajo, ki bo v prihodnosti najverjetneje urejala področje. Upoštevati in preučiti je treba tudi vplive na družbo. Ključnega pomena je ustrezno seznanjanje javnosti, da bi bila njena pozornost ljudi na dejanske nevarnosti, ne pa na izmišljene scenarije.

Sporočilo predlaga konkretne ukrepe kot del enotnega pristopa k ohranjanju in krepitvi evropskega področja raziskav in razvoja na področju nanoznanosti in nanotehnologij. V njem so obravnavani tisti vidiki, ki so pomembni za ustvarjanje in izrabo znanja, pridobljenega v okviru raziskav in razvoja, v dobro vsega človeštva. Menimo, da je nastopil primeren trenutek, da sprožimo institucionalno razpravo na to temo, s katero bi usklajeno poskušali doseči naslednje cilje:

- povečati vlaganja in izboljšati koordinacijo na področju raziskav in razvoja, s čemer bi povečali industrijsko izkoriščanje nanotehnologije ter obenem zadržali znanstveno odličnost in konkurenčnost;
- razviti konkurenčno razvojno-raziskovalno infrastrukturo svetovnega razreda («centri odličnosti»), kjer bodo upoštevane potrebe industrije in raziskovalnih organizacij;
- pospeševati interdisciplinarnost v vzgoji in izobraževanju raziskovalnega osebja, hkrati z večjim poudarkom na razvijanju podjetniškega razmišljanja;

- zagotoviti ugodne razmere za prenos tehnologije in izumov v prakso, da bi zagotovili prenos evropske odličnosti na področju raziskav in razvoja v postopke in izdelke, ki povečujejo blagostanje ljudi;
- vključiti socialne premisleke v raziskovalno-razvojne procese že od vsega začetka;
- pravočasno opozoriti na vsa potencialna tveganja v zvezi z zdravjem ljudi, splošno varnostjo, okoljem in za potrošnike, ter priskrbeti podatke, potrebne za ocene tveganja. Ocenjevanje tveganj je treba vključiti na vsakem vmesnem koraku v življenjskem ciklu izdelkov, ki temeljijo na nanotehnologiji, ter prilagoditi obstoječe metodologije in razviti nove, kot bi bilo potrebno;
- dopolniti zgornje aktivnosti z ustreznim sodelovanjem in pobudami na mednarodni ravni.

V tem sporočilu opisane aktivnosti so usklajene tudi s sklepi, sprejetimi na zasedanju Evropskega sveta v Lizboni leta 2000, kjer je bila sprejeta zaveza za razvoj dinamičnega, na znanju temelječega gospodarstva in družbe; v Göteborgu leta 2001, kjer je bila sprejeta odločitev za trajnostni razvoj; ter v Barceloni leta 2002, kjer je bil sprejet cilj, da se za raziskovanje nameni 3 % bruto družbenega proizvoda¹. Sporočilo tudi prispeva k razvoju Evropskega raziskovalnega območja (ERA)² in črpa iz njega.

1. UVOD

1.1. Kaj je nanotehnologija?

Predpona »nano« izvira iz grške besede, ki pomeni »pritlikav«, v znanosti in tehnologiji pa označuje 10^{-9} , tj. eno milijardinko (= 0.000000001). En nanometer (nm) je milijardinka metra, kar je več desetstisočkrat manj od debeline človeškega lasu. Izraz »nanotehnologija« bo v nadaljevanju uporabljan kot množinski samostalnik, saj je z njim mišljenih več različnih vej nanoznanosti in nanotehnologije.

Nanotehnologija se nanaša na raziskovanje in tehnologijo pri nano-razdaljah (svet atomov in molekul), na zakone znanosti, ki pri teh razdaljah veljajo, in na nove lastnosti snovi, ki jih lahko razumemo in obvladamo, če se ukvarjamo s tem področjem. Takšne lastnosti lahko potem opazujemo in izkoriščamo na mikro- in makro- skali, na primer pri razvoju materialov in naprav z novimi funkcijami in učinki.

1.2. Zakaj je nanotehnologija pomembna?

O nanoznanosti se pogosto govori kot o »horizontalni«, »osnovni« ali »omogočevalni« znanosti, saj lahko prodre v praktično vse tehnološke sektorje.

¹ Sklepe predsedstva lahko dobite na naslovu <http://ue.eu.int/en/Info/eurocouncil/index.htm>

² "Evropsko raziskovalno območje: Pridobivanje novega zagona - Okrepitev – Preusmerjanje – Odpiranje novih perspektiv" COM (2002) 565 končna verzija

Pogosto združuje različna področja znanosti, s pridom uporablja interdisciplinarni ali »združujoči« pristop. Od nje pričakujemo inovacije, ki bodo prispevale k reševanju mnogih težav, s katerimi se spopada sodobna družba:

- **uporaba v medicini**, ki obsega tudi miniaturne diagnostične priprave, ki bi jih lahko implantirali za potrebe zgodnje diagnostike bolezni. Prevlake, temelječe na nanotehnologiji, povečujejo bioaktivnost in biodružljivost implantantov. Samo-organizirajoči se materiali tlakujejo pot novim generacijam inženiringa tkiv in biomimetičnih snovi, na dolgi rok pa obetajo možnosti za izdelovanje umetnih organov za zamenjave. Razvijajo se novi sistemi za ciljano doziranje zdravil. V zadnjem času so z nanodelci uspeli priti v tumorske celice ter jih tako pripraviti za zdravljenje, na primer s segrevanjem;
- **informacijska tehnologija**, vključno z mediji za shranjevanje podatkov z izjemno velikimi gostotami zapisovanja (na primer terabit na kvadratni centimeter) ter nove tehnologije za prikazovanje (npr. z raztegljivo plastiko). Na dolgi rok bi izvedba molekularne ali biomolekularne nanoelektronike, spintronike in kvantnega računalnika odprla povsem nove poti onkraj današnje računalniške tehnologije;
- **proizvodnja in shranjevanje energije**; na tem področju bi lahko izkoristili nove gorivne celice ali pa lahke nano-strukturirane trdne snovi, ki omogočajo npr. učinkovito hranjenje vodika. Razvijajo se zmogljive in poceni fotogalvanske sončne celice (npr. solarni »paint«). Pri porabi energije pričakujemo ob uporabi nanotehnoloških novosti prihranke na področjih izboljšav izolativnosti, prenašanja energije in učinkovitega osvetljevanja.
- **razvoj materialov**; posledice razvoja novih materialov ob uporabi nanotehnologije so daljnosežne in bodo najverjetneje vplivale na prav vse sektorje. Nanodelci se že uporabljajo za ojačanje materialov in učinkovitosti snovi v kozmetiki. Površine lahko z uporabo nanotehnologije obdelamo tako, da (p)ostanejo na primer odporne na praske, nezmočljive, čiste ali sterilne. Selektivna delitev organskih molekul s površinskim nano-strukturiranjem bo vplivala na izdelovanje biosenzorjev in molekularnih elektronskih naprav. Z nanotehnologijo se da bistveno izboljšati obnašanje snovi v ekstremnih razmerah, na primer za potrebe aeronavtika ali za uporabo v vesoljskih razmerah.
- **proizvodnja** pri nano-razdaljah zahteva nov (interdisciplinarni) pristop tako pri raziskovanju postopkov kakor tudi pri sami izdelavi. Gre za dve poglobitni smeri: prva se začne pri mikro-sistemih, ki jih razdeljuje na vedno manjše dele (»od zgoraj navzdol«), druga poskuša posnemati naravo, tako da gradi strukture začenši na atomskem in molekularnem nivoju (»od spodaj navzgor«). Prvo smer lahko razumemo kot »montažo«, drugo kot »sintezo«. Pristop »od spodaj navzgor« je še v fazi zgodnjega razvoja, vendar so pričakovani rezultati daljnosežni, na primer na področju proizvodnje električnega toka;
- razvoj **instrumentacije** za preučevanje lastnosti snovi pri nano-razdaljah ima že sedaj močan neposreden in posreden vpliv in pospešuje razvoj na mnogih drugih področjih. Iznajdba čitalnega tunelskega mikroskopa pomeni

pomemben mejnik pri rojstvu nanotehnologije. Instrumentacija ima tudi ključno vlogo pri razvijanju proizvodnih procesov »od zgoraj navzdol« in »od spodaj navzgor«;

- **hrana, voda in okolje**; raziskave na teh področjih bodo ob uporabi nanotehnologije zelo napredovale, vključno s pridobivanjem orodij za detekcijo in nevtralizacijo prisotnosti mikro-organizmov ali pesticidov. Z novim miniaturnim nano-označevanjem bi lahko sledili izvoru uvožene hrane. Z razvojem remediacijskih metod, temelječih na nanotehnologiji (na primer foto-katalitične tehnike), bi lahko pridobili način za popraviljanje okoljske škode in odpravljanje posledic onesnaženja (npr. olja v vodi ali v zemlji);
- **varnost**; ob novih detekcijskih sistemih, ki bodo omogočali zgodnje opozarjanje glede prisotnosti bioloških ali kemijskih agentov, praktično do nivoja detekcije posameznih molekul, pričakujemo zmanjšanje ogroženosti. Pričakujemo povečano varnost na področju lastnine, na primer z nano-označevanjem bankovcev. Razvijajo se tudi nove kriptografske tehnike, ki bodo v pomoč pri elektronskem sporočanju podatkov.

Na trgu je že več proizvodov, razvitih na osnovi nanotehnologije. Med njimi so: medicinski (na primer preveze, srčne zaklopke itd); elektronske komponente; barva, ki se ne razpraska; športna oprema; na mečkanje in madeže odporno blago; kreme za sončenje. Po ocenah analitikov dosega tržna vrednost teh produktov danes okrog 2,5 milijarde evrov, vendar utegne že do leta 2010 narasti na stotine milijard evrov in nato doseči bilijardo³.

Ob pričakovanju doseganja večjega učinka ob manjši porabi surovin obeta nanotehnologija, še posebej z realizacijo proizvodnje na način »od spodaj navzgor«, možnost za zmanjševanje količine odpadkov vzdolž celotnega življenjskega cikla nastajanja in uporabe proizvodov. Nanotehnologija lahko prispeva k doseganju ciljev trajnostnega razvoja⁴ in k ciljem, zastavljenim v »Agendi 21«⁵ ter v Akcijskem načrtu za okoljsko tehnologijo⁶ (angl. Environmental Technology Action Plan).

1.3. Kako zagotoviti varnost nanotehnologije?

Uporaba nanotehnologije bo morala, v skladu s Pogodbo, zadostiti zahtevam po zagotavljanju visoke ravni zdravja ljudi, varnosti, ter varovanja potrošnika⁷ in okolja⁸. Pomembno je, da se bo v okviru te hitro razvijajoče se nove tehnologije znalo že vse od začetka identificirati in odpravljati bojazni, povezane z vprašanji

³ Glej npr. podatke v "New Dimensions for Manufacturing: A UK Strategy for Nanotechnology" DTI (2002), stran 24

⁴ "Trajnostna Evropa za boljši svet: Strategija Evropske skupnosti za trajnostni razvoj" COM(2001) 264. Glej tudi Milenijsko deklaracijo Združenih narodov (<http://www.un.org/millennium/>)

⁵ Glej <http://www.un.org/esa/sustdev/documents/agenda21/index.htm>

⁶ Glej http://europa.eu.int/comm/research/environment/etap_en.html

⁷ Člena 152 in 153 Pogodbe zahtevata, da je "visoka raven varovanja zdravja ljudi [...] zagotovljena v opredelitvi in izvajanju vseh politik in aktivnosti Skupnosti" in da se "zahteve varstva potrošnikov [...] upoštevajo pri definiranju in izvajanju drugih politik in aktivnosti Skupnosti."

⁸ 174. člen Pogodbe ima poleg drugih za cilj »ohranitev, zaščito in izboljšanje kakovosti okolja«, "previdno in racionalno izkoriščanje naravnih virov" in "podpiranje ukrepov na mednarodni ravni za reševanje regionalnih in svetovnih okoljskih vprašanj."

varnosti, pa naj si bodo dejanske ali le hipotetične. Za uspešno uporabo nanotehnologije v praksi je treba zagotoviti jasne znanstvene osnove, na katerih se bo ustvarjalo zaupanje tako na strani potrošnika, kakor tudi na strani prodajalca. Treba bo tudi sprejeti vse predpise in ukrepe, s katerimi bosta zagotovljena zdravje in varnost pri delu.

Zelo pomembno je, da se vse vidike možnih tveganj predvidi že vnaprej in da postanejo sestavni del razvoja nanotehnologije vse od zasnov ter raziskav in razvoja do komercialne uporabe, saj bo le tako mogoče zagotoviti varen razvoj, proizvodnjo, uporabo in odlaganje proizvodov nanotehnologije. Nanotehnologija pomeni izziv tudi z vidika ocenjevanja in obvladovanja tveganj. Zato je pomembno je, da se vzporedno s tehnološkim razvojem izvajajo tudi ustrezne raziskave in razvoj, s katerimi naj bi dobili kvantitativne podatke o toksičnosti in ekotoksičnosti (vključno s podatki o odzivih in izpostavljenosti ljudi in okolja na določene količine potencialno nevarnih snovi), na podlagi katerih se bodo izdelale ocene tveganj ter se, če bo to potrebno, omogočilo prilagoditev postopkov za ocenjevanje tveganj. Aktivnosti, povezane z zdravjem ljudi, okoljem, varnostjo in zaščito potrošnika obravnavamo v nadaljevanju besedila.

2. MEDNARODNO FINANCIRANJE IN RAZISKOVALNO-RAZVOJNE AKTIVNOSTI NA PODROČJU NANOTEHNOLOGIJE

Mnoge države s hitrim povečevanjem obsega javnih vlaganj nadaljujejo raziskovalno-razvojne programe, saj upoštevajo velike možnosti, ki jih obeta nanotehnologija. V zadnjem desetletju je prišlo do prave eksplozije zanimanja za javna vlaganja v nanotehnologijo. Porast je od 400 milijonov evrov leta 1997 do 3 milijard evrov danes. V tem poglavju bo podan pregled javno financiranih pobud na področju nanotehnologije.

Zneska zasebnega financiranja raziskav in razvoja (R in R) na področju nanotehnologije ne moremo natančno opredeliti, po ocenah pa naj bi znašal blizu 2 milijardi evrov, pri čemer smo predpostavili, da je vrednost vseh investicij v nanotehnologijo na svetu okrog 5 milijard evrov. Pri tem je pomembno poudariti, da ES s 56 % skupnih vlaganj v R in R iz zasebnih virov zaostaja za ZDA in Japonsko s 66 % oziroma 73 %.⁹

3.1. R in R na področju nanotehnologije v tretjih državah

Z začetkom Nacionalne nanotehnološke pobude (angl. National Nanotechnology Initiative, NNI) so ZDA leta 2000 začele z ambicioznim programom R in R na področju nanotehnologije. Temu namenjena sredstva iz zveznega proračuna so se povečala z 220 milijonov dolarjev v letu 2000 na okrog 750 milijonov dolarjev v letu 2003, zahtevek za leto 2005 pa je 982 milijonov dolarjev. Ameriške zvezne države pa še dodatno prispevajo okrog 300 milijonov dolarjev.

Dolgoročno zavezanost ameriške vlade zagotavlja nedavno sprejeta »Listina o razvoju nanotehnologije v 21. stoletju« (angl. 21st Century Nanotechnology

⁹ Evropska komisija "Key Figures 2003-2004" (2003)

Development Act) za obdobje 2005-2008, v kateri je petim agencijam (NSF, DoE, NASA, NIST in EPA) zagotovljenih skoraj 3,7 milijarde dolarjev, kar bo do leta 2008 več kot podvojilo njihovo sedanjo raven financiranja. V omenjenih zneskih niso všteti stroški, povezani z obrambo (angl. DoD) in drugimi področji, ki trenutno namenjajo približno tretjino zveznega proračuna za nanotehnologijo.

Japonska je že leta 2001 opredelila nanotehnologijo kot eno od prioritenih raziskovalnih področij. Zneski, namenjeni za to področje, močno naraščajo - od 400 milijonov dolarjev v letu 2001 do okrog 800 milijonov dolarjev v letu 2003 – in že sedaj presegajo ameriško zvezno financiranje nanotehnologije; v letu 2004 naj bi za nanotehnologijo namenjena sredstva narasla še za 20 %. Južna Koreja je začela z ambicioznim desetletnim programom z okrog 2 milijardama dolarjev javnih sredstev, Tajvan pa je nanotehnologiji v naslednjih šestih letih namenil okrog 600 milijonov dolarjev.

Kitajska namenja nanotehnologiji vse več sredstev, njihov obseg pa je še večji, če upoštevamo kupno moč prebivalstva. Delež kitajskih objav s področja nanotehnologije hitro narašča po stopnji 200 % konec devetdesetih let in dosega število evropskih in ameriških objav. Prav tako je nanotehnologija že trdno zasidrana v Rusiji ter nekaterih drugih novih neodvisnih državah nekdanje Sovjetske zveze.

Tudi v mnogih drugih območjih in deželah se nanotehnologiji posveča vedno večjo pozornost, npr. v Avstraliji, Indiji, Izraelu, Južni Ameriki, Maleziji, Novi Zelandiji, Filipinih, Singapurju, Južni Afriki in na Tajskem.

2.1. R in R na področju nanotehnologije v Evropi

Evropa je potencialne nanotehnologije prepoznala že zelo zgodaj ter z nekaterimi največjimi umi s tega področja vzpostavila močno bazo znanja v nanoznanosti. V različnih državah so sredi ali konec devetdesetih let vzpostavili namenske raziskovalne programe. Kljub temu, da v nekaterih državah ni posebnih nanotehnoloških pobud, so raziskave in razvoj, ki pokrivajo tudi nanotehnologijo, pogosto del kakega drugega raziskovalnega programa (npr. biotehnologije, mikrotehnologije itd).

Če primerjamo Evropo, Japonsko in ZDA, ugotovimo, da med njimi ni niti zanesljivih »zmagovalcev« niti »poražencev«, da pa se opaziti določene trende. Moč Evrope na področju nanoznanosti kaže na primer dejstvo, da je v letih 1997-1999 EU imela 32-odstotni delež vseh objav na svetu v primerjavi s 24 % za ZDA in 12 % za Japonsko¹⁰. Vendar pa kaže, da industrija vedno ne izkoristi tega znanja. Iz rezultatov analize prijave patentov po svetu je razvidno, da je delež EU v svetovnem merilu 36 %, medtem ko na ZDA odpade 42 %, kar kaže na slabši položaj Evrope pri pretvarjanju R in R v praktične aplikacije.

Raven javnih vlaganj se med državami članicami precej razlikuje, tako v absolutnih kot v relativnih izkazih (glej prilogo). Ocenjujemo, da se je v Evropi obseg javnega financiranja R in R nanotehnologije povečal od približno 200 milijonov evrov v letu

¹⁰ Tretje evropsko poročilo o znanosti in tehnološki indikatorji, Evropska komisija (2003) http://www.cordis.lu/indicators/third_report.htm

1997 do sedanje ravni okrog milijarde evrov, od česar okrog dve tretjini sredstev odpadeta na nacionalne in regionalne programe.

Če pogledamo absolutne vrednosti javne porabe, ugotovimo, da EU vlaga občutna finančna sredstva v podobnem obsegu kot ZDA in Japonska. Primerjava vlaganj na prebivalca pa pokaže, da za EU-25 javna vlaganja na prebivalca v povprečju znašajo 2,4 evra na prebivalca (2,9 za EU-15), medtem ko v ZDA znašajo 3,7 evra in na Japonskem 6,2 evra. Podobno je razvidno iz primerjave vlaganj glede na BDP: ES-25 vlaga 0,01 % v primerjavi z ZDA in Japonsko z 0,01 % oz. 0,02 %.

Vseh 25 držav EU (razen Irske) ima posamično nižjo raven vlaganj na prebivalca kakor ZDA ali Japonska. Upoštevati pa moramo tudi nameri ZDA in Japonske, da raven vlaganj na prebivalca povečata, in sicer ZDA na 5 evrov do leta 2006, Japonska pa na 8 evrov v letu 2004. Zato se zdi precej verjetno, da se bo razkorak med ES in njenima glavnima tekmečema še povečeval.

Področje R in R v nanotehnologiji v Evropi utegne postati precej razpršeno, saj so hitro razvijajoči se raziskovalni programi in finančni viri neenakomerno razporejeni. To je ena ključnih razlik med EU in našimi glavnimi tekmeči. Prispevek ES 350 milijonov evrov v okviru FP6 v letu 2003 pomeni približno eno tretjino vseh evropskih izdatkov v nanotehnologiji.

Za naše glavne tekmece pa so značilni koordinirani in/ali centralizirani programi R in R na področju nanotehnologije. Tako sta na primer v ZDA prek dve tretjini virov financiranja dodeljeni v okviru Nacionalne nanotehnološke pobude, ki se izvaja pod okriljem zveznega programa. Če v Evropi ne bo prišlo do boljše izostritve in koordinacije na ravni Skupnosti, je malo verjetno, da bi ES lahko ohranila konkurenčnost na svetovni ravni.

Raziskovanje na področju nanotehnologije poteka tudi v državah pristopnicah, ki so v obstoječe projekte vključene prek Okvirnih programov EU za raziskovanje in tehnološki razvoj (angl. Framework Programmes (FP) for Research and Technological Development). Švica ima dolgo tradicijo R in R na področju nanotehnologije in eno najvišjih ravni patentov in objav na prebivalca. Raziskovalni programi na področju nanotehnologije potekajo tudi v drugih pridruženih državah FP6, kot je na primer Norveška.

V sklopu Okvirnih programov ES so že dobili podporo številni skupni raziskovalni projekti in druge pobude. Z njihovo pomočjo se vzpostavljajo mnoga mednarodna sodelovanja z značilno evropsko noto. Ti projekti so tudi pritegnili znaten porast državnega in zasebnega financiranja. Medtem ko je bilo v četrtem (FP4) in petem (FP5) Okvirnem programu že financiranih lepo število projektov¹¹ s področja nanotehnologije, pa je v šestem¹² (FP6) nanotehnologija uvrščena med glavna prednostna področja.

¹¹ Za nadaljnje informacije glej bazo podatkov projekta <http://www.cordis.lu/fp6/projects.htm>

¹² Glej <http://fp6.cordis.lu/fp6/home.cfm>

3. POT PROTI NESKONČNO MAJHNEMU: PET GONILNIH SIL ZA SPODBUJANJE NAPREDKA

Za doseganje ekonomske rasti na današnjem svetovnem trgu so potrebne inovacije, ki pa so odvisne od raziskovanja. Bistveni del tega procesa so raziskave in razvoj na svetovni ravni, so pa še drugi faktorji, ki jih moramo prav tako upoštevati. Tako je spoznanih pet gonilnih sil: R in R; infrastruktura; vzgoja in izobraževanje; inovacije; in družbena komponenta. Na ravni Evropske skupnosti je za vse našete gonilne sile potreben niz sinergijskih aktivnosti, ki bodo omogočile izrabo potencialov, ki obstajajo na področju znanosti in raziskovanja v Evropi.

Potreba po celostnem pristopu do R in R na področju nanoznanosti in nanotehnologije je ena od glavnih ugotovitev srečanja¹³ »EuroNanoForum2003», ki ga je decembra 2003 organiziral generalni direktorat za raziskave (RTD) in katerega se je udeležilo prek 1000 udeležencev z vsega sveta. Najnovejše pobude s strani Komisije vključujejo delavnico na temo potencialnih tveganj, povezanih z nanotehnologijo¹⁴, ki jo je marca 2004 organiziral Generalni direktorat za zdravje in varstvo potrošnikov (SANCO). Druge pobude, na primer na temo tehnoloških kart in predvidevanja, se odvijajo pri DG RTD in Združenem raziskovalnem centru (angl. Joint Research Centre, JRC).

3.1. Raziskovanje in razvoj: ustvarjanje zagonskih sil

Če upoštevamo intelektualne, znanstvene in tehnične izzive, ki nas čakajo na področju nanoznanosti in nanotehnologije, je odličnost na področju R in R ključnega pomena za zagotavljanje konkurenčnosti Evrope na dolgi rok. Zato je podpora R in R z javnim financiranjem ključnega pomena, prav tako pa raziskovalci svetovnega razreda in tekmovanje med raziskovalnimi skupinami na evropski ravni.

Obenem je treba znanje, ki nastaja z R in R prek nanotehnologije sproti prenašati v novatorske izdelke in postopke, ki bodo izboljšali konkurenčnost evropske industrije. Zato je nujno treba ne samo ohraniti odličnost na področju R in R, ampak tudi povečati tista vlaganja v R in R, ki so pomembne za industrijo, ob tem pa okrepiti R in R na ravni Skupnosti in koordinacijo posameznih nacionalnih politik, da bo zagotovljena kritična masa.

3.5.1. Povečanje vlaganj v znanje za izboljšanje konkurenčnosti Evrope

Konkurenčna proizvodnja novega znanja je ključnega pomena za ustvarjanje blagostanja in novih delovnih mest na globaliziranem trgu in v okvirih na znanju temelječega gospodarstva. Evropski R in R mora biti odličen, mora pa tudi biti pravočasen in potekati ob konkurenčnih skupnih stroških. V nasprotnem primeru bi obstajalo tveganje za selitev industrijskih aktivnosti na območja, kjer je produkcija znanja stroškovno bolj učinkovita. Če bomo zmogli prevzeti vodstvo na področju produkcije znanja, je možno doseči tudi obrat sedanjih gibanj in pritegniti na znanju temelječo industrijo v Evropo.

¹³ Za nadaljnje informacije glej <http://www.euronanoforum2003.org/>.

¹⁴ Za nadaljnje informacije glej http://europa.eu.int/comm/health/ph_risk/events_risk_en.htm.

Evropska javna vlaganja v R in R na področju nanotehnologije bi utegnila v naslednjih petih letih postati znatno manjša kot pri naših glavnih tekmecih. Grozi nam možnost izgube zagona, katerega bi lahko preprečilo le znatno povečanje vlaganj na ravni Skupnosti, ki bi moralo ob upoštevanju lizbonskih ciljev do leta 2010 doseči najmanj trikratnik sedanjih vlaganj. Povečano vlaganje v nanoznanost nikakor ne bi smelo iti na račun programov R in R na drugih področjih, ampak le potekati v skladu s ciljem »3%«¹⁵. Osredotočiti se bo treba samo na najbolj izzivalne vidike, kot so na znanju temelječe inovacije (»nano-proizvodnja«), integracija na mejah makro-mikro-nano ter interdisciplinaren (»stekajoč«) R in R. Koristna bi bila tudi ustrezna sinergija z Evropsko strategijo o bio-znanostih in biotehnologiji¹⁶ (angl. European Strategy on Life Sciences and Biotechnology).

Vlaganja v R in R se morajo povečati tako na ravni Skupnosti kot pri posameznih državah članicah in to na komplementaren in sinergijski način. Združeni raziskovalni projekti na evropski ravni so ključni za pridobivanje znanja kritične mase za izpopolnjevanje odličnosti. To je še posebej pomembno, če želimo prek interdisciplinarnega R in R doseči hiter napredek na področju nanotehnologije. Zato je treba poskrbeti za sinergijo pri raziskovanju, infrastrukturi in izobraževanju – vse to je nerazdružljivo povezano. Takšen »sistemski pristop« bo pospešil produkcijo novega znanja, pa tudi pritegnil v Evropo najboljše strokovnjake s področja R in R v nanotehnologiji, ki bodo v Evropi tudi ostali.

3.5.2. Raziskovanje na ravni Skupnosti

V Evropskem raziskovalnem območju (angl. European Research Area, ERA) je raziskovanje, ki se na ravni Skupnosti izvaja na tekmovalen in transparenten način, ključnega pomena za spodbujanje in podporo prvorazrednega R in R. Tako pride do združevanja in delitve znanja, poleg tega se skupaj zberejo najboljši strokovnjaki z različnih področij; omogoči se tudi stik med industrijo in univerzami, kar zagotavlja sprotno dopolnjevanje interdisciplinarnih procesov v R in R in s tem nadaljnji razvoj praktične nanotehnologije.

V sklopu okvirnih programov ES je bilo podprto že večje število raziskovalnih projektov na področju nanotehnologije. V razvijanju odličnosti R in R na področju nanotehnologije je sicer že bil dosežen pomemben napredek, šele FP6 pa priznava ključno vlogo nanotehnologije in združuje aktivnosti R in R na enem prioritetnem tematskem področju, kar Komisiji omogoča, da se loti vprašanja razpršenosti, podvajanja in drobljenja. Vpeljana sta bila dva nova mehanizma, Integralni projekti (angl. Integrated Projects, IP) in Mreže odličnosti (angl. Networks of Excellence, NE). Njima se pridružuje cela vrsta drugih mehanizmov in aktivnosti¹⁷, vključno z namenskimi IP-ji za mala in srednje velika podjetja.

Od objave prvih pozivov k oddaji raziskovalnih predlogov je bilo izbranih in obravnavanih že več kot 20 IP-jev in NE-jev na področju R in R v nanoznanosti in nanotehnologiji. V okviru IP-jev je bila združena kritična masa zainteresiranih deležnikov in sredstev za sledenje specifičnim ciljem. V njih se združujejo različni

¹⁵ “Več raziskovanja v Evropi: V smeri 3 % BDP” COM(2002) 499 končna verzija

¹⁶ Biologija, medicina in biotehnologija: Evropska strategija” COM(2002) 27

¹⁷ Za podatke o celotnem naboru inštrumentov v FP6 glej <http://fp6.cordis.lu/fp6/home.cfm>.

vidiki procesov R in R, tako tehnični kot netehnični, ki lahko z združevanjem raziskovalne in industrijske srenje zagotovijo prehod od nanoznanosti k nanotehnologiji.

Na novo uvedeni koncept Evropskih tehnoloških tribun (angl. European Technology Platforms) skuša združiti vse zainteresirane deležnike, da bi razvili dolgoročno skupno vizijo, izdelali razvojne načrte, zagotovili dolgoročno financiranje in se dogovorili o usklajenem načinu vodenja. Glede na očitno potrebo za več sinergije in koordinacije med različnimi zainteresiranimi deležniki na tem specifičnem tehnološkem področju je upati, da se bo takšen pristop pokazal kot ustrezen.

3.5.3. *Koordinacija nacionalnih politik*

V financiranju R in R na področju nanotehnologije v Evropi imajo nacionalne in regionalne politike in programi pomemben položaj. Pogosto pa se v praksi pokaže, da posamezne države nimajo ustreznih zmogljivosti za postavitve razvojnih centrov, ki bi bili vodilni tudi na svetovni ravni. Zato je nujno potrebna takšna koordinacija nacionalnih programov, da se navori združijo in usmerijo, da bi zagotovili kritično maso in večji vpliv znotraj ERA po treh ključnih sinergijskih oseh: raziskovanju, infrastrukturi in izobraževanju.

Za vzpodbujanje prenosa nanotehnologije v konkretne aplikacije in za povečanje in ustrezno izkoriščanje interdisciplinarnosti R in R v nanotehnologiji je treba posamične nacionalne programe, ki pogosto vključujejo različne stroke in poudarke, koordinirati tako, da se navori usmerijo na zagotavljanje kritične mase na področju aplikativnih R in R in medsebojno križanje različnih znanstvenih sposobnosti. S tem bo omogočeno hitro pretakanje znanja v inovacije na vseh koncih Evrope.

Pobude, kakršni sta Odprta metoda koordinacije (angl. Open Method of Coordination, OMC)¹⁸ in ERA-NET¹⁹, omogočata spodbujanje in podporo koordinaciji raziskovalnih programov in združenih aktivnosti, ki se vodijo na nacionalnih ali regionalnih ravneh ali pa med evropskimi organizacijami. Takšne pobude je smiselno združiti z ustrezno primerjalno analizo kot načinom za merjenje napredka.

3.5.4. *Rokovniki in predvidevanje*

Na podlagi tehnoloških rokovnikov opredeljujemo in ocenjujemo napredek na področju nanotehnologije in sledimo njenemu prodiranju v bolj zrele faze industrijske uporabe. Postopek priprave rokovnikov je koristen že sam po sebi, saj terja medsebojno interakcijo vseh deležnikov, ki morajo premisliti o možnem razvoju, izzivih, posledicah in bodočih potrebah. Vendar pa je nerealistično pričakovati generično karto za področje nanotehnologije, saj je polje preširoko. Pač pa je treba uporabiti rokovnike za tiste tržne sektorje, ki so dosegli zadostno stopnjo zrelosti. Sedaj poteka izdelava več rokovnikov, pri čemer znatno prispevajo inštituti, kot je Inštitut za perspektivne študije (angl. Institute for Prospective Studies, IPTS).

Pri podpori razvoja tehnoloških rokovnikov kot strateškega orodja ima predvidevanje dragoceno vlogo pri napovedovanju prihodnjega razvoja in ustreznem načrtovanju.

¹⁸ Kot je opredeljeno v sklepih predsedstva Evropskega sveta leta 2000 v Lizboni <http://ue.eu.int/>

¹⁹ Glej <http://www.cordis.lu/coordination/home.html>

To je še posebej pomembno za primere, kjer je narava nanotehnologije lahko uničevalna in kjer je potrebna preučitev možnih posledic za družbo. V ta namen je potrebna posebna metodologija. Ustanavlja se neodvisna skupina vrhunskih strokovnjakov ES: »Predvidevanje novega tehnološkega vala: združevanje nano-, bio- in info-tehnologije ter njihov vpliv na družbo in konkurenčnost Evrope.«

Aktivnosti: Evropsko raziskovalno področje za nanotehnologijo

1. Če ES namerava ostati v prvih vrstah na področju nanoznanosti in nanotehnologije, se mora močneje angažirati v R in R. Medtem ko zagotavlja sinergijo nacionalnih programov, Komisija poziva države članice, da bi:

(a) usklajeno in koordinirano znatno povečale javna vlaganja v nanoznanost in nanotehnologijo, in sicer za trikrat do leta 2010, pri čemer je treba imeti v mislih Lizbono in cilj »3 %«;

(b) s tekmovalnostjo na evropski ravni spodbujale odličnost na področju nanoznanosti;

(c) pospeševale R in R na področju nanotehnologije, pri čemer je treba imeti v mislih aplikacije, ki bodo pripomogle k povečevanju blaginje, ter poskrbele za vključevanje malih in srednje velikih podjetij;

(d) ohranile koncentracijo dejavnosti R in R tudi v naslednjem okvirnem programu, da bi zagotovili kritično maso in sinergijo med razvojem nanoznanosti in nanotehnologije, z njima povezanega inženirstva ter vidiki varnosti;

(e) zagotovile učinkovito koordinacijo nacionalnih programov;

(f) okrepile napore na področju izdelovanja tehnoloških rokovnikov in predvidevanj na evropski ravni s prispevki razvojnih centrov in inštitutov, kakršen je IPTS.

3.2. Infrastruktura: Evropski razvojni centri

Infrastruktura pomeni opremo in sredstva, ki omogočajo delovanje raziskovalne sfere. Infrastruktura je lahko »zbrana skupaj« (vse na enem mestu), »porazdeljena« (mreža porazdeljenih sredstev) ali pa »navidezna« (delovanje je omogočeno na podlagi elektronskih povezav). Sedanja oprema in inštrumentacija sta za razvoj nanotehnologije vse bolj pomembni, med drugim tudi za nazorno prikazovanje možnega prenosa R in R v produkte in procese, ki bodo potencialno ustvarjali večje blagostanje v družbi.

Za pospešitev razvoja nanoznanosti in nanotehnologije so ključnega pomena vlaganja v celo vrsto modernih naprav, inštrumentov in druge opreme. Glede na interdisciplinarno in kompleksno naravo področja je takšno infrastrukturo pogosto treba porazdeliti med različnimi organizacijami na lokalni, regionalni, nacionalni in zasebni ravni. Vlaganja v infrastrukturo je smiselno razdeliti v tri različne skupine:

- investicije do nekaj deset milijonov evrov, najpogosteje na lokalnih ali regionalnih ravneh, na primer Interdisciplinarna raziskovalna središča na

področju nanotehnologije v GB in Stokovna središča za nanotehnologijo, ki so vzpostavljena v Nemčiji;

- investicije do 200 milijonov evrov, najpogosteje na nacionalni ravni. Dobri primeri, ki so postali razpoznavni tako v Evropi kot v svetu so: MINATEC v Franciji, IMEC v Belgiji in MC2 na Švedskem;
- investicije nad 200 milijonov evrov; tovrstnih primerov na področju izključno nanotehnologiji posvečenih raziskovalnih središč na območju ES še ni, se pa razvijajo v drugih državah po svetu²⁰.

Današnja infrastruktura ni vselej usklajena s potrebami industrije. To neskladje izvira iz različnih razlogov, ki so lahko povezani z: vodenjem, geografskimi vidiki, dostopnostjo, ali pa se tičejo težav pri iskanju sporazumov pri pravicah za intelektualno lastnino (angl. Intellectual Property Rights, IPR). Nadvse nujne bi bile rešitve tipa »odprti laboratoriji«, do katerih bi imela industrija enostaven dostop, vendar so danes še izjemno redki. Mala in srednje velika podjetja so pogosto podkapitalizirana in bi z dostopom do odprtih laboratorijev izjemno pridobila pri pospešitvi R in R procesov in skrajševanju časa trajanja za vstop izdelka na tržišče.

3.5.1. *Nova razvojna središča v Evropi*

V Evropi je nujno treba vzpostaviti infrastrukturo za nanoznanost in nanotehnologijo svetovnega razreda (razvojna središča). Poleg omogočanja dostopa do najnovejše in najboljše opreme, katere si v posamezni državi morda ne moremo privoščiti, bi takšna infrastruktura lahko zaobjela vse vidike interdisciplinarnega R in R, izobraževanja in izdelovanja prototipov. Vzpodbudila bi tudi javno-zasebna partnerstva ter služila kot inkubator za ustanavljanje novih podjetij in osamosvojitve poslovnih enot.

Za doseganje potrebne kritične mase je nujno združiti vsa sredstva na omejenem številu lokacij znotraj Evrope. Sektorji, ki bodo ob medsebojni sinergiji pridobili, so: nanoelektronika, nanobiotehnologija in nanomateriali. Vendar pa mora težnja za zmanjševanje razdrobljenosti in podvajanja imeti protiutež s prav tako pomembnim zagotavljanjem tekmovalnosti in s tem odličnosti na področju R in R.

Med infrastrukturami na evropski, nacionalni in regionalni ravni je treba najti ustrezno ravnovesje. Dolgoročno bi razvoj večkratnih in/ali porazdeljenih središč lahko postal pomemben način za vzdrževanje ustrezne stopnje tekmovalnosti. Pri tem lahko pomembno pripomorejo Evropske tehnološke tribune skupaj s telesi, kot je Evropski strateški forum o raziskovalni infrastrukturi (angl. European Strategy Forum on Research Infrastructure, ESFRI), lahko zagotovijo optimalen pristop.

3.5.2. *»Pobuda za rast«*

V Sporočilu »Evropska pobuda za rast, investiranje v omrežja in znanje za pospešitev rasti in zaposlovanja²¹« je bila v sodelovanju z Evropsko investicijsko

²⁰

Primer je »Kalifornijski nanosistemski inštitut« (angl. California Nanosystems Institute), ki se razvija z vložkom okrog 300 milijonov dolarjev s strani zveznih, državnih in zasebnih sredstev (glej <http://www.cnsi.ucla.edu/mainpage.html>)

banko (EIB) sprožena obsežna pobuda. Za dejanski začetek aktivnosti je bil predlagan »Program hitrega začetka«, za katerega je zagotovitev sredstev predvidena kot kombinacija predvsem bančnih posojil (prek pobude EIB »Inovacije 2010«) in zasebnih (industrijskih) virov.

Infrastruktura za nanoelektroniko je prepoznana kot eno od področij za investiranje v prvem valu predlaganih projektov »hitrega začetka«. Drugo področje se nanaša na laserje nove generacije (npr. laserji s prostimi elektroni), ki zmorejo na primer narediti bliskoviti posnetek atomske strukture posamezne molekule. Takšna oprema je neprecenljiva za razvoj nanoznanosti in nanotehnologije, sinergijo pa je treba iskati tudi z drugimi aktivnostmi na evropski in nacionalnih ravneh.

Aktivnosti: Infrastruktura

2. Prvorazredna infrastruktura (»razvojni centri«) evropskih razsežnosti in pomena so ključni za zagotavljanje povečanja konkurenčnosti ES v R in R na področju nanoznanosti in nanotehnologije. Komisija poziva države članice k:

(a) razvoju povezanega sistema infrastrukture za R in R, pri čemer je treba upoštevati potrebe zainteresiranih deležnikov ter posebej paziti na razvoj sinergije v izobraževalnih procesih;

(b) izvajanju ukrepov z namenom maksimiziranja dodane vrednosti obstoječe infrastrukture, pri čemer je treba upoštevati potrebe industrije, posebej malih in srednje velikih podjetij.

Komisija poudarja potrebo po:

(c) preučitvi in popisu obstoječe infrastrukture z namenom identifikacije najbolj kritičnih zadev, ki bi pospešile razvoj na področju nanotehnologije, še posebej pri interdisciplinarnem R in R;

(d) izgraditvi nove namenske vseevropske nanotehnološke infrastrukture, če bi se to pokazalo potrebno, ki bi združila zadostno kritično maso in upoštevala tudi potrebe industrije;

(e) preučitvi možnosti za finančno sinergijo z Evropsko investicijsko banko, Evropskim investicijskim skladom in Strukturnimi skladi.

3.3. Investiranje v človeške vire

ES potrebuje za prepoznavanje potencialov nanotehnologije ustrezno število interdisciplinarnih raziskovalcev in inženirjev, ki so sposobni ustvarjati novo znanje in zagotavljati, da se bo le-to na koncu preneslo v industrijo. Za pravilno ocenjevanje in upravljanje tveganj za zdravje ljudi s strani nanotehnologije potrebuje ES ustrezno usposobljene toksikologe in ocenjevalce tveganj. Nanotehnologija kot novo in zelo hitro spreminjajoče se področje je lepa priložnost za mlade znanstvenike in drugo

²¹ "Evropska pobuda za rast: Vlaganje v omrežja in znanje za gospodarsko rast in delovna mesta" COM(2003) 690

usposobljeno osebje in pričakovati je, da se bodo v velikem številu odločili za raziskovalno delo.

Po nedavnem poročilu²² obstaja v Evropi na 1000 aktivnih prebivalcev 5,68 aktivnih raziskovalcev, medtem ko jih je v ZDA 8,08 in na Japonskem 9,14. Če upoštevamo stopnjo vključenosti človeških virov, potrebnih za doseganje lizbonskega cilja »3 %« do leta 2010, pridemo do ocene, da bo potrebnega še 1,2 milijona dodatnega raziskovalnega osebja²³ (od tega 700.000 raziskovalcev). Ključnega pomena je vzpostaviti razmere, v katerih bo Evropa pritegnila in obdržala raziskovalce, vključno z nezadostno izkoriščenim potencialom žensk.

3.5.1. *Pritegniti mladino v »nano«*

Bistvena sestavina tu predstavljenega pristopa je opogumiti mlajšo generacijo, da se že od ranih let vključi v razprave o znanosti. Neuradni podatki kažejo, da je verjetnost za opravljanje znanstvenih poklicev v veliki meri odvisna od sposobnosti učiteljev, staršev in medijev, kot je dejal nobelovec Richard Feynman, prenesejo navdušenje in zadovoljstvo za »odkrivanje stvari«. Preproste koncepte nanotehnologije lahko predstavljamo s poskusi in prikazi, v katerih učenci aktivno sodelujejo.

Nanotehnologija je primerna za izobraževanje na pred-univerzitetnem nivoju, saj se pogosto poučuje v okviru naravoslovnih predmetov in ne kot svoj predmet. Ključno je, da mladi ne le začno ceniti pomen raziskovanja, ampak tudi samo delo raziskovalcev. Tako bodo študentje zmožni sprejemati odločitve na podlagi potrebnih informacij, če se jim bo raziskovanje predstavilo kot vznemirljiva in zanesljiva možnost za poklicno pot, ki ponuja polno možnosti in priložnosti. Dragocene so pobude kot je »Evropsko leto raziskovalcev« (angl. European Year of the Researcher)²⁴.

3.5.2. *Premagovanje meja med strokami*

Pri razvoju Evrope znanja imajo središčno vlogo univerze²⁵. Za nanotehnologijo je značilen velik poudarek na interdisciplinarnem pristopu. Posameznik se lahko udeleži dodiplomskega študija, pri katerem pridobi osnovno znanje z različnih področij ne glede na dejansko izbrano smer študija. S tem bomo zagotovili, da bodo bodoče generacije nanotehnologov »strokovnjaki odprte glave«, ki bodo znali delovati s sovrstniki tudi na drugih področjih. Pomemben element nanotehnologije bi lahko postalo tudi »urjenje skozi raziskovanje« (angl. training through research).

V nanotehnologiji je treba predvideti nove načine izobraževanja, ki segajo onstran tradicionalnih meja posameznih strok. Cilj je zagotoviti prvorazredno, usmerjeno interdisciplinarno poučevanje na dodiplomski in podiplomski stopnji. Razmišljati je treba tudi o novih pristopih, ki bi omogočili povečanje javnih in zasebnih vlaganj ter druge oblike sodelovanja med akademsko sfero in industrijo (npr. akademski

²² Evropska komisija "Key Figures 2003-2004" (2003), str. 44. Podatek za ES se nanaša na leto 2001, za ZDA na leto 1997 in za Japonsko na leto 2002.

²³ "Vlaganje v raziskovanje: Akcijski načrt za Evropo" COM(2003) 226

²⁴ "Raziskovalci v Evropskem raziskovalnem območju: En poklic, mnogo karier" COM(2003) 436

²⁵ "Vloga univerz v Evropi znanja" COM(2003) 58

»zametki podjetij« in «univerze riizičnega kapitala»). To bi lahko potekalo v sklopu evropskih »razvojnih centrov« (glej Aktivnosti 2) in študentje bi dobili idealno priložnost za neposredne izkušnje z vrhunskimi raziskavami.

3.5.3. Raziskovalci in inženirji s podjetniškim duhom

Nedavno se je na evropski ravni obravnavalo vprašanje poklicne poti v raziskovanju, pri čemer je bilo izpostavljeno večje število slabosti, med njimi: metode kadrovanja, delovne razmere, različne možnosti kariere za moške in ženske²⁶. Posebej so se pokazale ovire pri prehajanju raziskovalcev in inženirjev med raziskovalnimi in industrijskimi sektorji (tj. vrednotenje uspešnosti po publikacijah ali po patentih), ki so razlog za zaskrbljenost in bi lahko bile pogubne za prenos tehnologije in inovacij na področju nanotehnologije v prakso.

Na poti k dinamični, na znanju temelječi družbi je prepričanje, da se proces izobraževanja z zaposlitvijo konča, nadvse škodljivo in se ga obravnava v Akcijskem načrtu za usposobljenost in mobilost²⁷ (angl. Action Plan for Skills and Mobility). Nanotehnologija je dinamično področje, kjer se je treba nenehno izobraževati, če želimo slediti najnovejšim odkritjem in razvoju. Ko se nanotehnološka spoznanja približujejo trgu, se pojavi potreba po pomoči pri ustvarjanju novih podjetij ali osamosvajanju poslovnih dejavnosti, upravljanju IPR portfeljev, varnosti in delovnih razmerah (vključno z zdravjem in varnostjo pri delu) ter po drugih veščinah, ki so pomembne za zagotavljanje ustreznega položaja inovatorjev, tako da si bodo lahko zagotovili finančne vire in nadaljevali z uresničevanjem svojih pobud.

Aktivnosti: Vlaganje v človeške vire

3. Komisija poziva države članice, da prispevajo k:

(a) ugotavljanju izobraževalnih potreb na področju nanotehnologije in pripravi primerov najboljše prakse in/ali rezultatov pilotnih študij;

(b) spodbujanju opredelitev in uvajanju novih predmetov v učne načrte, izobraževanju učiteljev in pripravi vzgojnih brošur za pospeševanje interdisciplinarnih pristopov k nanotehnologiji tako med rednim šolanjem kakor tudi na podiplomskem izobraževanju;

(c) vključevanju komplementarnih veščin, kot so: podjetništvo, zdravje in varnost pri delu, patentiranje, mehanizmi osamosvajanja poslovnih enot, komunikiranje itd., v podiplomsko in vseživljenjsko izobraževanje.

Komisija vidi priložnosti za:

(d) preučitev izvedljivosti za pridružitve k razpisu sklada Marie Curie²⁸ za financiranje raziskovalnih projektov na področju nanoznanosti in nanotehnologije;

²⁶ "Raziskovalci v Evropskem raziskovalnem območju: En Poklic, mnogo karier" COM(2003) 436

²⁷ "Naj vseživljenjsko učenje v Evropi postane realnost" COM(2001) 678 in Akcijski načrt komisije za usposobljenost in mobilnost COM(2002) 72

²⁸ Glej <http://europa.eu.int/mariecurie-actions>

(e) ustanovitev sklada za »Evropsko nagrado iz nanotehnologije«, ki bi prispeval k spodbujanju interdisciplinarnega in podjetniškega duha raziskovalcev.

3.4. Inovacije v industriji: od znanja do tehnologije

Na današnjem svetovnem trgu je dolgoročni ekonomski uspeh vedno bolj odvisen od pridobivanja, upravljanja in izkoriščanja znanja. Vlaganja v R in R so potrebna za zagotavljanje znanja in inovacij v industriji, z druge strani pa je znanje nujno potrebno za ustvarjanje blagostanja. S tem se krog sklene in v R in R lahko priteče svež privatni kapital.

Kaj lahko pridobi evropska industrija z izkoriščanjem svoje strokovnosti na področju nanoznanosti, da bi ustvarjala proizvode in storitve, ki služijo povečanju blagostanja? Izraba moči znanja, ki leži na področju nanotehnologije, je ključnega pomena za pridobitev novega zagona v industrijskih panogah, ki glede na ostro mednarodno konkurenco niso več konkurenčne, kakor tudi za vzgojitev nove evropske, na znanju temelječe vrste industrij.

Potreben je enoten in celosten pristop²⁹ k politiki inovacij. Razvit bo v okviru prihajajočega Inovacijskega akcijskega načrta³⁰ (angl. Innovation Action Plan). Poleg skupnih dejavnikov³¹, ki so ključnega pomena za R in R, vključno z delujočimi in konkurenčnimi trgi, davčno politiko, ki podpira inovacije, finančnimi instrumenti³², usposobljenimi človeškimi viri, javno-privatnim partnerstvom in infrastrukturo, moramo v nanotehnologiji paziti še na tri dodatne faktorje: patentiranje bazičnega znanja, regulativo in metrologijo.

3.5.1. Priložnosti in izzivi za obstoječo industrijo

Nanotehnologija pomeni veliko priložnost, da podjetja začno uvajati inovacije, bodisi postopno, bodisi naenkrat. Prav tako pa bodo seveda mnoga podjetja postala ranljiva spričo dejstva, da potencialov morda ne bodo uvidela dovolj zgodaj in jim bo zato pretela izguba konkurenčnosti. Razmere v Evropi so takšne, da se ne podpira in ne spodbuja prevzemanja tveganj na področjih, kakršno je nanotehnologija. To utegne biti odločilnega pomenaskupaj z ugodnimi razmerami za inovacije.

Evropska industrija posluje v ostrem konkurenčnem okolju. Zaradi različnih razlogov so podjetja morda pod-kapitalizirana in lahko za R in R in inovacije namenijo le omejena sredstva. Nedavni podatki kažejo, da znašajo celotna zasebna vlaganja v R in R v Evropi 1,09 % BDP, v ZDA in na Japonskem pa 1,85 % oziroma 2,2 %³³. Čeprav ni podatkov samo za področje nanotehnologije, lahko predpostavimo, da je delež industrijskih vlaganj v nanotehnologijo v Evropi sorazmerno manjši kakor v ZDA in na Japonskem.

²⁹ "Politika inovativnosti: posodobitev pristopa Skupnosti v okviru Lizbonske strategije" COM(2003) 112

³⁰ Glej <http://europa.eu.int/comm/enterprise/innovation/index.htm>

³¹ Glej npr. "Vlaganje v raziskovanje: Akcijski načrt za Evropo" COM(2003) 226

³² Glej npr. "Dostop do sredstev za mala in srednje velika podjetja" COM(2003) 713

³³ Evropska komisija "Key Figures 2003-2004" (2003)

3.5.2. *Ustanavljanje podjetij in rizični kapital na področju nanotehnologije*

Večina vej nanotehnologije je še na zgodnjih razvojnih stopnjah in uspešni raziskovalci pogosto postanejo podjetniki, ki ustanovijo nova podjetja. Od stotin takšnih podjetij, ki so nastala v zadnjih letih, jih je polovica v ZDA, v Evropi pa le četrtnina³⁴. Če upoštevamo, da sta v Evropi v malih in srednje velikih podjetjih zaposleni dve tretjini delovne sile, je očitno, da bo treba vložiti več navora v vzpodbujanje ustvarjanja novih in inovativnih podjetij³⁵.

Banke in vlagatelji rizičnega kapitala so pri vlaganju v tvegane posle zelo previdni, še posebej ko gre za področja, za katera menijo, da vsebujejo visoka tehnološka tveganja, kjer je negotov čas do začetka trženja, ali pa bi lahko imela negativne etične vplive ali posledice na zdravje ljudi in okolje. Za dokazovanje lastništva nad znanjem so navadno potrebni patenti, novi podjetniki pa ne le, da morajo biti v ospredju nanotehnološkega razvoja, ampak morajo poznavanje vsebine združiti s preudarnim vodenjem in poslovno strategijo.

Novi podjetniki se pogosto pritožujejo, da jim ponujajo posojilo (namesto rizičnega kapitala) in da ne dobijo ustrezne podpore pri vodenju, kar povečuje njihovo izpostavljenost in zaznavanje tveganja. Navkljub tehnološki uspešnosti se lahko zgodi, da novoustanovljena podjetja propadejo zaradi nedoseganja finančne prelomne točke – takoimenovana »dolina mrtvih«. Za nanotehnologijo, kjer je pri R in R potrebna dolgoročna obveza, je to vprašanje lahko usodno. Pri tem ima lahko pomembno vlogo Evropska investicijska banka (EIB), s tem da zagotovi posojila in omogoči kapitalsko okrepitev podjetij, ki se ukvarjajo z nanotehnologijo.

3.5.3. *Patentiranje*

Lastništvo znanja na podlagi industrijskih patentnih pravic (IPR) je ključno za konkurenčnost industrije tako, kar se tiče privabljanja začetnega vlaganja, kot tudi za zagotavljanje prihodnjih virov prihodkov. Število patentov na področju nanotehnologije že od zgodnjih osemdesetih neprestano narašča. Združeno upravljanje IPR lahko pomeni pravi izziv na področju, kakršno je nanotehnologija, kjer se zaradi interdisciplinarosti področja srečujejo raziskovalci in industrialci iz različnih kultur in navad.

Zaradi pomembnosti znanja nanotehnologija sproža nekatera osnovna vprašanja o tem, kaj mora biti in kaj ne bi smelo biti patentirano (npr. na nivoju posameznih molekul). Strinjanje glede načel in definicij na evropski ravni – v idealnem primeru na svetovni – bo imelo ključno vlogo pri vzdrževanju zaupanja investorjev in pri izogibanju izkrivljanj, do katerih lahko pride zaradi različnih lokalnih obravnjav ali razlag IPR.

3.5.4. *Regulativa*

Primerna in pravočasna regulativa na področju javnega zdravja, varstva potrošnikov in varovanja okolja je ključnega pomena za pridobitev zaupanja s strani potrošnikov,

³⁴ “ Little science, big bucks (Malo znanosti, veliko kozlov)”, revija Nature Biotechnology, zvezek 21, številka 10, oktober 2003, str. 1127

³⁵ “Akcijski načrt: Evropska agenda za podjetništvo” COM(2004) 70

delavcev in investitorjev. Že obstoječo regulativo je treba kar najbolj izkoristiti. Vendar pa posebna narava nanotehnologije zahteva ponovno preučitev in verjetno tudi revizijo obstoječe regulative. K temu je treba pristopiti proaktivno. Podlago za nadaljnje aktivnosti v tej smeri pomeni nadgrajevanje znanja zR in R na področju nanoznanosti, in sicer tako na evropski kot na nacionalni ravni.

Usklajena regulativa ima ključno vlogo pri čim večjem zmanjšanju tveganj za zdravje in varovanje okolja, poleg tega pa tudi skrbi za zagotavljanje doslednosti in izogibanje tržnim deformacijam. Obstoječa regulativa se pogosto opira na parametre, ki se utegnejo izkazati kot neprimerni za določene primere v nanotehnologiji, kot na primer nevezani nanodelci. Tako so na primer pragovi pogosto definirani glede na obseg proizvedenih količin (prostornina ali masa); pri količinah pod pragom je snov izvzeta iz zakonskega urejanja. Treba je ponovno pregledati ustreznost sedanjih pragov ter jih, če je potrebno, spremeniti.

3.5.5. *Metrologija in standardi*

Za zagotovitev realizacije tržnega potenciala nanotehnologije v Evropi bosta industrija in družba potrebovali zanesljive in kvantitativne metode označevanja in metode merjenja, ki bodo dale ustrezno podstat konkurenčnosti in zanesljivosti prihodnjih proizvodov in storitev. Treba je razviti metrologijo in standarde, da bi pospešili hiter razvoj tehnologije in uporabnikom vlili potrebno zaupanje v uspešnost njihovih proizvodnih procesov in proizvodov.

Inovativne izboljšave na področju merskih tehnik so potrebne za obvladovanje zahtev na področju nanotehnologije. To področje aktivnosti pomeni svojevrsten izziv. Pri nano-razdaljah je težko izločiti vpliv motilnih učinkov merskih inštrumentov na rezultat meritve. Za določena področja metrologije ustrezne priprave trenutno enostavno niso na voljo. Potrebne so precejšnje pred-normativne raziskave in razvoj, če želimo zadostiti potrebam industrije v smislu hitrih meritev in kontrole. Evropski odbor za standardizacijo (angl. European Committee for Standardisation (CEN)³⁶) je nedavno ustanovil delovno skupino, posvečeno nanotehnologiji.

Aktivnosti: Izboljšave v industriji: od znanja do tehnologije

4. Zavedajoč se koristi usklajenega pristopa za spodbujanje inovacij in podjetništva na področju nnaotehnologije v Evropi, Komisija:

(a) poziva države članice, da ustvarijo razmere, ki bodo spodbujale vlaganja v R in R s strani industrije in novih inovativnih podjetij, v skladu z lizbonskimi cilji;

(b) izpostavlja potrebo po poglobljeni preučitvi možnosti in pogojev za uspešno izrabo nanotehnologije v industriji;

(c) spodbuja Evropsko investicijsko banko in Evropski investicijski sklad, da bi prispevala k okrepitvi kapitalske podlage za inovacije v nanotehnologiji in poziva države članice, da raziščejo možnosti izrabe Strukturnih skladov za izvedbo R in R pobud na regionalni ravni;

³⁶ Za nadaljnje informacije glej <http://www.cenorm.be/> (Resolucija CEN, BT C005/2004)

- (d) razume močan, usklajen in dosegljiv okvir IPR kot ključni dejavnik za pospeševanje prenosa tehnologije in inovacij v prakso;
- (e) poziva države članice, da vzpostavijo tesnejše sodelovanje med patentnimi uradi za učinkovitejši globalni patentni sistem³⁷;
- (f) poziva države članice, da spremenijo obstoječo regulativo, da biupoštevala specifičnosti nanotehnologije, in sprejmejo skupen pristop;
- (g) poziva države članice, da okrepijo in koordinirajo aktivnosti na področju metrologije, standardov in normativov ter s tem povečajo konkurenčnost evropske industrije.

3.5. Vključitev družbene komponente

Nekateri očitajo znanstveni skupnosti, da je preveč oddaljena od mehanizmov demokracije, saj ljudje znanosti ne razumejo, ne znajo prav primerjati nevarnosti in tveganj napram potencialnim koristim, poleg tega pa imajo občutek izključenosti in nemoči, ker se jim zdi, da nimajo možnosti nadzora. Medtem ko potencialne aplikacije nanotehnologije lahko izboljšajo kvaliteto življenja, pa so z njimi morda povezana tudi tveganja, podobno kot pri katerikoli drugi novi tehnologiji. To dejstvo je treba na glas povedati in raziskati. Obenem je treba ustrezno oceniti in obravnavati dojemanje nanotehnologije in z njo povezanih tveganj v javnosti.

Naš skupni interes je zavzeti ustrezno proaktivno držo ter v R in R polno vključiti možne pomisleke s strani javnosti ter raziskati koristi, tveganja in globlje vplive na družbo. Kot smo že ugotovili³⁸, je to treba izvesti čimprej, ne pa pričakovati, da bo javnost naknadno enostavno sprejela dejstva, pred katera bo postavljena. V tem smislu zapletena in nevidna narava nanotehnologije pomeni poseben izziv za znanstvenike in za komunikatorje tveganj.

3.5.1. *Odgovoren razvoj nanotehnologije*

Upoštevati je treba etična načela in jih, kadar je to primerno, zakonsko uveljaviti. Ta načela so zapisana v Evropski listini temeljnih pravic³⁹ ter v drugih evropskih in mednarodnih listinah⁴⁰. Upoštevati je treba tudi mnenje Evropske skupine za etiko⁴¹ (angl. European Group of Ethics, EGE), ki preučuje etične vidike uporabe nanotehnologije v medicini.

Med osnovne etične vrednote sodijo: načelo upoštevanja dostojanstva; načelo posameznikove avtonomije; načelo pravičnosti in načelo dobrodelnosti; načelo svobode pri raziskovanju; in načelo proporcionalnosti. Treba je razumeti pomen naštetih načel v povezavi z uporabo nanotehnologije pri aplikacijah, povezanih z

³⁷ Glej končni komunikate srečanja OECD-jevega Komiteja za znanstveno in tehnološko politiko na ministrski ravni, 29. - 30. januar 2004 (glej <http://www.oecd.org/>)

³⁸ Glej npr. "Nanotehnologija: Revolucionarne priložnosti in vplivi na človeško družbo", 3. združena EC-NSF delavnica na temo nanotehnologije, Lecce, Italija (2002), in "Socio-ekonomski izzivi nanotehnologije", ESRC, UK (2003)

³⁹ Glej http://www.europarl.eu.int/charter/default_en.htm

⁴⁰ Glej http://europa.eu.int/comm/research/science-society/ethics/legislation_en.html

⁴¹ Glej http://europa.eu.int/comm/european_group_ethics/index_en.htm

ljudmi, in pri tistih, ki neposredno niso povezane z ljudmi. Poleg tega je treba upoštevati, da lahko določene aplikacije, kot so na primer miniaturni senzorji, posebej vplivajo na varovanje zasebnosti in osebnih podatkov.

Neobhodno potreben je odprt, sledljiv in preverljiv razvoj nanotehnologije v skladu z demokratičnimi načeli. Navkljub nekaterim pozivom po moratoriju na področju nanotehnološkega raziskovanja, je Komisija prepričana, da bi bilo to nadvse neprimerno. Povzročilo bi vnaprejšnje odrekanje možni družbeni dobrobiti. Lahko pa bi tudi pripeljalo do ustanavljanja »tehnoloških paradižev«, tj. točk, kjer bi raziskovanje potekalo brez zakonskih okvirov in bi bile odprte možnosti za zlorabe. Posledična nezmožnost za spremljanje dogajanj in posredovanje v takih okoliščinah bi lahko pripeljala do še hujših posledic. Načelo previdnosti⁴², kot smo ga uporabljali doslej, bi se lahko uporabljalo v primerih ali ob dogodkih, ko se ugotovi resnično in resno tveganje.

3.5.2. *Informiranje, komuniciranje in dialog: Razumeti nevidno*

»Kaj je nanotehnologija?« Mnenjska anketa iz leta 2001⁴³, ki je zajela prek 16.000 oseb, kaže, da je razumevanje nanotehnologije med prebivalstvom zelo slabo. Ker gre za kompleksno področje in za zadeve, ki se nanašajo na sfero »nevidnega«, je nanotehnologija koncept, ki ga javnost težko dojame. Časopisni naslovi, ki govorijo o npr. »samo-razmnožujočih se nano-robotih« in ki precej presegajo naše sedanje zmogljivosti, se jih pa pogosto predstavlja kot primer neposredne nevarnosti, kažejo, da je nujno treba seznaniti javnost z današnjim stanjem razvoja nanotehnologije in o njenih možnih aplikacijah. Tako je na primer »nanoVoziček«⁴⁴ odličan primer, kako se lahko izboljša zavest javnosti o nanotehnologiji.

Brez večjih naporov na področju komuniciranja bi nanotehnološke inovacije lahko naletele na negativen odziv javnosti. Nujno potreben je dejanski dvosmerni dialog, prek katerega se bodo upoštevala stališča najširše javnosti in ki bo vplival na sprejemanje bodočih odločitev v zvezi s politiko raziskav in razvoja⁴⁵. Javno zaupanje in sprejemanje nanotehnologije bosta ključnega pomena za njen dolgoročni razvoj in bosta tudi omogočila, da iz njenih potencialno koristnih plati potegnemo dobiček. Očitno je, da bo znanstvena skupnost morala izboljšati svoje spretnosti komuniciranja.

Aktivnosti: Vključevanje družbene komponente

5. S poudarkom na potrebi, da se družbenim vidikom nanotehnologije posveti ustrezna pozornost, Komisija:

(a) poziva države članice, da si prizadevajo za odprt in pro-aktiven pristop do vodenja R in R na področju nanotehnologije in s tem zagotovijo ustrezno javno zavest, informiranost javnosti in njeno podporo;

⁴² "Sporočilo Komisije o načelu previdnosti" COM(2000) 1

⁴³ Evropska komisija "Evropejci, znanost in tehnologija" Eurobarometer 55, 2. december 2001

⁴⁴ Za nadaljnje informacije glej <http://www.nanotruck.net>.

⁴⁵ "Znanost in družba – Akcijski načrt", COM(2001) 714

(b) spodbuja dialog z državljani/potrošniki ES, da bi omogočili informirano presojanje o R in R na področju nanotehnologije, ki bo temeljilo na nepristranskih informacijah in izmenjavi idej;

(c) ponovno potrjuje svojo zavezanost etičnim načelom, da bi zagotovili potek R in R na področju nanotehnologije na odgovoren in transparenten način.

4. ZDRAVJE LJUDI, VARNOST, VAROVANJE OKOLJA IN VARSTVO POTROŠNIKOV

Znanstveno raziskovanje in ocenjevanje možnih tveganj za zdravje ljudi ali okolje, povezanih z nanotehnologijo, morata spremljati R in R in tehnološki napredek. Poteka že nekaj namenskih študij, s katerimi naj bi ocenili potencialna tveganja, ki se obravnavajo tudi v okviru IP-jev programa FP6 ter projektov NE na področju nanotehnologije. Poudariti je treba, da se zaradi svoje majhnosti nanodelci lahko obnašajo tudi nepredvidljivo⁴⁶. Predstavljajo lahko poseben izziv, na primer pri proizvodnji, odlaganju, rokovanju, skladiščenju in transportu. Za določitev ustreznih parametrov in pripravo regulative so potrebne raziskave in razvoj, pri čemer je treba upoštevati celotno verigo vključenih členov, od raziskovalcev in delavcev do potrošnikov. R in R mora upoštevati tudi vpliv nanotehnologije med celotnim življenjskim ciklom izdelkov, na primer z uporabo ustreznih orodij za ocenjevanje. Ker so vsa ta vprašanja svetovnega pomena, bi bilo koristno združiti znanje in napore na mednarodni ravni.

Gledano posplošeno so zdravje ljudi, varovanje okolja in varstvo potrošnikov področja, ki terjajo od vseh vpletenih pri razvoju nanotehnologije – vključno z raziskovalci, razvijalci, proizvajalci in distributerji – da obravnavajo možna tveganja vnaprej in to čimprej, na podlagi verodostojnih znanstvenih podatkih in analizah ob uporabi ustreznih metodologij. To pomeni določen izziv, saj je napovedovanje lastnosti proizvodov, temelječih na nanotehnologiji, težko, kajti obenem je treba upoštevati pravila klasične fizike in kvantno-mehanske pojave. Izdelava neke substance s pomočjo nanotehnologije je postopek take vrste, da ga je na več načinov mogoče primerjati z ustvarjanjem nove kemijske spojine. Zato lahko pričakujemo, da bo preučevanje možnih tveganj nanotehnologije za javno zdravje, okolje in potrošnika zahtevalo ovrednotenje možnosti za ponovno uporabo obstoječih podatkov in pridobivanje novih podatkov o toksičnosti in ekotoksičnosti, specifičnih za nanotehnologijo (vključno z odzivi na povečevanje doze in podatki o izpostavljenosti snovem). S tem se kaže tudi potreba po pregledu in, če bo to potrebno, prilagoditvi metod za določanje tveganj. V praksi zahteva obravnavanje potencialnih tveganj, povezanih z nanotehnologijo, vključevanje ocenjevanja tveganj v vsaki fazi življenjskega cikla proizvoda, ki temelji na nanotehnologiji.

Aktivnosti: Javno zdravje, varnost, zaščita okolja in varstvo potrošnikov

6. Komisija za visoko raven javnega zdravja, varnosti ter zaščite okolja in varstva potrošnikov poudarja potrebo po:

⁴⁶

Glej npr. projekte, financirane s sredstvi ES: Nanopatologija "The role of nano-particles in biomaterial-induced pathologies" (QLK4-CT-2001-00147); Nanoderm "Quality of skin as a barrier to ultra-fine particles" (QLK4-CT-2002-02678); Nanosafe "Risk assessment in production and use of nano-particles with development of preventive measures and practice codes" (G1MA-CT-2002-00020)

(a) ugotavljanju in obravnavi vprašanj varnosti oz. tveganj (stvarnih ali dozdevnih) na najzgodnejši možni stopnji;

(b) okrepitvi podpore za vključitev zdravja, okolja, tveganj in drugih sorodnih vidikov v aktivnosti R IN R skupaj s specifičnimi študijami;

(c) podpori pridobivanju podatkov o toksičnosti in ekotoksičnosti (vključno s podatki o odzivih na določene doze) in ovrednotenju potencialnih obremenitev človeka in okolja.

Komisija poziva države članice k prizadevanju za:

(d) prilagoditev postopkov za ocenjevanje tveganj, če je to potrebno, da bi upoštevali specifična vprašanja, povezana z uporabo nanotehnologije;

(e) integracijo ocenjevanja tveganj za zdravje ljudi, okolje ter potrošnike in delavce na vseh stopnjah življenjskega cikla tehnologije (vključno z zasnovami, R in R, proizvodnjo, distribucijo, uporabo in odlaganjem odpadkov).

5. NADALJNI KORAK: MEDNARODNO SODELOVANJE

Mednarodno sodelovanje je ključno sredstvo za napredek na področju R in R. Okvirni raziskovalni program FP6, na primer, je odprt za ves svet, saj omogoča, da raziskovalne skupine iz skoraj vseh dežel sodelujejo pri raziskovalnih projektih. To je za področje nanotehnologije še posebej pomembno, saj področju manjka še veliko osnovnega znanja ter je še polno znanstvenih in tehničnih izzivov, zato je potrebna svetovna kritična masa. Mednarodno sodelovanje lahko s hitrejšim premagovanjem vrzeli v znanju pospeši R in R ter, na primer, tlakuje pot na področju novih metroloških postopkov in normativov.

Mnoge države so že podpisale sporazume o znanstvenem in tehnološkem sodelovanju z EU, ki vključuje tudi nanotehnologijo. Obstaja tudi izvedbeni sporazum med Evropsko komisijo (EK) in ameriško (ZDA) Nacionalno znanstveno fundacijo (angl. National Science Foundation, NSF) ter sporazum z Ministrstvom za znanost in tehnologijo (MOST, Kitajska). Takšni izvedbeni sporazumi ustvarjajo okvir za povečanje sodelovanja in omogočajo sprožitev skupnih pobud. Od leta 1999 potekajo koordinirani razpisi projektov EK-NSF in v tej navezi poteka že okrog 20 projektov.

Izhajajoč iz izkušenj programa FP6 lahko ugotovimo, da je treba okrepiti mednarodno sodelovanje na področju nanoznanosti in nanotehnologije tako z državami, ki so ekonomsko gledano pred nami (delitev znanja in pridobivanje kritične mase) kot tudi z državami, ki zaostajajo (da zagotovimo njihov dostop do znanja in se vnaprej izognemo možnosti »apartheida na področju znanja«). V dobro vseh državljanov je nujno treba deliti vedenje o zdravstvenih, varnostnih in okoljskih vidikih nanotehnologije.

Skupna načela za R in R na področju nanotehnologije bi bila lahko zapisana v prostovoljnem okviru (npr. »kodeks primerne vedenja«), s čimer bi se EU zblížala z drugimi državami, ki so dejavne na področju nanotehnologije in z nami delijo

zavezo za njen odgovoren razvoj. Uvodna izmenjava mnenj s predstavniki ZDA, Japonske, Švice in Rusije je v tem pogledu nadvse vzpodbudna in bi lahko tlakovala poti za prihodnje pobude.

Aktivnosti: Mednarodno sodelovanje

7. Komisija bo v skladu v svojimi mednarodnimi obveznostmi in še posebej s tistimi, ki se nanašajo na Svetovno trgovinsko organizacijo , podpirala:

(a) mednarodne razprave in dogovore o vprašanjih, ki so svetovnega pomena, kot je na primer javno zdravje, varnost, okolje, varstvo potrošnikov, ocenjevanje tveganj, načini zakonskega urejanja, metrologija, nomenklatura in normativi;

(b) dostopnost osnovnega znanja manj industrializiranim državam, da bi s tem prispevala k preprečevanju kakršnegakoli »apartheida na področju znanja«;

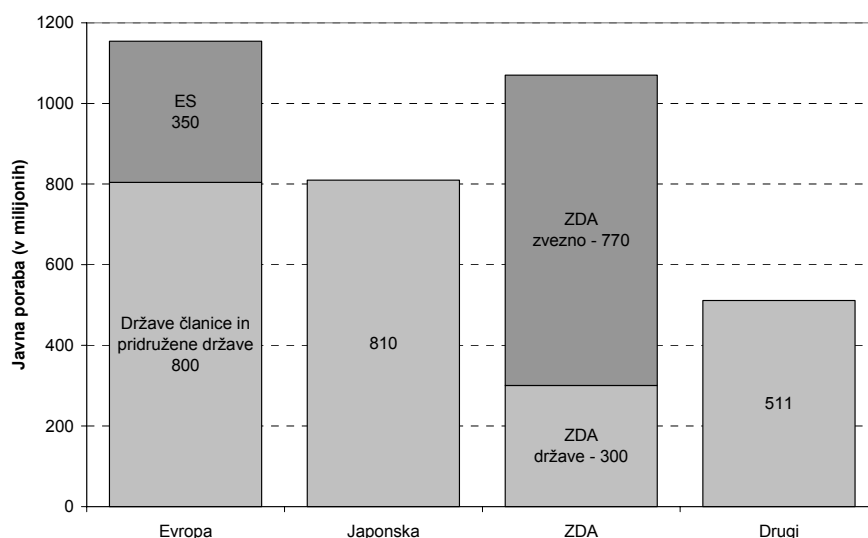
(c) nadzor in deljenje informacij, povezanih z znanstvenim, tehnološkim, ekonomskim in družbenim razvojem nanotehnologije;

(d) pripravo mednarodnega »kodeksa primernega vedenja«, da bi tako zagotovili svetovni dogovor glede osnovnih načel odgovornega razvoja nanotehnologije.

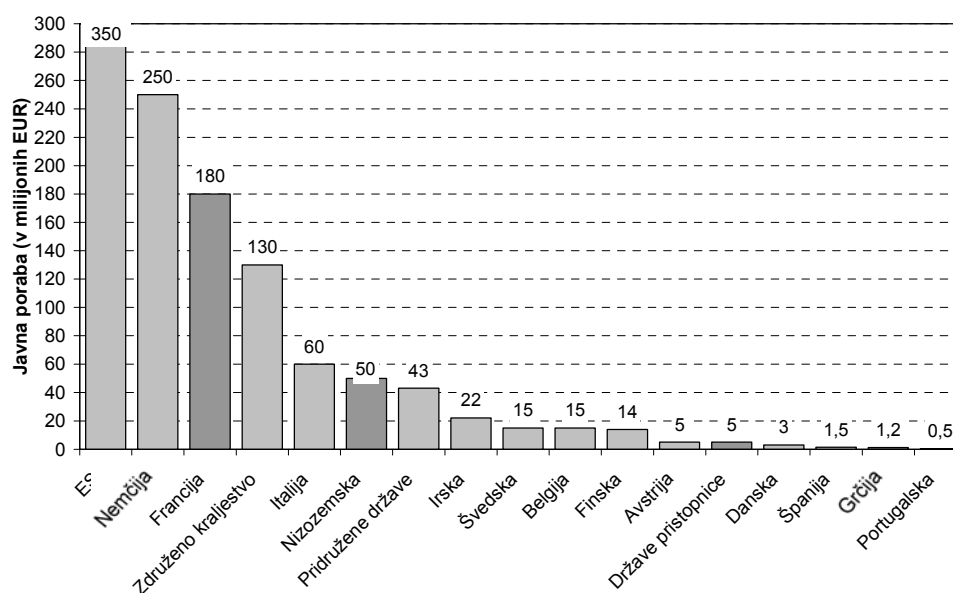
Priloga: Ocena javnih vlaganj v nanotehnologijo

(Opomba: V nadaljevanju predstavljeni podatki izvirajo iz različnih virov⁴⁷)

Slika 1: Celoten obseg javne porabe za področje nanotehnologije v letu 2003 za: Evropo (vključno s Švico, Irsko in Norveško, ki so pridružene države k FP6), Japonsko, ZDA in druge države (1 evro = 1\$).



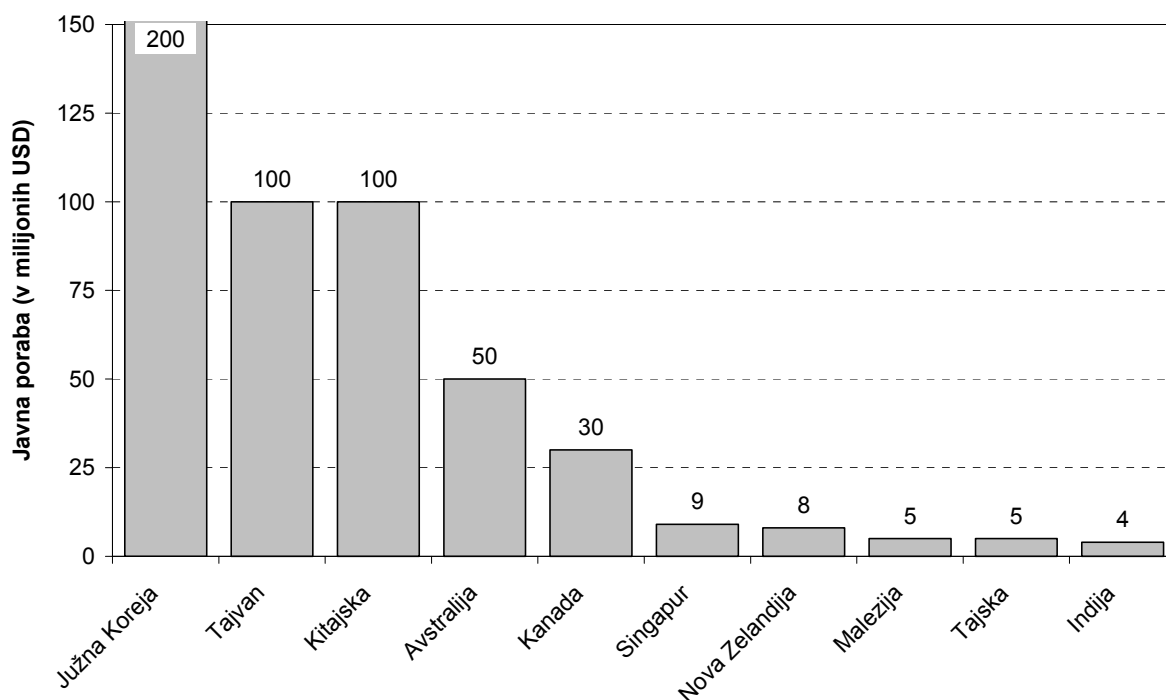
Slika 2: Raven financiranja za EU-15 skupaj z nekaterimi državami pristopnicami (Češka, Litva, Latvija, Slovenija) in glavnimi pridruženimi državami (Švica, Irsko in Norveška) in ES v absolutnih vrednostih (v €) za leto 2003.



⁴⁷

Azija (APNF, ATIP, nABACUS); Evropa (Bundesministerium für Bildung und Forschung (Nemčija), Enterprise Ireland, Generalni sekretariat za raziskovanje (Grčija), Inspection générale de l'administration de l'éducation nationale et de la recherche (France), Nanoforum, Nacionalne kontaktne točke, Podatkovna baza za nanotehnologijo CORDIS, različni viri); ZDA (NSF); druge države (različni viri).

Slika 3: Raven financiranja v večjih tretjih državah (razen ZDA in Japonske) pri programih na področju nanotehnologije v absolutnih vrednostih (ameriški dolarji) za leto 2003. Pri branju navedenih podatkov je treba imeti v mislih razlike v kupni moči, ki so lahko zelo velike.



Slika 4: Primerjava višine financiranja med ES-15, ES-25, nekaterimi državami pristopnicami (Češka, Litva, Latvija, Slovenija), glavnimi pridruženimi državami programa FP6 (Švica, Irska in Norveška), ZDA in Japonska na prebivalca, za leto 2003 (1€ = 1\$).

