EUROPOS BENDRIJŲ KOMISIJA

Briuselis, 12.5.2004
KOM(2004) 338 galutinis

KOMISIJOS KOMUNIKATAS

Kelias į Europos nanotechnologijos strategiją

TURINYS

Santrauka ... 3
1. Įvadas ... 4
1.1. Kas yra nanotechnologija? ... 4
1.2. Kodėl nanotechnologija svarbi? ... 4
1.3. Kurį metodą reikėtų pasirinkti, norint užtikrinti, kad nanotechnologija būtų saugi? ... 6
2. Nanotechnologijos MT ir TP finansavimas ir veikla pasaulyje ... 7
2.1. Nanotechnologijos MT ir TP trečiosiose šalyse ... 7
2.2. Nanotechnologijos MT ir TP Europoje ... 8
3. Kelias į begaliniai mažą pasaulį: penki pažangos skatinimo varikliai ... 9
3.1. Moksliniai tyrimai ir plėtra: postūmį užtikrinančių veiksnių stiprinimas ... 10
3.2. Infrastruktūra: Europos „Aukštos kokybės poliai“ ... 13
3.3. Investicijos į žmogiškuosius išteklius ... 15
3.4. Pramonės naujovės, nuo žinių prie technologijos ... 17
3.5. Visuomenės dimensijos integravimas ... 20
4. Visuomenės sveikata, sauga, aplinkos ir vartotojų apsauga ... 22
5. Tolesnis žingsnis: tarptautinis bendradarbiavimas ... 23
Priedas: Nanotechnologijos finansavimas iš viešųjų šaltinių ... 25

SANTRAUKA

Nanomokslai ir nanotechnologijos – tai naujas požiūris į mokslinius tyrimus ir technologijų plėtrą (MT ir TP), kuriuo siekiama valdyti pamatinę medžiagos struktūrą ir elgseną atomų ir molekulių lygiu. Šios sritys atveria galimybes suprasti naujus reiškinius ir sukurti naujas materijos ypatybes, kurias galima panaudoti mikrolygiu ir makrolygiu. Nanotechnologija jau pradedama taikyti, ir ji turės įtakos kiekvieno piliečio gyvenime.

Per pastarąjį dešimtmetį Europos Sąjunga (ES) sukūrė stiprų nanomokslų žinių pagrindą. Kyla abejonių, ar mes sugebėsime išlaikyti šias pozicijas kyla abejonių, nes ES investuoja santykinai mažiau negu jos pagrindiniai konkurentai, ir ji neturi pasaulinės klasės infrastruktūros („aukštos kokybės polių“), kuri galėtų sukaupti būtiną kritinę masę. Tai yra faktas, nors investicijos į nacionalines ES programas sparčiai, nors ir atsietai auga.

Europos pranašumas nanomoksluose galų gale turi atsiskleisti komerciniuose gaminiuose ir procesuose. Nanotechnologija iškyla kaip viena iš perspektyviausių ir sparčiai besiplėtojančių MT ir TP sričių, kurios suteikia naują postūmį dinamiškiems žiniomis pagrįstiems Lisabonos proceso tikslams. Tačiau nepaprastai svarbu, kad būtų sukurta naujovių diegimui palanki aplinka, visų pirma, mažoms ir vidutinėms įmonėms (MVĮ).

Nanotechnologija turi būti plėtojama saugiai ir atsakingai. Būtina laikytis etikos principų, moksliškai analizuoti galimus pavojus sveikatai, saugai ir aplinkai, taip pat ir siekiant sukurti teisinę bazę. Būtina ištirti poveikį visuomenei ir į jį atsižvelgti. Svarbu palaikyti dialogą su visuomene, nes tai padeda sutelkti dėmesį į tikrai rūpimas problemas, o ne į „mokslinės fantastikos“ scenarijus.

Šiame komunikate siūlomi integruoto pobūdžio veiksmai, kurie palaikytų ir sustiprintų Europos nanomokslų ir nanotechnologijų MT ir TP. Jame nagrinėjamos problemos, kurios yra svarbios tam, kad, vykdant mokslinius tyrimus ir technologijų plėtrą, būtų kuriamos ir visuomenei naudingai panaudojamos žinios. Šiuo požiūriu kaip tik laikas pradėti diskusijas institucijų lygiu, kad būtų imtasi nuoseklių veiksmų siekiant:

– padidinti investicijas ir pagerinti MT ir TP koordinavimą, kad nanotechnologijos būtų geriau panaudojamos pramonėje, išlaikant mokslinį pranašumą ir konkurenciją;

– sukurti pasaulinės klasės konkurencingą MT ir TP infrastruktūrą („aukštos kokybės polius“), kuri atsižvelgtų ir į pramonės, ir į mokslinių organizacijų poreikius;

– skatinti mokslinių darbuotojų tarpdisciplininį švietimą bei mokymą ir didesnius jų sugebėjimus verslo srityje;

– užtikrinti palankias sąlygas technologijos ir naujovių perdavimui, kad Europos MT ir TP pranašumai atsiskleistų gerovę kuriančiuose produktuose ir procesuose;

– ankstyvoje stadijoje į MT ir TP integruoti visuomenei svarbius aspektus;

– iš anksto spręsti visus galimus pavojus visuomenės sveikatai, saugai, aplinkai ir vartotojams, renkant duomenis, kurių reikia rizikos vertinimui, integruojant rizikos vertinimą į kiekvieną nanotechnologija pagrįstų produktų gyvavimo ciklą, atitinkamai pritaikant esamus ir kuriant naujus metodus;

– papildyti minėtus veiksmus bendradarbiavimo ir kitomis atitinkamomis iniciatyvomis tarptautiniu lygiu.

Šiame komunikate aprašyti veiksmai taip pat atitinka Europos Vadovų Tarybos, 2000 m. posėdžiavusios Lisabonoje ir paskelbusios įsipareigojimą plėtoti dinamišką žiniomis pagrįstą ekonomiką bei visuomenę, Europos Vadovų Tarybos, 2001 m. posėdžiavusios Geteborge ir nustačiusios darnaus vystymosi tikslą, ir Europos Vadovų Tarybos, 2002 m. posėdžiavusios Barselonoje ir nustačiusios tikslą skirti 3% BVP moksliniams tyrimams finansuoti[1], sprendimus. Jie taip pat prisideda prie Europos mokslinių tyrimų erdvės (ERA) plėtojimo[2] ir kartu juo remiasi.

1. ĮVADAS

1.1. Kas yra nanotechnologija?

Šis terminas yra kilęs iš graikų kalbos žodžio, reiškiančio „neūžauga“, moksle ir technologijoje priešdėlis „nano“ reiškia 10^{-9}, t. y. vieną milijardinę (= 0.000000001) dalį. Vienas nanometras (nm) sudaro vieną milijardinę dalį metro, dešimtimis tūkstančių kartų mažesnę už žmogaus plauko storį. Terminas „nanotechnologija“ čia vartojamas kaip grupinis terminas, kuriuo žymimos įvairios nanomokslų ir nanotechnologijų šakos.

Terminas „nanotechnologija“ reiškia mokslą ir technologiją atomų ir molekulių nanomastu ir mokslinius principus bei naujus požymius, kuriuos galima suprasti ir suvokti, tik mąstant šiai sričiai būdingomis sąvokomis. Paskui tokius požymius galima stebėti ir panaudoti mikromastu ir makromastu, pavyzdžiui, kuriant medžiagas ir prietaisus, galinčius atlikti naujoviškas funkcijas ir duoti visiškai naujus rezultatus.

1.2. Kodėl nanotechnologija yra svarbi?

Nanomokslas dažnai aprašomas kaip „horizontalus“, „pagrindinis“ arba „teikiantis galimybes“, kadangi jis prasiskverbia praktiškai į visus technologijos sektorius. Dažnai nanomoksle sueina kelios skirtingos mokslo sritys, jame taikomi tarpdisciplininiai arba „konvergencijos“ metodai, leidžiantys sukurti naujoves, kurios gali padėti spręsti daugelį šių dienų visuomenei iškylančių problemų, tokias kaip:

– **medicinoje naudojamas priemones,** tarp jų, pavyzdžiui, diagnostines miniatiūrines priemones, kurias galima implantuoti ir diagnozuoti ligą

---

1 Pirmininkaujančios šalies išvadas galima parsisiųsti iš http://ue.eu.int/en/Info/eurocouncil/index.htm

2 „Europos mokslinių tyrimų erdvė: Naujo postūmio suteikimas – Stiprinimas – Perorientavimas – Naujų perspektyvų atvėrimas” KOM(2002) 565 galutinis.

ankstyvoje stadijoje. Nanotechnologija pagrįstos dangos gali pagerinti implantų biologinį aktyvumą ir suderinamumą. Savaime susidarantys karkasai paruošia dirvą naujoms audinių ir biologines ypatybes imituojančių medžiagų inžinerijos kartoms, vedančioms tolesnėje ateityje į organų pakaitalų sintetinimą. Kuriamos naujoviškos vaistų padavimo į tikslią organizmo vietą sistemos; pastaruoju metu nanodalelės gali gydyti auglius, nukreipiant jas tiesiai į auglio ląsteles, pavyzdžiui, šildant;

– **informacines technologijas,** įskaitant didelio įrašų tankumo (pavyzdžiui, 1 terabitas/ kv. colis) duomenų saugojimo terpes ir naujas lanksčių plastikinių displėjų technologijas. Tolesnėje ateityje molekulinės arba biomolekulinės nanoelektronikos, spintronikos ir kvantinio skaičiavimo įgyvendinimas galėtų atverti naujus kelius, vedančius toliau nei dabartinė kompiuterinė technologija;

– **energijos gamybai ir saugojimui** gali būti naudingos, pavyzdžiui, naujos kuro ląstelės ar lengvasvorės nanolygiu struktūruotos kietosios medžiagos, kurios turi didelį potencialą našiai saugoti vandenilį. Kuriamos našios ekonomiškos saulės baterijos (pvz., saulės energijos „dažai“). Tikimasi, kad nauji nanotechnologijos pasiekimai padės taupyti energiją, nes bus galima pagerinti izoliaciją, energijos perdavimą ir užtikrinti našesnį apšvietimą;

– **medžiagų moksle** naudojant nanotechnologiją pasiekiama toli siekiančių rezultatų, kurie darys poveikį faktiškai visuose sektoriuose. Nanodalelytės jau naudojamos medžiagoms stiprinti arba kosmetikos funkcionalumui padidinti. Naudojant nanostruktūras, galima pakeisti paviršius ir padaryti juos nesibraižančius, nešlampančius, švarius ir sterilius. Organinių molekulių implantavimas, taikant paviršiaus nanostruktūravimą, padės sukurti biologinius jutiklius ir molekulinius elektroninius prietaisus. Galima labai pagerinti medžiagų elgseną ekstremaliose sąlygose ir padaryti šuolį, pavyzdžiui, aeronautikoje ir kosmoso pramonėje;

– **apdirbamajai pramonei** nanomastu reikalinga, kad moksliniuose tyrimuose ir gamybos procesuose būtų taikomas naujas tarpdisciplininis požiūris. Teoriškai yra du pagrindiniai keliai: einant pirmuoju, pradedama nuo mikrosistemų, kurios juo toliau, tuo labiau mažinamos (kelias „nuo viršaus į apačią“); einant antruoju keliu, sekama gamta ir kuriamos struktūros nuo atomų ir molekulių lygio (kelias „nuo apačios į viršų“). Pirmasis kelias gali būti lyginamas su surinkimu, antrasis – su sinteze. Keliu „nuo apačios į viršų“ žengiami dar tik pirmieji žingsniai, bet jo poveikio dabartiniams gamybos būdams potencijos siekia labai toli, ir jos gali tuos būdus gali visiškai pakeisti;

– **instrumentai**, skirti medžiagos ypatybių tyrimams nanomastu, jau tiesiogiai ar netiesiogiai skatina pažangą įvairiausiuose sektoriuose. Tunelinio žvalgymo mikroskopo išradimas tapo svarbia nanotechnologijos kūrimo gaire. Instrumentams taip pat tenka esminis vaidmuo plėtojant apdirbamosios pramonės procesus „nuo viršaus į apačią“ ir „nuo apačios į viršų“;

– **maisto, vandens ir aplinkos** tyrimuose galima pasiekti didelės pažangos, pritaikius nanotechnologijos pasiekimus, pavyzdžiui, priemones, kuriomis aptinkami ir neutralizuojami mikroorganizmai ar pesticidai. Importuotų maisto produktų kilmę galima atsekti pagal naujoviškas miniatiūrines nanoetiketes.

Nanotechnologijos pagrindu sukurtais atitaisomaisiais metodais (pavyzdžiui, fotokatalizės metodais) galima atitaisyti aplinkai padarytą žalą ir išvalyti teršalus (pavyzdžiui, naftą vandenyje ar dirvožemyje);

– galima tikėtis padidinti saugumą, naudojant, pavyzdžiui, naujoviškas, tiksliai orientuotas aptikimo sistemas, kurios anksti įspėja apie biologinius ar cheminius reagentus net atskirų molekulių lygiu. Nanoženklinimu galima patobulinti, pavyzdžiui, banknotų apsaugą. Taip pat kuriami nauji kodavimo metodai duomenų apsaugai.

Rinkoje jau atsirado keletas nanotechnologija pagrįstų gaminių, pavyzdžiui, medicinos produktų (tokių kaip tvarsčiai, širdies vožtuvai ir t. t.); elektroniniai komponentai; nesibraižantys dažai; sporto įranga; nesiglamžančios ir dėmėms neimlios medžiagos; kremai nuo saulės. Analitikai yra apskaičiavę, kad tokių produktų rinkos vertė šiuo metu yra apie 2,5 milijardo eurų, bet vėliau, iki 2010 m., ji gali išaugti iki kelių šimtų milijardų ar net trilijono[3].

Kadangi ateityje galima tikėtis gauti geresnius rezultatus su mažesniu žaliavų kiekiu, pritaikius metodą „nuo apačios į viršų“ visų pirma apdirbamojoje pramonėje, nanotechnologija teikia galimybes mažinti atliekų per visą produktų gyvavimo ciklą. Nanotechnologija gali padėti realizuoti darnų vystymąsi[4], „Dienotvarkėje 21“[5] numatytus tikslus ir Aplinkos technologijos veiksmų planą[6].

1.3. Kurį metodą reikėtų taikyti, norint užtikrinti nanotechnologijos saugą?

Vadovaujantis Sutartimi, nanotechnologijos taikymas turi atitikti aukštus visuomenės sveikatos, saugos, vartotojų[7] ir aplinkos apsaugos[8] reikalavimus. Svarbu, kad ši sparčiai besivystanti technologija kuo anksčiau nustatytų ir išspręstų (realias ar įsivaizduojamas) saugos problemas. Kad sėkmingu nanotechnologijų panaudojimu patikėtų vartotojai ir verslo pasaulis, toks panaudojimas turi būti grindžiamas tvirtu moksliniu pagrindu. Be to, būtina numatyti viską, kas užtikrintų sveikatą ir saugą darbe.

Labai svarbu, kad iš anksto kaip sudedamoji šių technologijų kūrimo dalis būtų sprendžiami įvairūs rizikos aspektai nuo pat idėjų atsiradimo bei MT ir PT iki komercinio panaudojimo, siekiant užtikrinti nanoproduktų saugų kūrimą, gamybą, naudojimą ir šalinimą. Nanotechnologijos taip pat kelia naujus iššūkius vertinant ir

---

3 Žr., pavyzdžiui, skaičius, pateiktus „Naujos apdirbamosios pramonės dimensijos: JK nanotechnologijos strategija“, DTI (2002), p. 24.

4 „Darniai besivystanti Europa geresniam pasauliui: Europos Sąjungos darnaus vystymosi strategija“ KOM(2001) 264. Taip pat žr. Jungtinių tautų tūkstantmečio deklaraciją (http://www.un.org/millennium/)

5 Žr. http://www.un.org/esa/sustdev/documents/agenda21/index.htm

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

7 Sutarties 152 ir 153 straipsniuose atitinkamai reikalaujama, kad “žmonių sveikatos aukšto lygio apsauga [būtų] užtikrinama nustatant ir įgyvendinant visas Bendrijos politikos ir veiklos kryptis“ ir kad „į vartotojų apsaugos reikalavimus [būtų] atsižvelgiama nustatant bei įgyvendinant kitas Bendrijos politikos ir veiklos kryptis“.

8 Sutarties 174 straipsnyje, be kita ko, numatyta siekti šių tikslų: „išlaikyti, saugoti ir gerinti aplinkos kokybę“, „apdairiai ir racionaliai naudoti gamtos išteklius“ ir„ remti tarptautinio lygio priemones, skirtas regioninėms ar pasaulinėms aplinkos problemoms spręsti“.

valdant riziką. Todėl kartu su technologijų plėtra svarbu vykdyti atitinkamus mokslinius tyrimus kiekybiniams toksikologijos ir aplinkos toksikologijos srities duomenims gauti (įskaitant duomenis apie žmonių ir aplinkos reagavimą į dozes, apie veikimo trukmę ir intensyvumą), kad būtų galima įvertinti riziką ir prireikus koreguoti rizikos vertinimo procedūras. Veiksmai, susiję su visuomenės sveikata, aplinka, sauga ir vartotojų apsauga, aptariami šiame dokumente vėliau.

2. NANOTECHNOLOGIJOS MT IR TP FINANSAVIMAS IR VEIKLA PASAULYJE

Atsižvelgdamos į nanotechnologijos potencialą, daugelis šalių vykdo MT ir TP programas, į kurias ateina didelės ir augančios viešosios investicijos. Per pastarąjį dešimtmetį susidomėjimas viešosiomis investicijomis į šią sritį nepaprastai išaugo: viešosios investicijos padidėjo nuo apytikriai 400 milijonų eurų 1997 m. iki daugiau kaip 3 milijardų šiandien. Šiame skyriuje apžvelgiamos viešojo sektoriaus finansuojamos nanotechnologijos iniciatyvos.

Nors nanotechnologijos MT ir TP finansavimo dydžio iš privačių šaltinių tiksliai nustatyti negalima, manoma, kad suma siekia arti 2 milijardų eurų: tai reiškia, kad visas nanotechnologijos MT ir TP finansavimas pasaulyje sudaro apie 5 milijardus eurų. Svarbu pabrėžti, kad bendros ES investicijos į MT ir TP iš privačių šaltinių sudaro 56%, ir šiuo atžvilgiu ES atsilieka nuo JAV ir Japonijos, kur privačios investicijos sudaro atitinkamai 66% ir 73%[9].

2.1. Nanotechnologijos MT ir TP trečiosiose šalyse

2000 m. paskelbusios Nacionalinę nanotechnologijos iniciatyvą (NNI), JAV ėmė vykdyti ambicingą nanotechnologijos MT ir TP programą; federalinės išlaidos padidėjo nuo 220 milijonų JAV dolerių 2000 m. iki apytiksliai 750 milijonų JAV dolerių 2003 m.; jai 2005 metams prašoma 982 milijonų JAV dolerių biudžeto. Papildomą paramą teikia valstijos, skirdamos apie 300 milijonų JAV dolerių.

Ilgalaikis JAV įsipareigojimas federaciniu lygiu neseniai buvo patvirtintas „XXI amžiaus nanotechnologijos plėtros aktu“ 2005–2008 m. laikotarpiui, per kurį penkioms agentūroms (NSF, DoE, NASA, NIST ir EPA) skiriama 3,7 milijardo JAV dolerių, o iki 2008 m. dabartinis jų finansavimo lygis išaugs dvigubai. Atkreiptinas dėmesys į tai, kad į šią sumą neįeina su gynyba susijusios išlaidos (DoD) ir kitos sritys, kurių finansavimas šiuo metu sudaro apie vieną trečdalį federalinio nanotechnologijos biudžeto.

2001 m. Japonija įvardijo nanotechnologiją kaip vieną iš savo mokslinių tyrimų prioritetų. Skelbiamas finansavimo lygis staigiai išaugo nuo 400 milijonų JAV dolerių 2001 m. iki maždaug 800 milijonų JAV dolerių 2003 m., ir tokiu būdu jis prilygo JAV federaciniam finansavimo lygiui, o 2004 m. planuojama jį dar padidinti 20%. Pietų Korėja pradėjo vykdyti ambicingą dešimties metų programą, kuriai viešasis sektorius skiria apie 2 milijonus JAV dolerių, o Taivanis įsipareigojo per šešerius metus skirti apie 600 milijonų JAV iš dolerių viešojo finansavimo šaltinių.

---

[9] Europos Komisija „Pagrindiniai skaičiai 2003–2004 m.“ (2003 m.).

Kinija nanotechnologijai skiria vis daugiau išteklių, ir tai ypač reikšminga, turint galvoje jų perkamąją galią. Tarp visų pasaulio publikacijų Kinijos publikacijų dalis sparčiai didėja: dešimtojo dešimtmečio antroje pusėje ji padidėjo 200% ir vejasi ES bei JAV. Rusijos Federacija ir keletas Naujųjų nepriklausomų valstybių taip pat turi stiprias pozicijas nanotechnologijos srityje.

Nanotechnologijai vis daugiau dėmesio skiria daug kitų regionų ir šalių, įskaitant Australiją, Kanadą, Indiją, Izraelį, Lotynų Ameriką, Malaiziją, Naująją Zelandiją, Filipinus, Singapūrą, Pietų Afriką ir Tailandą.

2.2. Nanotechnologijos MT ir TP Europoje

Europa anksti suprato nanotechnolgijos potencialą ir nanomoksluose, kur dirba jos šviesiausi protai, jau yra sukūrusi stiprią žinių bazę. Kai kurios šalys vykdo specialias programas jau nuo dešimtojo dešimtmečio antrosios pusės. Nors kai kurios šalys neturi specialių nanotechnologijos iniciatyvų, atitinkamus MT ir TP elementus galima rasti kitose programose (pavyzdžiui, biotechnologijos, mikrotechnologijos ir pan.).

Lyginant Europą, Japoniją ir JAV, negalima sakyti, kad nanotechnologijoje kai kurios jų tikrai pirmauja, o kitos atsilieka, bet tam tikros tendencijos jau pastebimos. Europos stipriąsias puses nanomoksluose rodo tai, kad 1997–1999 m. laikotarpiu ES publikacijos sudarė 32% visų pasaulio publikacijų palyginti su JAV 24% ir Japonijos 12%[10]. Tačiau panašu, kad šiomis žiniomis ne visuomet naudojamasi pramonėje. Patentų analizė atskleidžia, kad šioje srityje ES tenka 36%, o JAV – 42%, ir tai rodo, kad MT ir TP pritaikymas pramonėje yra silpnoji ES vieta.

Viešųjų investicijų lygis įvairiose valstybėse narėse labai skiriasi, vertinant absoliučiais ir santykiniais skaičiais (žr. priedą). Galima manyti, kad nanotechnologijos MT ir TP finansavimas iš viešųjų šaltinių Europoje padidėjo nuo 200 milijonų eurų 1997 m. iki šiuo metu apytiksliai 1 milijardo eurų, iš kurių apie du trečdaliai tenka nacionalinėms ir regioninėms programoms.

Absoliučiais skaičiais vertinant, ES investuoja reikšmingus finansinius išteklius, kurių lygis panašus kaip JAV ir Japonijoje. Tačiau vertinant pagal tai, kiek investicijų tenka vienam gyventojui, matyti, kad 25 šalių ES viešųjų investicijų vienam piliečiui vidutiniškai tenka 2,4 euro (25 šalių ES – 2,9 euro) palyginti su 3,7 euro JAV ir 6,2 euro Japonijoje. Panašus vaizdas iškyla, vertinant pagal BVP: 25 šalių ES investuoja 0,01%, palyginti su atitinkamai 0,01% ir 0,02% JAV ir Japonijoje.

Šiuo metu visose 25 ES šalyse, išskyrus Airiją, investicijų lygis vienam gyventojui yra mažesnis nei JAV ar Japonijoje. Taip pat reikėtų atsižvelgti į JAV ir Japonijos planus padidinti investicijas: JAV – iki 5 eurų vienam gyventojui iki 2006 m., o Japonijoje iki 8 eurų 2004 m. Todėl atrodo, kad ES atotrūkis nuo jos pagrindinių konkurentų toliau didės.

---

[10] Trečioji Europos ataskaita dėl mokslo ir technologijos rodiklių, Europos Komisija (2003 m.) http://www.cordis.lu/indicators/third_report.htm

Vienas pagrindinių skirtumų tarp ES ir mūsų konkurentų yra tai, kad, Europoje sparčiai daugėjant įvairiausių programų ir finansavimo šaltinių, rizika nanotechnologijos MT ir TP srityje vis labiau išsiskaido. EK 350 milijonų eurų įnašas pagal 6BP 2003 m. sudaro vieną trečdalį visų Europos išlaidų nanotechnologijos srityje.

Mūsų konkurentams būdingos koordinuotos ir (arba) centralizuotos nanotechnologijos mokslinių tyrimų ir plėtros programos. JAV, pavyzdžiui, daugiau kaip du trečdaliai finansavimo skiriama per Nacionalinę nanotechnologijos iniciatyvą, kuri vykdoma pagal federacinę programą. Atrodo, kad ES negalės išlikti konkurencinga pasauliniu lygiu, jei nesutelks pastangų ir jų nekoordinuos Bendrijos lygiu.

Nanotechnologijos mokslinius tyrimus vykdo ir stojančiosios šalys, kurios dalyvauja projektuose per ES mokslinių tyrimų ir technologijų plėtros pamatines programas (BP). Šveicarija turi senas nanotechnologijos mokslinių tyrimų ir plėtros tradicijas, jos patentų ir publikacijų skaičius, tenkantis vienam gyventojui, yra vienas didžiausių. Nanotechnologijos mokslinių tyrimų programos pradėtos taip pat vykdyti ir kitose 6BP asocijuotosiose šalyse, pavyzdžiui, Norvegijoje.

Per ES bendrąsias programas jau remiama daug bendradarbiavimo pagrindais vykdomų projektų ir kitų iniciatyvų. Kurdamos tarptautinius bendradarbiavimo ryšius, jos papildo šią veiklą svarbia europine dimensija ir veikia kaip nacionalinio ir privataus finansavimo katalizatorius. Nors ketvirtoji (4BP) ir penktoji (5BP) programos finansavo nemaža nanotechnologijos projektų[11], tik šeštoji (6BP)[12] įvardijo nanotechnologiją kaip vieną iš svarbiausių prioritetų.

3. KELIAS Į BEGALINIAI MAŽĄ PASAULĮ: PENKI PAŽANGOS SKATINIMO VARIKLIAI

Šiandien pasaulio rinka ir ekonomikos augimui reikalingos naujovės, kurios savo ruožtu priklauso nuo mokslinių tyrimų. Pasaulinės klasės moksliniai tyrimai ir technologijų plėtra yra esminė šio proceso dalis, bet reikia atsižvelgti ir į kitus veiksnius. Šiuo atveju nurodomi penki varikliai: moksliniai tyrimai ir technologijų plėtra, infrastruktūra, švietimas ir mokymas, naujovės ir visuomenės dimensija. Bendrijos lygiu būtina imtis viso komplekso sinergetinių veiksmų, kad visi šie tarpusavyje priklausomi varikliai išnaudotų Europos mokslinių tyrimų erdvės potencialą.

Tokiu integruotu požiūriu į nanomokslų ir nanotechnologijos mokslinius tyrimus ir plėtrą buvo paremtos pagrindinės „EuroNanoForum2003“ susitikimo[13], kurį 2003m. gruodžio mėnesį organizavo Mokslinių tyrimų GD (RTD) ir kuriame dalyvavo daugiau kaip 100 dalyvių iš viso pasaulio, išvados. Iš pastarojo meto Komisijos iniciatyvų minėtinas seminaras, kurį 2004 m. kovo mėnesį organizavo Sveikatos ir vartotojų apsaugos GD (SANCO) apie galimą riziką, susijusią su

---

11 Smulkesnė informacija projekto duomenų bazėje adresu http://www.cordis.lu/fp6/projects.htm.
12 Žr. http://fp6.cordis.lu/fp6/home.cfm..
13 Smulkesnė informacija http://www.euronanoforum2003.org/.

nanotechnologijomis[14]. GD RTD ir Jungtinis tyrimų centras (JRC) vykdo ir kitas iniciatyvas, skirtas, pavyzdžiui, sprendimų sekų planams ir ateities prognozėms.

3.1. Moksliniai tyrimai ir technologijų plėtra: postūmį užtikrinančių veiksnių stiprinimas

Atsižvelgiant į intelektinius, mokslinius ir techninius iššūkius, su kuriais susidurs nanomokslai ir nanotechnologijos, pranašumas mokslinių tyrimų ir technologijų plėtros srityje yra esminis dalykas, kuris užtikrins Europos ilgalaikį konkurencingumą. Todėl esminę reikšmę čia turi parama moksliniams tyrimams ir technologijų plėtrai viešojo finansavimo forma, pasaulinės klasės mokslininkai ir mokslinių tyrimų grupių konkurencingumas Bendrijos lygiu.

Be to, mokslinių tyrimų ir technologijų plėtros procese įgytos žinios per nanotechnologiją turi būti realizuotos naujoviškuose produktuose ir procesuose, kurie gali padidinti Europos pramonės konkurencingumą. Šiuo atveju svarbu ne tik išlaikyti pranašumą MT ir TP srityje, bet ir didinti investicijas į tokius mokslinius tyrimus ir technologijų plėtrą, kurie yra svarbūs pramonei, ir kartu stiprinti MT ir TP Bendrijos lygiu bei gerinti įvairių valstybių nacionalinės politikos koordinavimą, siekiant sukurti kritinę masę.

3.1.1. Investicijų į žinias didinimas, siekiant sustiprinti Europos konkurencingumą

Kuriant globalizuotoje rinkoje ir žiniomis pagrįstoje ekonomikoje materialias gėrybes ir naujas darbo vietas, esminę reikšmę turi konkurencingas naujų žinių kūrimas. Europos MT ir TP turi išlaikyti pranašumą, bet kartu jie turi būti vykdomi laiku ir konkurencingomis sąnaudomis, kitaip kils grėsmė, kad pramonės veikla gali persikelti į tas sritis, kur žinios kuriamos našiau. Jei mes pajėgsime pirmauti kuriant žinias, galėsime pakeisti dabartinę tendenciją ir žiniomis pagrįstą pramonę pritrauksime į Europą.

Kyla pavojus, kad per ateinančius penkerius metus Europos viešosios investicijos į nanotechnologijos MT ir TP taps daug mažesnės už mūsų pagrindinių konkurentų investicijas. Mums kyla pavojus, kad galime prarasti pagreitį, jei, atsižvelgdami į Lisabonoje iškeltus tikslus, iki 2010 m. nepadidinsime investicijų Europos lygiu bent tris kartus. Tokios investicijos turėtų būti daromos, laikantis „3% BVP“ siekio[15], o ne kitų MT ir TP programų sąskaita; jos turi būti skiriamos patiems sudėtingiausiems aspektams, visų pirma žiniomis pagrįstoms pramonės naujovėms („nanoapdirbamajai pramonei“), makro–mikro–nano integracijos sąsajoms ir tarpdisciplininiams (konverguojantiems) MT ir TP. Taip pat naudinga gali būti sinergija su Europos gyvosios gamtos mokslų ir biotechnologijos strategija[16].

Investicijos į MT ir TP turi būti padidintos ir Bendrijos, ir valstybių narių lygiu taip, kad jie papildytų vienas kitą ir sukurtų sinergiją. Kompetencijos ir kritinės masės kaupimui bei pranašumo didinimui esminę reikšmę turi bendradarbiavimo pagrindu vykdomi mokslinių tyrimų projektai. Tai ypač svarbu, siekiant greitos pažangos nanotechnologijoje per tarpdisciplininę MT ir TP. Šiuo atveju būtina sutelkti dėmesį

---

14 Smulkesnė informacija: http://europa.eu.int/comm/health/ph_risk/events_risk_en.htm.

15 „Daugiau mokslinių tyrimų Europai: Siekiant 3% BVP“ KOM(2002) 499 galutinis.

16 Gyvosios gamtos mokslai ir biotechnologija: Strategija Europai“ KOM(2002) 27

į mokslinių tyrimų, infrastruktūros ir švietimo sinergiją, nes jie yra neatskiriami. Toks sisteminis požiūris labai padidins naujų žinių įgijimo galimybes, į Europą pritrauks ir joje išlaikys geriausius nanotechnologijos MT ir TP srities protus.

3.1.2. Moksliniai tyrimai Bendrijos lygiu

Konkurencingai ir skaidriai Bendrijos lygiu vykdomi moksliniai tyrimai yra pagrindinė priemonė Europos mokslinių tyrimų erdvėje (ERA) skatinti bei remti pasaulinės klasės MT ir TP. Tokiu būdu sutelkiamos ne tik žinios, bet ir geriausios mokslininkų, atstovaujančių įvairioms disciplinoms, grupės ir sukuriamos pramonės šakų ir universitetų sąveikos galimybės, kurios užtikrina dinamišką, nanotechnologijos pažangai naudingą įnašą į tarpdisciplininį MT ir TP procesą.

Pagal ES pamatines programas jau yra paremta nemažai nanotechnologijos mokslinių tyrimų projektų. Nors padaryta nemaža pažanga, siekiant pranašumo MT ir TP srityje, tik 6BP pripažįsta pagrindinį vaidmenį nanotechnologijai ir mokslinių tyrimų bei plėtros veiklą koncentruoja į vieną teminę prioritetinę sritį, leisdama Komisijai spręsti sklaidos, dubliavimo ir skaidymo problemas. Sukurti du nauji instrumentai – Integruotieji projektai (IP) ir Aukštos kokybės tinklai (AKT). Juos papildo keletas kitų instrumentų ir veiksmų[17], įskaitant tikslinius mažoms ir vidutinėms įmonėms skirtus IP.

Nuo to laiko, kai buvo paskelbti pirmieji kvietimai teikti pasiūlymus, buvo atrinkta ir sutarta dėl 20 IP ir AKT nanomokslų ir nanotechnologijų srityje. Integruotieji projektai sukaupia suinteresuotų dalyvių ir finansavimo lėšų kritinę masę, kuri leidžia siekti konkretaus tikslo. IP sujungia visus techninius ir netechninius MT ir TP aspektus ir gali užtikrinti perėjimą nuo nanomokslų prie nanotechnologijų, suvesdami kartu mokslininkų ir pramonės atstovų bendruomenes.

Europos technologijos platformos yra nauja sąvoka, kuria nusakoma visų suinteresuotų dalyvių subūrimas ilgalaikei visiems svarbiai vizijai sukurti, sprendimų sekų planams sudaryti, ilgalaikiam finansavimui užtikrinti ir realizuoti nuoseklius valdymo principus. Šią sąvoką gali būti tikslinga vartoti, reaguojant į didesnės sinergijos ir geresnio koordinavimo tarp įvairių suinteresuotų asmenų poreikį tam tikroje technologinėje srityje.

3.1.3. Įvairių valstybių nacionalinės politikos koordinavimas

Nacionalinės ir regioninės politikos bei programos užima svarbią vietą nanotechnologijos MT ir TP finansavime Europoje. Tačiau pripažįstama, kad nacionalinės galimybės dažnai yra nepakankamos pasaulinės klasės aukštos kokybės poliams sukurti. Todėl svarbu tas programas koordinuoti taip, kad būtų sujungiamos ir sutelkiamos pastangos, ir taip būtų užtikrinama kritinė masė bei didesnis poveikis Europos mokslinių tyrimų erdvėje trims pagrindiniams sinergijos ašims: moksliniams tyrimams, infrastruktūrai ir švietimui.

Siekiant paskatinti praktinį nanotechnologijų taikymą, padidinti ir išnaudoti tarpdisciplininį nanotechnologijų MT ir TP pobūdį, svarbu, kad nacionalinės (dažnai)

---

[17] Informacija apie visus 6BP instrumentus: http://fp6.cordis.lu/fp6/home.cfm .

įvairių disciplinų programos ir jų akcentai būtų koordinuojamos taip, kad pastangos būtų sutelktos į kritinės masės sukūrimą taikomojoje MT ir TP, ir būtų pasinaudojama įvairiais moksliniais gebėjimais. Tai padėtų užtikrinti greitą žinių panaudojimą, kuriant naujoves visuose Europos regionuose.

Iniciatyvos, tokios kaip Atviras koordinavimo metodas (AKM) [18]ir ERA–NET[19], gali paskatinti ir palaikyti programų ir jungtinės veiklos, kurią vykdo įvairios Europos organizacijos arba kuri yra vykdoma nacionaliniu ir regioniniu lygiu, koordinavimą. Kartu su tokiomis iniciatyvomis kaip priemonė pažangai matuoti gali būti taikomas atitinkamas lyginimas pagal tam tikrą atskaitos tašką.

3.1.4. Sprendimų sekų planas ir ateities prognozės

Technologijos sprendimų sekų planas – tai priemonė pažangai nanotechnologijoje apibrėžti, jai įvertinti ir sekti jos skverbtį į brandžius pramoninės plėtros etapus. Naudingas yra pats sprendimų sekų plano rengimo procesas, nes reikia, kad sąveikautų visi suinteresuoti dalyviai ir mąstytų apie galimus rezultatus, iššūkius, poveikį ir ateities poreikius. Tačiau vienas bendras nanotechnologijos sprendimų sekų planas yra nerealus dalykas, nes ši sritis yra per daug plati. Sekų planai turėtų būti taikomi pakankamai brandiems rinkos sektoriams. Šiuo metu rengiama keletas sprendimų sekų planų, į kuriuos svarų įnašą atneša institutai, tokie kaip Jungtinio tyrimų centro Perspektyviųjų studijų institutas (IPTS).

Sprendimų sekų planų kaip strateginės politikos įrankio sudarymui labai padeda ateities prognozės, ateities įvykių numatymas ir jų atitinkamas planavimas. Tai ypač svarbu dėl nanotechnologijos potencialaus trikdančio pobūdžio, kai reikia ištirti potencialų socialinį poveikį. Tam reikia sukurti specialią metodiką, ir šiuo metu kuriama ES aukšto lygio ekspertų grupė: „Naujosios technologijos bangos prognozės: nanotechnologijų, biotechnologijų ir infotechnologijų konvergencija, jų socialinis ir konkurencinis poveikis Europai“.

Veiksmai: Europos nanotechnologijos mokslinių tyrimų sritis
1. Kad ES galėtų išlaikyti pirmąsias pozicijas nanomoksluose ir nanotechnologijose, MT ir TP turėtų sulaukti didesnio jos dėmesio. Užtikrindama sinergiją su nacionaliniu lygiu vykdomomis programomis, Komisija ragina valstybes nares: a) iki 2010 m. nuosekliai ir koordinuotai 3 kartus padidinti viešąsias investicijas į nanomokslus ir nanotechnologijas, atsižvelgiant į Lisabonos tikslus ir „3% BVP“ ribą; b) konkurencijos sąlygomis skatinti aukštą kokybę nanomoksluose Europos lygiu; c) intensyvinti nanotechnologijos MT ir TP, ieškoti jai pritaikymo materialių vertybių kūrimui, pabrėžiant MVĮ dalyvavimą;

[18] Kaip apibrėžta 2000 m Lisabonoje posėdžiavusios Europos Vadovų Tarybos Pirmininkaujančios šalies išvadose http://ue.eu.int/.

[19] Žr. http://www.cordis.lu/coordination/home.html.

d) išlaikyti MT ir TP koncentraciją kitoje BP, kad būtų užtikrinta kritinė masė ir nanomokslų, nanotechnologijų, susijusios inžinerijos ir saugos aspektų sinergija;

e) užtikrinti veiksmingą nacionalinių programų koordinavimą;

f) didinti sprendimų sekų planų sudarymo ir prognozių pastangas Europos lygiu, užtikrinant aukštos kokybės centrų ir institutų, tokių kaip Perspektyviųjų studijų institutas, įnašą.

3.2. Infrastruktūra: Europos „Aukštos kokybės poliai“

Infrastruktūra – tai įrenginiai ir ištekliai, kurie mokslininkų bendruomenei teikia pagrindines paslaugas. Jie gali būti vienoje vietoje, išsisklaidę (išsklaidytų išteklių tinklas) arba virtualūs (paslauga teikiama elektroniniu būdu). Norint toliau plėtoti nanotechnologiją, parodyti, kad mokslinius tyrimus galima pritaikyti produktams ar procesams, kurie savo ruožtu gali kurti materialias vertybes, vis labiau svarbu turėti moderniausią įrangą ir instrumentus.

Esminę reikšmę spartesniam nanomokslų ir nanotechnologijų vystymui turi investicijos į labai įvairius pažangius įrenginius, instrumentus ir įrangą. Dėl nanotechnologijos tarpdisciplininio pobūdžio ir sudėtingumo, investicijomis į tokią infrastruktūrą dažnai turi dalytis vietinio, regioninio, nacionalinio ir privataus lygio organizacijos. Infrastruktūrą naudinga klasifikuoti pagal tris skirtingus investicijų lygius:

– investicijos iki kelių dešimčių milijonų eurų paprastai vietiniu ir regioniniu lygiu, pavyzdžiui Tarpdisciplininių nanotechnologijos mokslinių tyrimų centrai Jungtinėje Karalystėje ir Nanotechnologijos kompetencijos centrai, įsteigti Vokietijoje;

– investicijos iki 200 milijonų eurų paprastai nacionaliniu lygiu, tipiški pavyzdžiai būtų šie gerai Europoje ir visame pasaulyje žinomi centrai: MINATEC Prancūzijoje, IMEC Belgijoje ir MC2 Švedijoje;

– investicijos virš 200 milijonų eurų, kurioms dar nėra tokio masto specializuotų nanotechnologijos įrenginių ES, bet jie yra kuriami trečiosiose šalyse[20].

Šiandien infrastruktūra ne visuomet atitinka pramonės reikalavimus. Šis neatitikimas gali būti dėl valdymo ar dėl geografinės padėties, jis gali būti susijęs su prieiga arba sunkumais, siekiant susitarti dėl intelektinės nuosavybės teisių (IPR) sąlygų. Tokie sprendimai kaip „atvirosios laboratorijos“, kurios pramonei būtų lengvai prieinamos, yra reti, bet jų labai reikia. Visų pirma kapitalo trūksta MVĮ, ir joms tokios prieigos galimybės būtų labai naudingos, norint paspartinti MT ir TP procesą bei sutrumpinti „laiką iki rinkos“.

[20] Vienas pavyzdys – tai „Kalifornijos nanosistemų institutas“, kurio kūrimui yra skirta apie 300 milijonų JAV dolerių iš federacinių, valstijų ir privačių fondų (žr. http://www.cnsi.ucla.edu/mainpage.html)

3.2.1. *Nauji „aukštos kokybės poliai“ Europai*

Labai skubiai reikalinga pasaulinės klasės nanomokslų ir nanotechnologijų infrastruktūra, kuriai būtų būdinga europinė dimensija ir kuri atitiktų Europos interesą („aukštos kokybės poliai“). Tokia infrastruktūra padarytų prieinamą ne tik pačią moderniausią įrangą, kuri vietoje gali būti neprieinama, bet ir apimtų visus tarpdisciplininių MT ir TP, švietimo ir prototipų kūrimo aspektus. Ji taip pat galėtų apimti viešojo ir privataus sektoriaus partnerystes ir tarnauti inkubatoriumi pradinėms iniciatyvoms ar veikloje gimusioms šalutinėms idėjoms.

Kad sukurtume būtiną kritinę masę, turime sutelkti savo išteklius į nedidelį infrastruktūrų skaičių Europoje. Sektoriai, kuriems naudos galėtų duoti tarpusavio sinergija, – tai nanoelektronika, nanobiologija ir nanomedžiagos. Tačiau turint galvoje būtinybę mažinti susiskaldymą ir dubliavimą, reikia nepamiršti, kad svarbu užtikrinti konkurenciją, o per ją – aukštą MT ir TP kokybę.

Būtina išlaikyti tinkamą pusiausvyrą tarp infrastruktūros Europos, nacionaliniu ir regioniniu lygiu. Per ilgesnį laikotarpį daug centrų ir (arba) išsisklaidę centrai gali labai padėti išlaikyti reikiamą konkurencijos lygį. Europos technologijos platformų ir tokių struktūrų kaip Europos mokslinių tyrimų infrastruktūros strategijos forumas (ESFRI) įnašas gali būti labai vertingas, užtikrinant optimaliausią sprendimą.

3.2.2. *„Augimo iniciatyva“*

Bendradarbiaujant su Europos investicijų banku (EIB), komunikate „Europos augimo iniciatyva, investuojant į tinklus ir žinias augimui ir užimtumui skatinti“[21] buvo nubrėžta labai plati iniciatyva. Veiklai pradėti buvo pasiūlyta „Spartaus starto programa“, kuriai finansavimo laukiama daugiausia iš bankų paskolų (per EIB iniciatyvą „Naujovės 2010“) ir privačių (pramonės) šaltinių.

Nanoelektronikos infrastruktūra yra įvardyta kaip viena iš pirmosios siūlomų „Spartaus starto“ projektų bangos investicinių sričių. Kita sritis yra ateinančios kartos lazeriai (pavyzdžiui, laisvųjų elektronų lazeriai), kurie gali, pavyzdžiui, užfiksuoti momentinę atskirų molekulių atominę struktūrą. Tokių įrenginių vertė nanomokslų ir nanotechnologijos plėtrai yra didžiulė, ir čia būtina siekti sinergijos su kita veikla Europos bei nacionaliniu lygiu.

Veiksmai: Infrastruktūra
2. Pasaulinės klasės infrastruktūros („aukštos kokybės poliai“), kuriai būdinga europinė dimensija ir kuri atitinka Europos interesus, vaidmuo yra esminis, siekiant užtikrinti, kad ES padidintų savo konkurencingumą nanomoksluose ir nanotechnologijos MT ir TP. Komisija ragina valstybes nares: a) sukurti nuoseklią MT ir TP infrastruktūros sistemą, atsižvelgiant į visų suinteresuotų dalyvių poreikius, visų pirma į sinergiją su švietimu;

[21] „Europos augimo iniciatyva: investicijos į tinklus ir žinias, skatinančias augimą ir darbo vietas“ KOM(2003) 690

b) imtis priemonių padidinti esamos infrastruktūros pridėtinę vertę, atsižvelgiant į pramonės, visų pirmą į MVĮ, poreikius.

Komisija ypač pabrėžia, jog būtina:

c) ištirti ir sudėlioti visą esamos infrastruktūros vaizdą, kad būtų galima nustatyti, ko skubiausiai reikia nanotechnologijos ir visų pirma tarpdisciplininių MT ir TP pažangai paspartinti;

d) prireikus sukurti naują specializuotą Europos lygio nanotechnologijos infrastruktūrą, kuri sukauptų pakankamą kritinę masę ir atsižvelgtų į pramonės poreikius;

e) ištirti finansų sinergijos galimybę su Europos investicijų banku, Europos investicijų fondu ir struktūriniais fondais.

3.3. Investicijos į žmogiškuosius išteklius

Kad Europos Sąjunga galėtų realizuoti nanotechnologijos potencialą, jai reikia tarpdisciplininius tyrimus išmanančių mokslininkų ir inžinierių, kurie gali generuoti žinias ir užtikrinti, kad jos bus perkeltos į pramonę. Kad ES galėtų įvertinti ir valdyti nanotechnologijos keliamus žmonių sveikatai pavojus, jai taip pat reikia tinkamai parengtų toksikologų ir rizikos vertintojų. Nanotechnologija kaip nauja ir dinamiška sritis teikia puikiausią progą į mokslinių tyrimų sritį pritraukti daug jaunų mokslininkų ir kitų kvalifikuotų darbuotojų.

Remiantis neseniai atliktu tyrimu[22], Europoje kiekvienam aktyviam asmeniui tenka 5,68 aktyvaus mokslininko palyginti su 8,08 JAV ir 9,14 Japonijoje. Atsižvelgiant į žmogiškuosius išteklius, kurių reikia Lisabonoje numatytai 3% BVP ribai pasiekti iki 2010 m., galima sakyti, kad Europai reikės 1,2 milijono papildomo mokslinio personalo (tarp jų – 700 000 mokslininkų) [23]. Labai svarbu, kad būtų sukurtos priemonės mokslininkams į Europą pritraukti ir išlaikyti, įskaitant nevisiškai išnaudotą moterų potencialą.

3.3.1. Jaunimo pritraukimas į „nano“

Svarbus čia pateikiamo sprendimo aspektas yra jaunesniosios kartos skatinimas nuo pat jaunų dienų dalyvauti diskusijose apie mokslą. Žymių žmonių gyvenimo patirtis rodo, jog tikimybė, kad jaunuolis sieks mokslininko karjeros, labai priklauso nuo mokyklos mokytojų, tėvų ir žiniasklaidos sugebėjimo, Nobelio laureato Richard Feynman žodžiais tariant, išmokyti pajausti „atradimo malonumą“. Su paprastomis nanotechnologijos sąvokomis galima supažindinti per praktinius mokslinius eksperimentus ir demonstravimus.

Nanotechnologija labai tinka dėstyti vyresnėse gimnazijos klasėse, kadangi ji dėstoma ne pagal atskiras disciplinas, o kaip integruotas kursas. Tačiau labai svarbu, kad jaunesnioji karta pamėgtų ne tik mokslinius tyrimus, bet ir tai, ką mokslininkai

---

22 Europos Komisija „Pagrindiniai skaičiai 2003–2004 m.“ (2003), p. 44. ES skaičius atspindi 2001 m., JAV – 1997 m. , o Japonijos – 2002 m.

23 „Investicijos į mokslinius tyrimus: Europos veiksmų planas“ KOM(2003) 226

„daro“. Pateikus mokslinius tyrimus kaip labai įdomų ir atsakingą darbą, kuris teikia daug galimybių, mokiniams būtų lengviau turimos informacijos pagrindu pasirinkti profesiją. Labai vertingos yra tokios iniciatyvos kaip „Europos mokslininkų metai“[24].

3.3.2. *Atskirų disciplinų ribų peržengimas*

Universitetai vaidina pagrindinį vaidmenį Žinių Europos plėtroje[25]. Galima įsivaizduoti bakalauro studijų kursus, kuriuose studentai būtų mokomi keleto disciplinų pagrindų, neatsižvelgiant į tai, kokios konkrečios srities diplomo jie siekia. Tai turėtų užtikrinti imlią, plačių pažiūrų nanotechnologijos specialistų kartą, kuri sugebės dirbti kartu su kolegomis iš kitų disciplinų. Praktinis mokymas per mokslinius tyrimus galėtų tapti esminiu nanotechnologijos elementu.

Nanotechnologijoje turėtų būti numatytos naujos mokymo formos, peržengiant disciplinų tradicines ribas ir užtikrinant pasaulinės klasės tikslingą tarpdisciplininį mokymą universitetinių ir pouniversitetinių studijų lygiu. Taip pat turėtų būti numatyti kiti keliai, kurie užtikrintų priemones viešam ir privačiam finansavimui gauti, ir kiti akademinio pasaulio ir pramonės bendradarbiavimo būdai (pavyzdžiui, akademinės „pradinės iniciatyvos“ ir „rizikos kapitalo universitetai“). Tai galėtų būti vykdoma Europos lygio „aukštos kokybės polių“ kontekste (žr. 2 veiksmą) ir taip suteikti studentams idealią galimybę įgyti praktinės patirties, atliekant pačius naujausius mokslinius tyrimus.

3.3.3. *Mokslininkai ir inžinieriai, turintys verslumo gyslelę*

Pastaruoju metu mokslininko karjera susilaukė dėmesio Europos lygiu; išryškintos tam tikros silpnosios pusės, įskaitant įdarbinimo metodus, darbo sąlygas ir skirtingas vyrų ir moterų karjeros galimybes[26]. Visų pirma susirūpinimą kelia kliūtys mokslininkų ir inžinierių mobilumui iš mokslinių tyrimų sektoriaus į pramonę ir atvirkščiai (t. y. darbo vertinimas, remiantis publikacijų ir patentų vertinimu); tuo gali būti padaryta žala technologijos perdavimui ir naujovėms nanotechnologijoje.

Siekiant sukurti dinamišką žiniomis pagrįstą visuomenę, nuomonė, kad mokymasis baigiasi, kai prasideda darbingas gyvenimas, kenkia našumui; šiai problemai yra skirtas Įgūdžių ir mobilumo veiksmų planas[27]. Nanotechnologija yra dinamiška sritis, kurioje būtina nuolatos mokytis, kad būtų galima sekti naujausius pasiekimus. Nanotechnologijai artėjant prie rinkos, būtina mokytis imtis pradinių iniciatyvų ir plėtoti veikloje gimusias šalutines idėjas, valdyti intelektinės nuosavybės teisių (IPR) portfelį, saugos ir darbo sąlygas (įskaitant sveikatą ir saugą darbe) ir mokytis kitų papildomų įgūdžių, kurie yra svarbūs tam, kad naujoves kuriantys asmenys galėtų gauti geresnį finansavimą savo iniciatyvų plėtojimui.

---

24 „Mokslininkai Europos mokslinių tyrimų erdvėje: viena profesija, daug karjerų“ KOM(2003) 436

25 „Universitetų vaidmuo žinių Europoje“ KOM(2003) 58

26 „Mokslininkai Europos mokslinių tyrimų erdvėje: viena profesija, daug karjerų“ KOM(2003) 436

27 „Paversti Europos mokymosi visą gyvenimą erdvę tikrove“ KOM(2001) 678 ir Komisijos įgūdžių ir mobilumo veiksmų planas KOM(2002) 72

Veiksmai: investavimas į žmogiškuosius išteklius
3. Komisija ragina valstybes nares padėti: a) nustatyti švietimo poreikius nanotechnologijos srityje ir pateikti geriausios praktikos bei (arba) bandomųjų studijų rezultatų pavyzdžius; b) apibrėžti ir įgyvendinti naujus kursus bei mokymo programas, rengti mokytojus ir kurti mokomąją medžiagą, kuri skatintų tarpdisciplininį požiūrį į nanotechnologiją mokykloje ir pouniverstitetinėse studijose; c) integruoti papildomus įgūdžius į pouniversitetines studijas ir į mokymą visą gyvenimą, pavyzdžiui, verslumo, sveikatos ir saugos darbe, patentavimo, šalutinių idėjų plėtojimo mechanizmų, bendravimo ir kt. įgūdžius; Komisija mato, kad šia proga galima: d) ištirti jungtinio Marie Curie[28] kvietimo teikti pasiūlymus nanomokslų ir nanotechnologijos srityje galimybes; e) įsteigti "Europos apdovanojimą nanotechnologijos srityje", kuris skatintų tarpdisciplininį ir verslų mokslininkų požiūrį.

3.4. Pramonės naujovių kūrimas, nuo žinių prie technologijos

Šiandieninėje globalizuotoje rinkoje ilgalaikė ekonominė sėkmė vis daugiau priklauso nuo žinių generavimo, valdymo ir panaudojimo. Norint įgyti naujas žinias, reikia investuoti į MT ir TP, o norint kurti pramonės naujoves, reikia žinių kaip kurti materialias gėrybes. Tokiu būdu ratas užsidaro, ir į MT ir TP galima investuoti naują privatų kapitalą.

Kaip Europos pramonė gali pasinaudoti mūsų stiprybėmis nanomoksluose, kad galėtų jas realizuoti gerovę kuriančiuose produktuose ir paslaugose? Norint duoti naują postūmį pramonės šakoms, kurios dėl stiprios tarptautinės konkurencijos tampa nekonkurencingomis, ir plėtoti naujas žiniomis pagrįstas Europos pramonės šakas, labai svarbu sugebėti atrakinti šių žinių potencialą per nanotechnologijas.

Naujovių kūrimo politikai būtinas integruotas požiūris [29], kuris bus kuriamas būsimame Naujovių kūrimo veiksmų plane[30]. Greta bet kokiai moksliniams tyrimams ir technologijų plėtrai nepaprastai svarbių bendrųjų veiksnių[31], tokių kaip veikiančios ir konkurencingos rinkos, mokesčių politika, kuri remia naujoves, finansinės priemonės[32], kvalifikuoti žmogiškieji ištekliai, viešojo ir privataus sektoriaus partnerystės ir infrastruktūra, nanotechnologija turi skirti dėmesį trims papildomiems veiksniams: fundamentalių žinių patentavimui, reguliavimui ir metrologijai.

---

28 Žr. http://europa.eu.int/mariecurie-actions

29 „Inovacijų politika: Sąjungos požiūrio atnaujinimas Lisabonos strategijos kontekste" KOM(2003) 112

30 Žr. http://europa.eu.int/comm/enterprise/innovation/index.htm

31 Žr., pavyzdžiui, "Investicijos į mokslinius tyrimus: Europos veiksmų planas" KOM(2003) 226

32 Žr., pavyzdžiui, „Mažų ir vidutinių įmonių galimybės gauti finansavimą" KOM(2003) 713

3.4.1. *Dabartinės pramonės galimybės ir iššūkiai*

Nanotechnologija teikia didžiules galimybes įmonėms realizuoti papildomas ir esmines naujoves. Kartu nanotechnologija daugeliui įmonių kelia pavojų, kad jos gali nepamatyti nanotechnologijos galimybių pakankamai anksti ir prarasti savo konkurencingumą. Svarbiausias veiksnys čia gali būti stiprios kultūros, kuri remia ir skatina verslininkus imtis rizikos tokiose srityse kaip nanotechnologija, ir pagrindinių palankių naujovėms sąlygų Europoje stoka.

Įvairios Europos pramonės šakos veikia stiprios konkurencijos aplinkoje. Dėl įvairių priežasčių joms gali trūkti kapitalo, ir dėl to jos gali skirti tik ribotus išteklius moksliniams tyrimams, technologijų plėtrai ir naujovių kūrimui. Pastarojo meto duomenys rodo, kad ES privačios investicijos į MT ir TP sudaro 1,09% BNP, palyginti su 1,85% JAV ir 2,2% Japonijoje[33]. Nors nanotechnologijos srityje tokių duomenų nėra, galima manyti, kad pramonės investicijos į ją Europoje yra atitinkamai mažesnės už JAV ir Japonijos investicijas.

3.4.2. *Įmonių steigimas ir rizikos kapitalas nanotechnologijoje*

Dauguma nanotechnologijos sričių yra dar ankstyvoje savo išsivystymo stadijoje; sėkmingai dirbantys mokslininkai dažnai tampa verslininkais ir pradeda kurti savo įmones. Iš daugelio šimtų tokių per pastaruosius kelerius metus įsteigtų įmonių, pusė yra Jungtinėse Amerikos Valstijose ir tik ketvirtoji jų dalis Europos Sąjungoje[34]. Atsižvelgiant į tai, kad MVĮ suteikia apie du trečdalius darbo vietų Europoje, akivaizdu, kad reikia daugiau pastangų naujų ir naujoviškų įmonių steigimui skatinti[35].

Bankai ir rizikos kapitalo valdytojai labai atsargiai renkasi, teikdami rizikos kapitalą, ypač tokiose srityse, kuriose, jų manymu, yra daug techninės rizikos, negalima užtikrinti tiekimo rinkai laiku arba kuriose gali atsirasti neigiamų etinių, sveikatos ar aplinkos padarinių. Žinių nuosavybei įrodyti paprastai reikalingi patentai, naujieji verslininkai privalo ne tik išlaikyti pirmąsias pozicijas nanotechnologijoje, bet ir derinti tai su įžvalgumu valdymo ir verslo strategijos srityje.

Naujieji verslininkai dažnai skundžiasi, kad jiems siūlomi kreditai (o ne rizikos kapitalas) ir kad jie negauna jokios paramos valdymo srityje; tai didina jų patiriamą ar įsivaizduojamą riziką. Nepaisant technologinės sėkmės, pradinių iniciatyvų įmonės gali žlugti dėl to, kad nepasiekia finansinio pelningumo lūžio taško – dėl vadinamojo „mirties slėnio“. Tai gali tapti aštria problema nanotechnologijoje, kur MT ir TP procesas reikalauja ilgalaikio įsipareigojimo. Šiuo atveju Europos investicijų bankas (EIB) gali atlikti svarbų vaidmenį, suteikdamas paskolas ir stiprindamas nanotechnologijos įmonių kapitalo bazę.

3.4.3. *Patentavimas*

Pramonės konkurencingumui esminę reikšmę turi nuosavybės teisės į žinias, suteikiamos kaip intelektinės nuosavybės teisės (INT), nes tai padeda pritraukti

---

33 Europos Komisijos „Pagrindiniai skaičiai 2003–2004 m.” (2003)

34 “Mažas mokslas, dideli pinigai“, Nature Biotechnology, t. 21, Nr. 10, 2003 m. spalis, p. 1127

35 „Veiksmų planas: Europos verslo darbotvarkė“ KOM(2004) 70

pradines investicijas ir užtikrinti pajamas ateityje. Nuo devintojo dešimtmečio pradžios nanotechnologijos patentų skaičius nuolat auga. Bendrai valdyti intelektinės nuosavybės teises gali būti nelengva tokioje srityje kaip nanotechnolgija, kur dėl tarpdisciplininio srities pobūdžio sueina įvairių kultūrų ir pažiūrų mokslininkai bei pramoninkai.

Kadangi nanotechnologijoje ypač pabrėžiamos žinios, joje iškyla fundamentalūs klausimai apie tai, kas turėtų ar neturėtų būti patentuojama (pvz., atskirų molekulių lygiu). Susitarimas dėl sąvokų ir apibrėžimų Europos, idealiu atveju tarptautiniu, lygiu, atliks esminį vaidmenį, padėdamas išlaikyti investuotojų pasitikėjimą ir išvengti iškraipymų, kurie gali iškilti dėl skirtingo vietos elgesio su intelektinės nuosavybės teisėmis ar jų išaiškinimo.

3.4.4. Reguliavimas

Tinkamas ir laiku atliekamas reguliavimas visuomenės sveikatos, vartotojų apsaugos ir aplinkos srityse taip pat turi esminę reikšmę, užtikrinant vartotojų, darbuotojų ir investuotojų pasitikėjimą. Būtina kuo labiau išnaudoti esamus reguliavimo mechanizmus. Tačiau ypatingas nanotechnologijų pobūdis reikalauja juos pakartotinai išnagrinėti ir galbūt pakeisti. Čia būtina taikyti iniciatyvius metodus. Pagrindas tolesniems veiksmams šia kryptimi turėtų būti nanomokslų žinių pažanga vykdant mokslinius tyrimus ir technologijų plėtrą Europos ir nacionaliniu lygiu.

Suderintas reguliavimas ne tik užtikrina nuoseklumą ir padeda išvengti rinkos iškraipymų, bet ir vaidina pagrindinį vaidmenį, mažinant riziką ir užtikrinant sveikatos bei aplinkos apsaugą. Dabartinis reguliavimas dažnai remiasi parametrais, kurie gali pasirodyti netinkami tam tikriems nanotechnologijos taikomiesiems aspektams, pavyzdžiui, palaidoms nanodalelėms. Pavyzdžiui, įvairios ribos dažnai apibrėžiamos, nustatant gamybos apimtis ar masę, žemiau kurių medžiagai gali būti nebetaikomas joks reguliavimas. Tokių ribų tinkamumas turėtų būti dar kartą apsvarstytas ir prireikus pakeistas.

3.4.5. Metrologija ir standartai

Norint užtikrinti, kad ES galėtų realizuoti komercinį nanotechnologijos potencialą, pramonei ir visuomenei reikia patikimų kiekybinių apibūdinimo priemonių ir matavimo metodų, kuriais remsis būsimųjų produktų ir paslaugų konkurencingumas bei patikimumas. Reikia sukurti metrologiją ir standartus, kurie padėtų sparčiai vystyti šią technologiją, ir užtikrintų būtiną naudotojų pasitikėjimą jos procesų ir produktų teikiamais rezultatais.

Reikia sukurti naujoviškus matavimo metodus, kurie atitiktų nanotechnologijos reikalavimus. Tai sunkius uždavinius kelianti veiklos sritis. Nanomastu sunku atskirti trikdžių poveikį matavimo instrumentams ir paties matavimo duomenis. Tam tikrose srityse šiuo metu tiesiog nėra metrologijos priemonių. Reikia atlikti nemaža ikinorminių mokslinių tyrimų ir darbų, atsižvelgiant į tai, kad pramonei reikia greito matavimo ir kontrolės priemonių. Neseniai Europos standartizacijos komitetas (CEN) [36] sudarė specialią nanotechnologijos darbo grupę.

---

[36] Smulkesnė informacija: http://www.cenorm.be/ (CEN Rezoliucija BT C005/2004)

Veiksmai: Pramonės naujovės, nuo žinių prie technologijos
4. Pabrėždama koordinuoto požiūrio Europoje į naujovių ir verslumo, susijusio su nanotechnologija, skatinimo naudą, Komisija: a) ragina valstybes nares kurti sąlygas, kurios pagal Lisabonos tikslus skatintų pramonės investicijas į MT ir TP bei naujas naujovėmis paremtas įmones; b) akcentuoja, jog reikia gilinti sėkmingo nanotechnologijų panaudojimo pramonėje perspektyvų ir sąlygų tyrimus; c) skatina Europos investicijų banką ir Europos investicijų fondą prisidėti prie nanotechnologijos naujovių kapitalo pagrindo stiprinimo ir ragina valstybes nares tirti struktūrinių fondų panaudojimą MT ir TP iniciatyvoms regioniniu lygiu; d) mano, jog stipri, suderinta ir ne per brangi INT sistema yra labai svarbus elementas, skatinantis technologijų perkėlimą ir naujoves; e) ragina valstybes nares skatinti glaudesnį patentų biurų bendradarbiavimą, kad būtų sukurta našesnė pasaulinė patentavimo sistema[37]; f) kviečia valstybes nares persvarstyti galiojančius teisės įstatymus, atsižvelgiant į visus nanotechnologijos ypatumus, ir suformuoti bendrą Europos požiūrį; g) ragina valstybes nares suintensyvinti ir koordinuoti veiklą metrologijos, standartų ir normų srityje ir taip stiprinti Europos pramonės konkurencingumą.

3.5. Visuomenės dimensijos integravimas

Kai kas kritikuoja mokslinę bendruomenę, kad ji per daug nutolusi nuo demokratijos mechanizmų, jai trūksta visuomenei būdingo supratimo, rizikos ir naudos suvokimo, jos veikloje visuomenė nedalyvauja ir neturi galimybės kontroliuoti. Nors galimas nanotechnologijos praktinis pritaikymas gali pagerinti gyvenimo kokybę, su ja kaip ir su bet kuria nauja technologija gali būti susijusi tam tikra rizika; visa tai turėtų būti atvirai pripažinta ir ištirta. Kartu būtina atkreipti deramą dėmesį ir įvertinti, kaip visuomenė suvokia nanotechnologiją ir jos keliamus pavojus.

Visų interesams būtų naudinga laikytis iniciatyvių pozicijų ir visuomenės susirūpinimą visiškai integruoti į MT ir TP procesą, tirti jo naudą, riziką ir kokias gilesnes pasekmes jis gali turėti visuomenei. Kaip jau nurodyta[38], tai turi būti padaryta kuo anksčiau, o ne tikėtis, kad viskas bus priimta *post factum*. Šiuo atžvilgiu sudėtinga ir nanotechnologijos neregimumas kelia iššūkį mokslui ir tiems kurie skambina pavojaus varpais dėl rizikos.

---

37 Žr. baigiamąjį OECD ministrų lygio mokslo ir technologijos politikos komiteto komunikatą, 2004 m. sausio 29–30 d. (žr. http://www.oecd.org/)

38 Žr., pavyzdžiui, „Nanotechnologija: revoliucinės galimybės ir pasekmės visuomenei“, 3–iasis jungtinis EB–NSF seminaras nanotechnologijos klausimais, Lecce, Italija (2002), ir „Socialiniai ir ekonominiai nanotechnologijos iššūkiai“, ESRC, JK (2003)

3.5.1. *Atsakingas nanotechnologijos vystymas*

Etikos principus būtina gerbti ir atitinkamais atvejais juos įtvirtinti teisinėmis normomis. Šie principai yra įtvirtinti Europos pagrindinių teisių chartijoje[39] ir kituose Europos bei tarptautiniuose dokumentuose[40]. Reikėtų atsižvelgti ir į Europos etikos grupės (EEG)[41], kuri tiria su nanotechnologijos pritaikymu medicinoje susijusius etikos aspektus, nuomonę.

Pagrindinės etikos vertybės yra šios: pagarbos orumui principas; asmeninio nepriklausomumo principas; teisingumo ir geradarystės principas; mokslinių tyrimų laisvės principas; ir proporcingumo principas. Būtina suvokti, kad šie principai yra svarbūs ir nanotechnologijos taikymui žmonėms, ir kitoms sritims. Be to, tam tikros nanotechnologijos taikomosios priemonės, pavyzdžiui, miniatiūriniai jutikliai, gali turėti specialų poveikį privatumo ir asmens duomenų apsaugai.

Būtina, kad nanotechnologijos vystymas būtų vykdomas atvirai pagal demokratinius principus, ir jį turi būti galima atsekti ir patikrinti. Nepaisant kai kurių raginimų nanotechnologijos moksliniams tyrimams pritaikyti moratoriumą, Komisija yra įsitikinusi, kad tai duotų visiškai priešingus rezultatus. Dėl to visuomenė ne tik netektų galimos naudos, bet ir atsirastų „technologiniai rojai“, t. y. zonos, kur moksliniai tyrimai vykdomi be jokios reguliavimo sistemos ir gali būti netinkamai naudojami. Pasekmės būtų daug blogesnės, nes tokiomis aplinkybėmis mes nebegalėtume sekti įvykių ir įsikišti. Iki šiol taikytą atsargumo principą[42] galima taikyti tik tuo atveju, jei yra nustatyti realūs ir rimti pavojai.

3.5.2. *Informacija, informacijos perdavimas ir dialogas: nematomo dalyko supratimas*

„Kas yra nanotechnologija?“ 2001 m. atlikta 16 000 asmenų nuomonių apklausa[43] parodė, kad nanotechnologiją žmonės menkai supranta. Kadangi nanotechnologija yra sudėtinga ir jos mastelis nematomas, visuomenei gali būti sunku suvokti šią sąvoką. Pavadinimai spaudoje, pavyzdžiui, apie savaime besidauginančius nanorobotus, kurių šiuo metu mes negalime sukurti, bet kurie dažnai pateikiami kaip tiesioginis pavojus, rodo, kad būtina skubiai teikti informaciją apie dabartinius nanotechnologijos mokslinius tyrimus ir jų galimą praktinį pritaikymą. Pavyzdžiui, „nanoTruck“[44] yra puikus pavyzdys, kaip galima padidinti visuomenės supratimą apie nanotechnologiją.

Jei rimtai nesistengsime perduoti informacijos, nanotechnolgijos naujovės nepelnytai gali susilaukti neigiamo visuomenės pripažinimo. Būtinas veiksmingas abipusis dialogas, kuriame atsižvelgiama į visuomenės nuomonę ir galima matyti, kad ji daro įtaką MT ir TP politikai[45]. Ilgalaikei nanotechnologijos plėtrai lemiamą reikšmę turi visuomenės pasitikėjimas ir pritarimas, kuris leis mums pasinaudoti jos potencialia

---

39 Žr. http://www.europarl.eu.int/charter/default_en.htm
40 Žr. http://europa.eu.int/comm/research/science-society/ethics/legislation_en.html
41 Žr. http://europa.eu.int/comm/european_group_ethics/index_en.htm
42 „Komisijos komunikatas apie atsargumo principą“ KOM(2000) 1
43 Europos Komisija “Europiečiai, mokslas ir technologija“ Eurobarometras 55.2, 2001 m. gruodis.
44 Daugiau informacijos: http://www.nanotruck.net .
45 „Mokslas ir visuomenė – veiksmų planas“, KOM(2001) 714

nauda. Akivaizdu, kad mokslo bendruomenė turės patobulinti savo bendravimo ir informacijos perdavimo įgūdžius.

Veiksmai: Visuomenės dimensijos integravimas
5. Pabrėždama, jog reikia skirti daugiau dėmesio nanotechnologijos visuomeniniams aspektams, Komisija: a) ragina valstybes nares taikyti atvirą ir iniciatyvų nanotechnologijos MT ir TP valdymą, kuris užtikrintų visuomenės suvokimą ir pasitikėjimą; b) skatina dialogą su ES piliečiais ir vartotojais, kuris skatintų informuotus sprendimus nanotechnologijos MT ir TP klausimais, paremtus objektyvia informacija ir idėjų mainais; c) dar kartą patvirtina, jog laikysis etikos principų, kad nanotechnologijos MT ir TP vykdoma atsakingai ir skaidriai.

4. VISUOMENĖS SVEIKATA, SAUGA, APLINKOS IR VARTOTOJŲ APSAUGA

Kartu su moksliniais tyrimais ir plėtra bei technologijų pažanga turi būti atliekama potencialių su nanotechnologija susijusių pavojų sveikatai ir aplinkai mokslinė analizė ir vertinimas. Šiuo metu yra vykdomos tam tikros specializuotos studijos, stengiantis įvertinti galimą riziką, kuri taip pat tiriama, vykdant 6BP integruotuosius projektus ir aukštos kokybės tinklų projektus nanotechnologijos srityje. Nenumatytu būdu visų pirma gali elgtis nanodalelės, nes jos yra labai mažos[46]. Čia gali iškilti specialūs sunkumai, susiję, pavyzdžiui, su jų gamyba, šalinimu, tvarkymu, saugojimu ir gabenimu. Būtina atlikti mokslinius tyrimus, kad būtų galima nustatyti atitinkamus parametrus ir prireikus parengti teisės aktus, atsižvelgiant į visą dalyvaujančių subjektų grandinę nuo mokslininkų ir darbuotojų iki vartotojų. Tokiuose moksliniuose tyrimuose taip pat reikia atsižvelgti į nanotechnologijų poveikius per visą jų gyvavimo ciklą, taikant, pavyzdžiui, gyvavimo ciklo vertinimo priemones. Kadangi šios problemos yra svarbios visame pasaulyje, būtų naudinga sistemingai telkti žinias tarptautiniu mastu.

Apskritai, visuomenės sveikata, aplinkos ir vartotojų apsauga reikalauja, kad nanotechnologijų plėtros dalyviai – mokslininkai, kūrėjai, gamintojai ir platintojai – spręstų galimos rizikos problemas iš anksto ir kuo anksčiau, remdamiesi patikimais moksliniais duomenimis bei analize ir taikydami tinkamus metodus. Tai nėra lengva, nes numatyti nanotechnologijomis paremtų produktų ypatybes sunku ir reikia atsižvelgti į klasikinės fizikos ir kvantinės mechanikos poveikį. Daugeliu atžvilgių medžiagos kūrimas nanotechnologijomis gali būti sulygintas su naujos cheminės medžiagos kūrimu. Dėl to, sprendžiant nanotechnologijų visuomenės sveikatai, aplinkai ir vartotojams keliamus galimus pavojus, reikia įvertinti, kaip galima panaudoti esamus ir sukurti naujus, specialiai nanotechnologijai pritaikytus

[46] Žr., pavyzdžiui, EB finansuojamus projektus: Nanopathology „Nanodalelyčių vaidmuo biologinių medžiagų sukeltoms patologijoms“ (QLK4-CT-2001-00147); Nanoderm „Odos kokybė kaip kliūtis ultra smulkioms dalelėms“ (QLK4-CT-2002-02678); Nanosafe „Rizikos vertinimas, gaminant ir naudojant nanodaleles, sukūrus prevencines priemones ir praktikos kodeksus“ (G1MA-CT-2002-00020)

toksikologijos ir ekotoksikologijos duomenis (įskaitant duomenis apie reagavimą į dozes ir veikimo trukmę). Taip pat reikia ištirti ir prireikus pakoreguoti rizikos vertinimo metodus. Praktikoje būtina, kad, sprendžiant su nanotechnologijomis susijusią galimą riziką, rizikos vertinimas būtų taikomas kiekvienoje nanotechnologija pagrįstų produktų gyvavimo ciklo stadijoje.

Veiksmai: Visuomenės sveikata, aplinkos ir vartotojų apsauga
6. Siekdama remti aukštą visuomenės sveikatos, saugos, aplinkos ir vartotojų apsaugos lygį, Komisija pabrėžia, jog būtina: a) kuo anksčiau nustatyti ir spręsti (tikras ar įsivaizduojamas) saugos problemas; b) didinti paramą sveikatos, aplinkos, rizikos ir kitų susijusių aspektų integravimą į MT ir TP veiklą ir specialiąsias studijas; c) remti duomenų apie toksikologiją ir ekologinę toksikologiją rinkimą (įskaitant duomenis apie reagavimą į dozes) ir įvertinti žmonių ir aplinkos galimybes ištverti toksikologinių veiksnių poveikį. Komisija valstybes nares ragina skatinti: d) prireikus tikslinti rizikos vertinimo procedūras, kad būtų galima atsižvelgti į konkrečias problemas, susijusias su nanotechnologijos naudojimu; e) visuose technologijos gyvavimo ciklo etapuose (nuo idėjos gimimo, MT ir TP, apdirbimo proceso, platinimo, naudojimo ir šalinimo) vertinti riziką žmonių sveikatai, aplinkai, vartotojams ir darbuotojams.

5. TOLESNIS ŽINGSNIS: TARPTAUTINIS BENDRADARBIAVIMAS

Tarptautinis bendradarbiavimas – tai pagrindinė vertybė, kuria pasaulis gali naudotis, siekdamas pažangos MT ir TP bei 6BP srityje, nes tokiu atveju projektuose gali dalyvauti mokslinių tyrimų grupės praktiškai iš visų šalių. Tai ypač svarbu nanotechnologijai, kur reikia daug fundamentalių žinių ir kur yra daug mokslinių ir techninių iššūkių, reikalaujančių pasaulio mastu sukaupti kritinę masę. Tarptautinis bendradarbiavimas gali paspartinti MT ir TP, greičiau užpildydamas žinių spragas, ir, pavyzdžiui, padėti paruošti dirvą naujiems metrologijoms sprendimams ir standartams.

Mokslinio ir techninio bendradarbiavimo susitarimus, kurie apima ir nanotechnologiją, su ES yra sudarę keletas šalių. Visų pirma, yra vienas įgyvendinimo susitarimas tarp Europos Komisijos (EK) ir Nacionalinio mokslo fondo (NSF, JAV) ir kitas – su Mokslo ir technologijos ministerija (MOST, Kinija). Tokie įgyvendinimo susitarimai teikia pagrindą glaudesniam bendradarbiavimui ir leidžia pradėti bendras iniciatyvas. Nuo 1999 m. EK–NSF koordinavo keletą kvietimų dalyvauti projektuose ir pradėjo vykdyti 20 projektų.

Atsižvelgiant į 6BP patirtį, reikia didinti tarptautinį bendradarbiavimą nanotechnologijoje ir nanomoksluose ir su šalimis, kurios ekonominiu atžvilgiu yra toliau pažengusios (dalytis žiniomis ir naudotis kritine mase), ir su mažiau

ekonominiu atžvilgiu pažengusiomis šalimis (kad joms būtų prieinamos žinios ir būtų išvengta „žinių apartheido“). Visų pirma skubiai reikia dalytis su nanotechnologija susijusiomis žiniomis sveikatos, saugos ir aplinkos klausimais, kad jų teikiama nauda būtų prieinama visiems piliečiams.

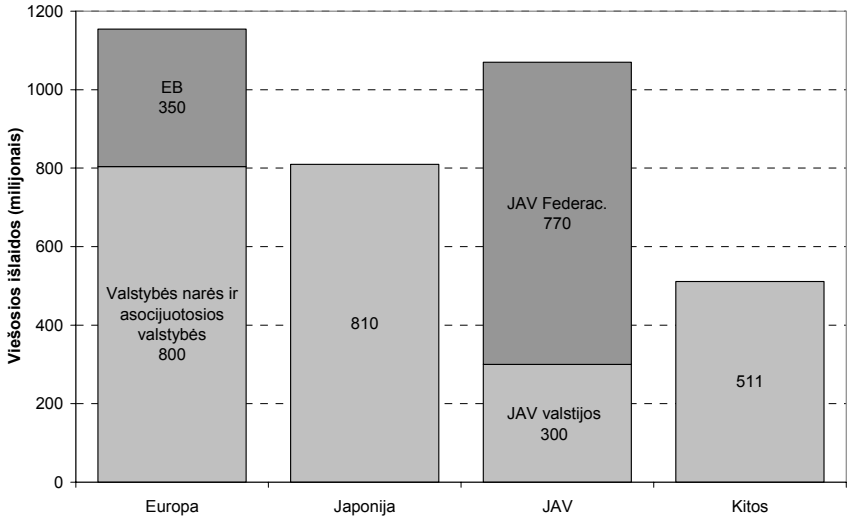
Bendrai nustatyti MT ir TP principai nanotechnologijoje galėtų būti išdėstyti savanoriškai priimtame dokumente (pavyzdžiui, „gero elgesio kodekse“), kuriuo vadovautųsi ES kartu su šalimis, kurios aktyviai vykdo mokslinius tyrimus ir laikosi panašaus į mūsų įsipareigojimo atsakingai žiūrėti į technologijų plėtrą. Šiuo atveju labai naudinga būtų apsikeisti nuomonėmis su, pavyzdžiui, JAV, Japonijos, Šveicarijos ir Rusijos atstovais, nes tai padėtų paruošti dirvą tolesnėms iniciatyvoms.

Veiksmai: Tarptautinis bendradarbiavimas
7. Komisija, laikydamasi savo tarptautinių įsipareigojimų, visų pirma susijusių su Pasaulio prekybos organizacija, skatina: a) tarptautines diskusijas ir vieningą nuomonę pasauliniu mastu rūpimais klausimais, tokiais kaip: visuomenės sveikata, sauga, aplinka, vartotojų apsauga, rizikos vertinimas, reglamentavimas, metrologija, nomenklatūra ir normos; b) didinti mažiau industrializuotų šalių galimybes gauti pagrindinių žinių, kad tai padėtų išvengti „žinių apartheido“; c) stebėjimą ir dalijimąsi informacija, susijusia su moksliniu, technologiniu, ekonominiu ir socialiniu nanotechnologijų vystymu; d) nustatyti tarptautinį „elgesio kodeksą“, kad pasauliniu mastu būtų užtikrintas sutarimas dėl pagrindinių atsakingo nanotechnologijos vystymo principų.

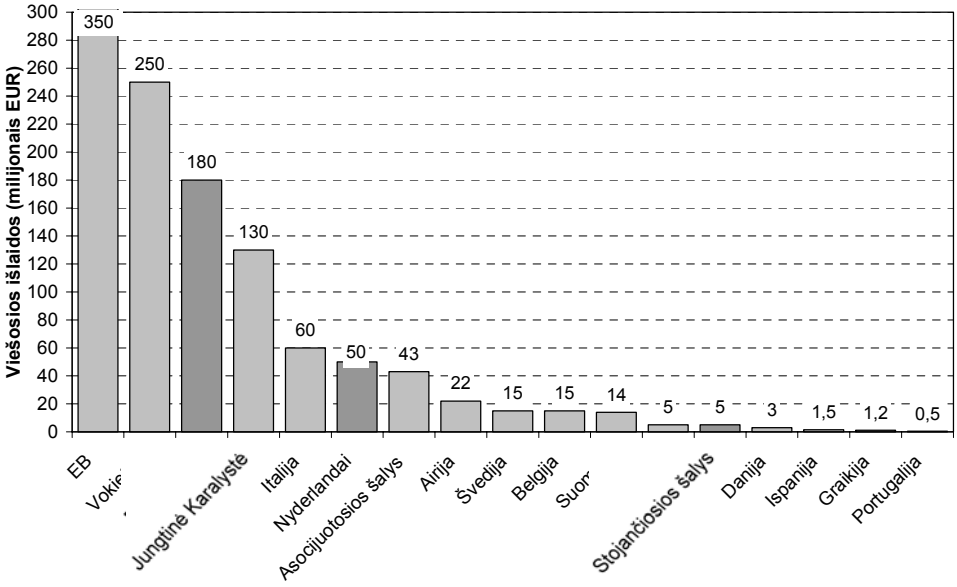
PRIEDAS: NANOTECHNOLOGIJOS FINANSAVIMAS IŠ VIEŠŲJŲ ŠALTINIŲ

(Atkreipkite dėmesį, kad pateiktieji duomenys yra paimti iš kelių šaltinių[47])

1 pav.: Bendrieji viešųjų išlaidų lygiai technologijoje 2003 m.: Europoje (įskaitant Šveicariją, Islandiją ir Norvegiją kaip 6BP asocijuotąsias šalis), Japonijoje, JAV ir kitose šalyse (1 EUR = 1 USD).

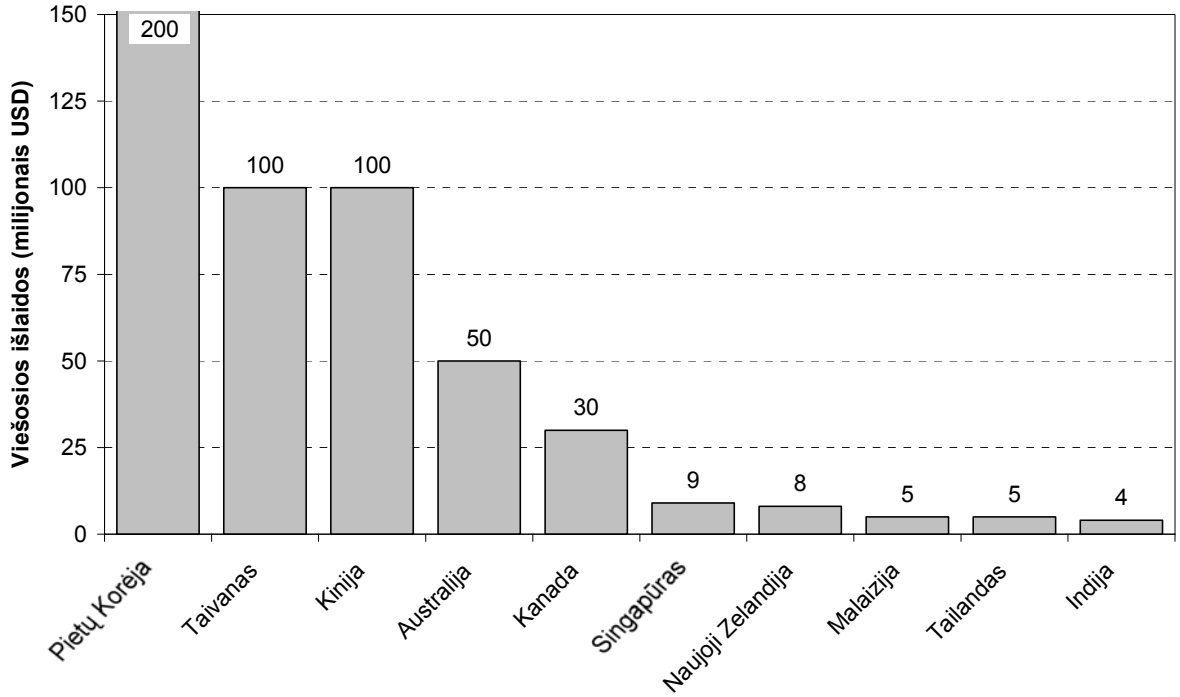
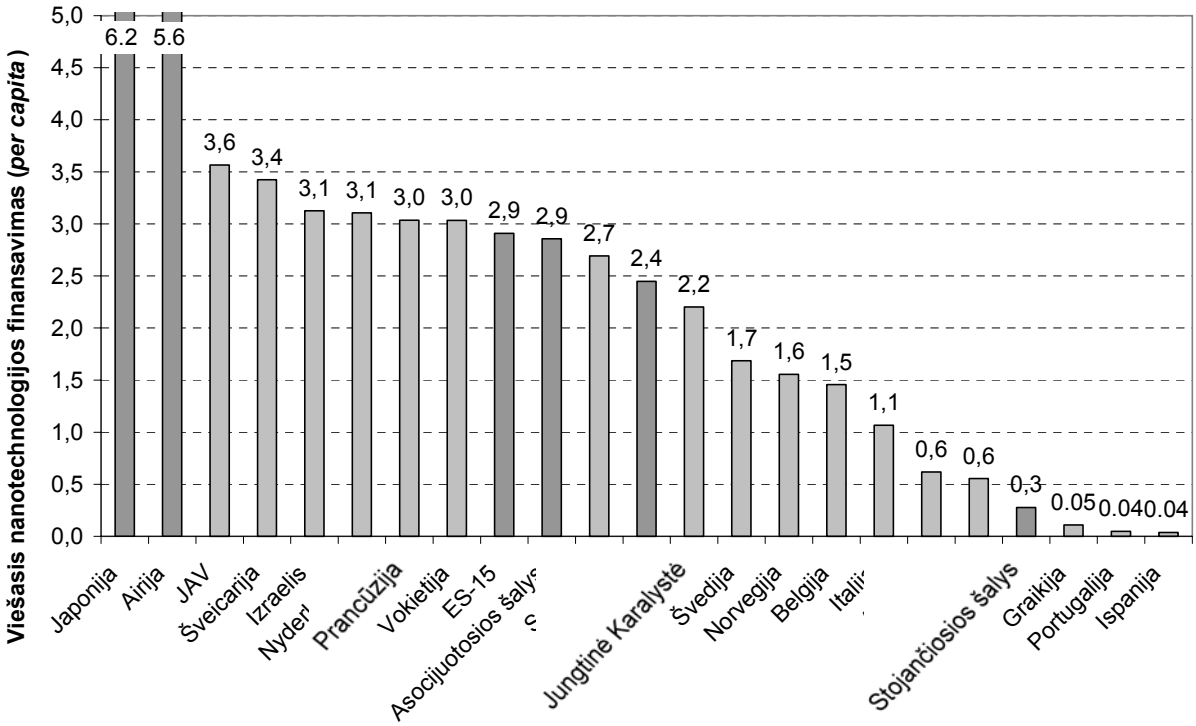


2 pav.: 2003 m. 15 šalių ES finansavimo lygis kartu su kai kuriomis stojančiosiomis šalimis (Čekija, Latvija, Lietuva, Slovėnija) ir pagrindinėmis asocijuotomis šalimis (Šveicarija, Islandija ir Norvegija) ir EB absoliučiais skaičiais (eurais).



47 Azija (APNF, ATIP, nABACUS); Europa (Bundesministerium für Bildung und Forschung (Vokietija), Enterprise Ireland, Generalinis mokslinių tyrimų sekretoriatas (Graikija), Inspection générale de l'administration de l'éducation nationale et de la recherche (Prancūzija), Nanoforum, Nacionaliniai informacijos centrai, CORDIS Nanotechnologijos duomenų bazė, įvairūs šaltiniai); USA (NSF); kiti įvairūs šaltiniai.

3 pav.: Didžiųjų trečiųjų šalių (išskyrus JAV ir Japoniją) nanotechnologijos programų finansavimas absoliučiais skaičiais, išreikštais JAV doleriais, 2003 m. Vertinant šiuos skaičius, reikėtų atsižvelgti į didelius perkamosios galios skirtumus.



4 pav.: Palyginamasis 15 šalių ES, 25 šalių ES, kai kurių stojančiųjų šalių (Čekija, Latvija, Lietuva, Slovėnija), pagrindinių 6BP asocijuotųjų šalių (Šveicarija, Islandija ir Norvegija), JAV ir Japonijos finansavimo, tenkančio vienam gyventojui, 2003 m. (1EUR = 1USD) lygis.