



MADE IN ESTONIA

MAREK TIITS, RAINER KATTEL, TARMO KALVET



Esikaanel Walter Zappi legendaarne Minox kaamera.

Walter Zapp sündis 4. septembril 1905 Riias.

1920ndatel aastatel, juba Eestis elades, paelus teda idee väikesest täppiskaamerast, mis ei jääks fotode kvaliteedilt märksa suurematele kaameratele kuidagi alla. Kümmeaastat hiljem, 1936. aastal valmiski *Minox* kaamera esimene prototüüp. Kahjuks ei leidunud sellele kodumaal tootjat ja nii alustati seeriatootmist Riias.

Hiljem on Walter Zapp *Minox* sünnilugu meenutades kirjutanud: "Ei ole kaugeltki piisav, kui on olemas idee, sest selle teoks tegemiseks on tarvis tervet hulka soodsaid keskkonna- ja kaasaegsete loodud tingimusi. Sellise õnneliku olukorra eest võlgnen tänu just Eestimaale."

MADE IN ESTONIA

MAREK TIITS, RAINER KATTEL, TARMO KALVET

Balti Uuringute Instituut

Tartu 2005

Autoritest:

Marek Tiits on Balti Uuringute Instituudi juhatuse esimees

Rainer Kattel on TTÜ professor ja Poliitikauuringute Keskuse PRAXIS vanemanalüütik

Tarmo Kalvet on Poliitikauuringute Keskuse PRAXIS innovatsiooniprogrammi juht



Balti Uuringute Instituut on valitsusväline arendusasutus, mille eesmärk on aidata heal tasemel sotsiaal-majandusliku analüüsiga kaasa avaliku poliitika kujundamisele Läänemere regioonis.



PRAXIS on sõltumatu, mittetulunduslik mõttekeskus (*think tank*), mille eesmärk on parem halduspoliitika ja ühiskonna kaasatuse suurendamine poliitika arutellu. Teeme seda läbi halduspoliitika probleemide tuvastamise, tuginedes innovatiivsele ja kvaliteetsele analüüsile, uuringutele ning osalusdemokraatia põhimõtetele.

Autorite eriline tänu kuulub Carlota Pérezile, kes leidis võimaluse Tallinnas rea inspireerivate seminaride läbiviimiseks. Täname Jaak Aaviksood, Wolfgang Drechslerit, Jüri Engelbrechti, Kristi Hakkajat, Teet Jagomäge, Anne Jürgensoni, Marco Kirmi, Kadri Kristjuhanit, Ülle Musta, Mall Parmast, Tarmo Pihli, Erik S. Reinertit, Tiit Talpseppa, Silver Toomlat, Rene Tõnnissoni abi ja nõuannete eest.

Käesolev analüüs on valminud Euroopa Komisjoni toetusel.

Toimetaja: Margit Suurna

Küljendus: Madis Kivi, Helena Nagel

Kaanefoto: Tallinna Linnamuuseumi fotokogu



Trükitud taastoodetud paberile looduslike õlide ja vaikude baasil valmistatud värvidega

ISBN 9949-10-894-2

Balti Uuringute Instituut

Tartu

2005

Sisukord

Sissejuhatus.	4
Lühikokkuvõte.	5
 1. Teadmistepõhise majanduspoliitika lähtealused	
1.1. Konkurentsivõime ja tööstuse struktuur.	7
1.2. Sotsiaal-majanduslik areng ja tehnoloogilis-majanduslikud paradigmad.	9
1.3. Innovatsioon ja klastripõhine majanduspoliitika.	14
1.4. Erinevate arengufaasidega riikide erinev poliitikate vajadus.	18
1.5. Väikeriigi <i>catching-up</i> strateegia eripärad.	20
 2. Teaduse ja tehnoloogia võtmevaldkonnad	
2.1. Info-, bio- ja nanotehnoloogiate arenguvisionid 2015-2020.	22
2.2. Infotehnoloogia ja infoühiskonna areng.	26
2.3. Biotehnoloogia.	29
2.4. Nanotehnoloogia.	38
2.5. Info-, bio- ja nanotehnoloogia konvergens.	46
 3. Eesti sotsiaal-majanduslikud väljakutsed	
3.1. Majanduse välistasakaal.	51
3.2. Tootlikkuse kasv ja majandusareng.	54
3.3. <i>Acquis communautaire</i> ja innovatsioon.	59
3.4. Inimressurss, tööhõive ja sotsiaalne jätkusuutlikkus.	60
 4. Eesti konkurentsipositsioon Euroopas	
4.1. Meie laste majanduslikest võimalustest.	68
4.2. Euroopa Liit ja muutuv rahvusvaheline tööjaotus.	71
4.3. Stsenaarium I: Skandinaavia perifeeria.	74
4.4. Stsenaarium II: Traditsiooniliste sektorite aktiivne kaasajastamine.	81
4.5. Stsenaarium III: Panus uutele kõrgtehnoloogilistele majandusharudele.	86
 5. Poliitikasoovitused	
5.1. Klastripõhine majanduspoliitika.	92
5.2. Tõhusam poliitika koordineerimine Läänemere regioonis.	93
5.3. Teadmiste ja tehnoloogia infrastruktuuri arendamine.	93
 6. Lisad	94

Sissejuhatus

1990ndad aastad on olnud Euroopa Liidu ja NATO liikmeks saanud Eestile kaheldamatult edasiviivateks ja paljudele aktiivsetele inimestele ka üsna edukad. Samas on aga ettevõtjal tänases Eestis üha keerulisem leida kvalifitseeritud tööjõudu ning oma seniste eelistega konkurentsist püsida. Euroopa Liidu *Lissaboni strateegiat*¹ järgivas poliitilises retoorikas eesmärgiks seatud erasektori mastaapsed investeeringud teadus- ja arendustegevusse ei tundu jõukohased. Rekordilise jooksevkonto defitsiidi püsimine ohustab majanduse stabiilsust. See kõik sunnib Eestit pöörama järjest enam tähelepanu järgmise põlvkonna poliitikatele, mis tagaksid lisaks majanduskeskkonna stabiilsusele eeldused Eesti pikemaajaliseks edukaks arenguks.

Kuhu oleks ettevõtjal Eestis pikemas perspektiivis kasulik investeerida? Mida peab tegema riik, et kasvaks tema elanike reaalsissetulekud ja ettevõtete võime eksportida? Millised peaksid olema avaliku sektori poliitikad, et võimaldada ettevõtjal rakendada senisest odava tööjõu ja loodusressursi kasutamisest erinevaid äristrateegiaid? Millised võiksid olla Eesti kui väikese üleminekuriigi valikud, kes ei saa endale lubada suuri investeeringuid paljudele erinevatele aladele? Tulevikule mõeldes on alati kasulik vaadata ajaloos tagasi.

Eesti möödunud kümnendi arengutest võib leida üllatavalt palju sarnast noore vabariigi arenguga 1920ndatel aastatel. Analüüsides hiljem eksiilis Eesti kogemusi ja perspektiive majanduse ülesehitamiseks iseseisvuse taastamise järel, on Karl Selter sedastanud: „Tööstus võib kanda arenenud põllundust. Tööstuse ja linnade kasv ja tööstuse palkade kogusumma paisumine on hädavajalikuks eelduseks, millele võib olla rajatud meie põllumajanduse tõus. Nii kummaline kui see ka näib, iseseisva Eesti poliitilised ringkonnad ei taibanud seda sidet tööstuse ja põllunduse vahel. Mõned poliitikud suhtusid tööstusse ebasõbralikult, teised – sallivalt, aga ükski partei ei seadnud oma programmiks tööstuse suurendamist. Võib-olla oli selle põhjuseks asjaolu, et suur osa suurtööstusest kuulus mitte-eesti soost kodanikele ja nende mured tundusid laiadele hulkadele nagu võõra asjana.”²

Just tööstuse areng loob eeldused teenindussektori laienemiseks ja maaelu arenguks ning kogu ühiskonna elatustaseme tõusuks. Kuigi selle raamatu vaade tulevikku on selgelt tehnoloogilise arengu, tööstuse ja majanduse konkurentsivõime keskne, ei pea autorid laiemat keskkonna või ühiskondliku arengu alast diskussiooni kuidagi vähem oluliseks. Eesti edu ei sõltu muidugi mitte ainult tööstuse arengust, investeeringutest haridusse, teadusesse ja tehnoloogiaarendusse, vaid samavõrd ka sotsiaalpoliitikast, tööturumeetmetest, konkurents-, keskkonna- ja maaelu poliitikast – riigi toimimisest kõige laiemas tähenduses.

Kas või mille alusel aga eelistada ühte või teist investeeringut, institutsiooni, strateegiat, poliitikat? Käesolev töö lähtub kahest eeldusest: esiteks, avaliku poliitika ülesandeks on alati teha valikuid ja teiseks, langetatavad valikud peavad lähtuma olukorra ja vajaduste analüüsist. Selge pikemaajalise sihi puudumine ja struktuursete muutuste valulikkus ühiskonnas on paraku ühed peamised põhjused, miks ponnistused teadmispõhise majanduse arendamiseks ei ole Eestis ega Euroopas kõlavatele sõnadele vaatamata seni märkimisväärselt vedu võtnud.

Eestil ei ole täna kahjuks terviklikku, kindlalt tulevikku vaatavat pikemaajalist arengustrateegiat. Selline ühiskonnas laialdaselt aktsepteeritud strateegia ei saa tekkida kabinetivaikuses. Nii püstitab ka järgnev analüüs rohkem ühiskonnas läbi mõtlemist ja diskuteerimist vajavaid küsimusi kui püüab pakkuda lõpliku tõena kõlavaid valmis vastuseid.

¹ “A new start for the Lisbon Strategy”, Euroopa Komisjon, http://europa.eu.int/growthandjobs/index_en.htm.

² Karl Selter (1898-1958) oli 1933-1938 aastal Eesti Vabariigi majandusminister. Talle oli antud koostada nii kõige väiksem kriisiaegne riigieelarve 1934/35. aastal kui omaaegne peaagu kõige suurem Eesti eelarve 1938/39. aastaks. Vt Karl Selter, “Eesti ülesehitamise probleeme”, *Korporatsioon Vironia 1900-2000, käsikiri*.

Lühikokkuvõte

Modernse riigi idee ja edukus nii sotsiaalses kui majanduslikus mõttes on alates renessansi Itaalia linnriikide ning 16-17. sajandi Hollandi ja Saksa linnade arengust põhinenud geograafilistel piiridel, mis üldse võimaldavad spetsialiseerumise ehk heaolu tõstvate majandusklastrite tekke. Samas on majandusteooria sisuliselt alati lähtunud Adam Smithi poolt kuulsaks kirjutatud põhimõttest, et heaolu ja turu suuruse vahel on positiivne seos, sest suurem turg võimaldab enam spetsialiseerumist ning seega tootlikkuse ja elatustaseme kasvu.

Viimastel aastakümnetel aset leidnud info- ja kommunikatsioonitehnoloogiate kiire areng ja turgude liberaliseerimine on geograafia ja sihtturgude läheduse tähendust ning rolli sotsiaal-majanduslikus arengus oluliselt muutnud. Globaalse majanduse väärtusahelad ei kujune enam mitte lähtuvalt geograafilistest piiridest, vaid üha sagedamini konkreetsete tööstusharude siseselt. Samas luuakse ja paigutatakse majandusüksusi järjest enam ümber neisse riikidesse ja piirkondadesse, kus sotsiaal-majanduslik keskkond on vastava tootmisastme jaoks kõige soodsam. See tähendab lihtsamate tootmisülesannete liikumist odavama tööjõu, ent suhteliselt kõrge tootlikkusega piirkondadesse; samas jäävad arendustegevuse keerukamad ja kallimad osad kõrge elatustasemega riikidesse. Kõige keerulisem on olukord nende piirkondade jaoks, kus ei ole pakkuda teadmistepõhist arendustegevust ega suhteliselt kõrge tootlikkusega odavamat oskustööjõudu.

Eelöeldust tulenevalt on nii kohalike ettevõtete konkurentsieeliste arendamine kui välisinvesteeringute asukohavalik üha enam konkreetsete majandus- ja tehnoloogiavaldkondade põhine. Kuna võimalus erinevaid majandussektoreid või tehnoloogiaid võrdset kohelda väheneb, siis ei tee see keerukaks mitte ainult ettevõtete strateegiate kujundamist, vaid veelgi keerukamaks on muutunud majandusarengut toetavate poliitikate ja strateegiate kujundamine. Samas on selge, et areneval (väike)riigil õnnestub tehnoloogilises järjest suurema lisandväärtuse loomise võidujooksus edu saavutada ainult oma majandust jõuliselt ja pidevalt kaasajastades.³

Eesti sotsiaal-majanduslik areng avatud globaalses majanduses pole kuidagi „nullsumma mäng“, mille põhi-küsimusteks kitsalt siseriiklik tulude ümberjagamine või maksukoormuse määr. Euroopa Liidu liikmena on Eesti varasemast täiesti teistsuguses majanduspoliitilises keskkonnas, kus loodetava majandusliku konvergentsi seisukohalt omandab varasemast *acquis communautaire* suhteliselt tehnilisest ülevõtmisest hoopis olulisema rolli Eesti tegelik spetsialiseerumine ühisturul ja seda toetava arengustrateegia ellukutsumine.

Milliseks võiks järgmise kümne aasta taga kujuneda Eesti roll muutuv rahvusvahelises tööjaotuses? Ühiskonnas (või majanduses) ei toimu muutused üleöö. See tähendab, et viimase kümnendi areng annab suuresti aimu sellest, kuidas ja millise tehnoloogilise struktuuri suunas Eesti majandus järgmise 5-10 aasta jooksul areneb. Eesti senise arengu analüüs näitab, et tööstuse tehnoloogiline struktuur ei muutu mitte teadmistemahukamaks ja keerukamaks, vaid vastupidi – tööjaotus väheneb, spetsialiseerumine väheneb, vähenevad oskused ja oskustööliste arv, väheneb suutlikkus kasutada uusi ja tekkivaid tehnoloogiaid. Sellal kui Lääne-Euroopa konkureerib oma sissetulekute, tööjõu tootlikkuse ja majanduse teadmiste- ja tehnoloogiamahtuse osas USA ja Kagu-Aasia uute tööstusriikidega, on Euroopa Liidu uute liikmesriikide peamiseks majanduslikeks rivaalideks pigem Hiina, India, Ladina-Ameerika riigid ja Venemaa.

Ekspordistruktuuri ja tööstuse konkurentsivõimet vaadates on Eesti tänaseks praktiliselt täielikult spetsialiseerunud puidutöötlemisega seotud aladele (sh mööbli-, trüki- ja paberitööstus), millele sekundeerivad ekspordistruktuuris Skandinaavia infotehnoloogia- ja elektroonikaklastri teatud madala lisandväärtusega tegevused. Skandinaavia puiduklastri osana Eestis kiirelt arenevad puidutöötlemisega seotud majandusharud on kujunenud viimase 10 aasta jooksul Eesti majanduse tootlikkuse (ja seega ka sissetulekute) kasvu kõige olulisemaks allikaks.

³ Alates David Ricardo tööstest on laialdaselt aktsepteeritud tõsiasi, et konkreetse asukohas tegutseval ettevõtjal on mõttekas panustada esmajoones neisse valdkondadesse, kus olemasolev keskkond mingisugusedki eeliseid pakub. Samas ei loeta taolisi eeliseid kaasagsetes majanduskäsitlustes mitte iseeneslikeks, vaid spetsialiseerumise kujunemisel on määrav roll riigi poolt loodud ettevõtluskeskkonnal. Vt nt Charles King, *The British Merchant or Commerce Preserv'd*, London, John Darby, 1721; David Ricardo, *The Principles of Political Economy and Taxation*, London: John Murray, [1817] 1821; Paul M. Romer, „Increasing Returns and Long-Run Growth“, *Journal of Political Economy*, 1986, 94, 5 (oktoober 1986), 1002-1037; Francis Fukuyama, *State Building: Governance and World Order in the Twenty-first Century*, Profile Books, 2004.

Samas ei vii Eesti majanduse olemasolev üsna madalatehnoloogiline struktuur tuleviku jaoks uute teadmiste ja ideede loomiseni. Samuti oleks ebareaalne hakata taastama nõukogudeaegset kergetööstust, masinaehitust jt tänaseks äärmiselt tööjõu- või kapitalimahuka konkurentsiga tööstusharusid. Eesti peaks pigem keskenduma oma võrdlemisi efektiivsete ressursipõhiste ja madalatehnoloogiliste sektorite moderniseerimisele, laiendades samal ajal kohalolekut järgmise põlvkonna kõrg- ja keskmistehnoloogilistel aladel ehk esmajoonel info-, bio- ja nanotehnoloogia väärtusahelates. Samas peab uute kõrgtehnoloogiliste alade arendamine haakuma Eestis eksisteeriva majanduse struktuuri ja spetsialiseerumisega. Vastasel juhul jääb uute kõrgtehnoloogiliste alade panus Eesti elatustaseme tõusu üksikute ettevõtete edust hoolimata väga tagasihoidlikuks.

Eesti majandust on 1990ndatel aastatel iseloomustanud olulised struktuursed muutused ja tehnoloogiliste uuendustega kaasnenud töökohtade arvu vähenemine. Pea kõikides tööstussektorites, peale puidutööstuse, on tehnoloogiliste ja organisatsiooniliste uuendustega kaasnenud tööhõive langus. Samuti on suurenenud sotsiaalse kihistumise kasv. Samas, nagu Adam Smith *Rahvaste rikkuses* täheldab, ei ole liialt palju vaeseid riigile ei sotsiaalses ega majanduslikus mõttes kuidagi kasulik.⁴

Uute töökohtade teke majanduses on aga otseselt sõltuv nii olemasolevate kui haridus- ja teadussüsteemi poolt pakutavate oskuste ja teadmiste ühilduvusest tehnoloogilise arenguga maailmas ning Eesti majanduse tulevaste struktuursete muutustega. See tähendab, et tööstuse, haridus- ja teadussüsteemi pideva kaasajastamise poliitikad, mis eelpool kirjeldatud loogikast lähtuvalt peavad olema valdkonnaspetsiifilised, peavad samal ajal olema ka omavahel väga hästi koordineeritud. Efektiivse kutsehariduse, täiendus- ja ümberõppe süsteemi ülesehitamine ning teadus- ja arendustegevuse finantseerimise suurendamine on küll uute töökohtade tekkeks kõik ühtmoodi kriitilise tähtsusega, kuid samas ei suuda ükski nimetatud elementidest eraldi ühiskonna teadmispõhisesse majandusse liikumiseks vajalikke struktuurseid muutusi esile kutsuda.

Sisuliselt seisab Eesti elatustaseme tõusu poole püüeldes majandusarengu ökonoomika ühe klassikalise põhiküsimuse ees: kuidas tagada senisest märksa tõhusam globaalarengute ja Eesti pikemaajalise tulevikuperspektiiviga arvestav süsteem avaliku ja erasektori investeringute koordineerimiseks.⁵

⁴ Adam Smith, *The Wealth of Nations*, London, Campbell, [1776] 1991, Book I, VIII; Ameerika majandusteadlane Arthur Okun märkas 1960ndate aastate empiirilisi andmeid analüüsides praktiliselt lineaarset seost töötuse määra muutuse ja kogurahvatulus (rahvusliku koguprodukti, RKP) väljendatud majanduse reaalkasvu vahel. Okuni seadusele tuginev lihtne arvutus näitab, et Eesti töötute arvu vähenemine ca kaks korda (so 2003. aasta ligikaudu 10%-lt 5-le) tähendaks 15% suuremat kogurahvatulu. Eesti 2003. aasta näitajates tähendaks see ligikaudu 16 miljardit krooni. Vt Arthur M. Okun, "Potential GNP: Its Measurement and Significance", *American Statistical Association, Proceedings of the Business and Economics Section*, 1962, 98-103.

⁵ Vt Ragnar Nurkse, "Some international aspects of the problem of economic development", *The American Economic Review*, 42, 2, mai 1952, 571-583.

1. Teadmistepõhise majanduspoliitika lähtealused

1.1. Konkurentsivõime ja tööstuse struktuur

Napoli päritolu Antonio Serra on ilmselt üks esimesi teadlasi, kes majandusarengu alustele laiaulatusliku selgituse andis. Tähelepanuväärselt on tema 1613. aastal ilmunud teos juba oma pealkirjalt lähedane sellele, mis täna Eestit huvitab: *Lühike käsitus põhjustest, mis võivad tuua palju kulda ja hõbedat kuningriikidesse, kus puuduvad kaevandused*.⁶ Kuidas tagada heaolu riigis, mis on väike ning kus puuduvad olulised loodusvarad?

Alepõllunduses oleks ka tänane lihtne Eesti aiamaapidaja olnud geniaalne ülisuure kasumimarginaaliga monopolist. Täna Eesti puidutöötajad ja rõivatööstused oleksid tänaste tehnoloogiatega olnud sajand või paar varem meeletult jõukad, kuid täna on traditsioonilised tööstused Eestis ellujäämiseks sunnitud järjest tööjõudu koondama, mis omakorda tekitab täiendavaid sotsiaalseid probleeme. Kui kasvatame kartuleid või saame metsa, siis pole eriti keeruline arvata, et seda osatakse teha peaaegu kõikides maailma riikides – oleme ideaalse konkurentsiga turul, kus on peamiseks konkurentsieeliseks tööjõu jt tootmissisendite, sh loodusressursi suhteline odavus.

Nii nagu Serra, on ka klassikaline liberaal John Stuart Mill⁷ jpt majandusteadlased näidanud, et põllumajandus (ja teenindus) saab riigis ainult siis õitseda, kui õitseb tööstus. Põhjused on lihtsad: **majandustegevused ei ole kvalitatiivselt ühesugused ja nende kvaliteet väheneb ajas. Tööstuses, nagu ka teatud teadmistemahukates teenustes, on võimalik saavutada mastaabiefekti, millega võistlemine on muudes majandusvaldkondades keeruline, kui mitte võimatu.**⁸

Majandustegevuse kvaliteet ehk võimalus seda viljeledes tulu saada sõltub nende teadmiste-, tehnoloogia- ja oskustemahukusest. Viimane tingib dünaamilise konkurentsi, mille peatunnuseks on turu asümmeetrilisus. See seisneb lihtsustatult asjaolus, et konkureerivad ettevõtjad ei tea täpselt, kuidas üks või teine oma tooteni jõuab. Konkurendipoolne (osaline) teadmatus pakub tootjale konkurentsieelise – ta võib hõivata suuremaid turge ning saavutada piiratud ajaks teatud turgudel või turusegmentides isegi monopoliseeritud seisundi. See omakorda võimaldab dikteerida turul kõrgemat (konkurentsi poolt mittemääratud) hinda.⁹

Seepärast ei arene majandus pikas perspektiivis sihitult suvalises suunas, vaid aste-astmelt kasvava tootlikkuse poole, ehk kvaliteedilt kõrgemate majandustegevuste suunas. Majanduse konkurentsivõime arendamisel ei ole aga tegemist ainult nn kõrgtehnoloogiliste sektorite tekitamisega, vaid vastava riigi ja selle majanduse spetsiifiliste konkurentsieeliste kasutamise ning olemasoleva tööstuse pideva uuendamise.

Piima võib ka talus “käsitsi” toota, ent kui 10 kilomeetrit eemal asub piimatehas, siis võib suhteliselt kindlalt väita, et sellel talupidajal ei ole mingit võimalust konkureerimiseks, kui just ei ole tegemist äärmiselt keskkonnatundliku elanikkonnaga või massiivsete subsiidiumitega. Samas on piimatööstus olnud II maailmasõja järgses Euroopas kõige suurema tootlikkuse kasvuga sektor. Lihtne vaatlus kinnitab aga seda, et mitte piimatootjad pole ülijõukad, vaid hoopiski need ettevõtjad, kes toodavad piimatöötlemisvahendeid. Sisuliselt on kogu piimatööstuses toimunud tehnoloogilisest uuenemisest saadud kasum langenud osaks mitte piimatootjale, vaid tehnoloogia tootjale. Piimatootjad ise aga konkureerivad ääretult tihedal turul, sest piim kui selline pole eriline haruldus ning just see sunnib tootjaid tootlikkust kasvatama. Kuna konkurents turul on tihe, siis ei saa piimatootjad kasvanud tootlikkusest tulu turult kõrgema hinna kaudu “välja võtta”, vaid peavad hoopiski kulud kokku hoidma ja hinda langetama.

⁶ Antonio Serra, *Breve trattato delle cause che possono far abbondare li regni d'oro e argento dove non sono miniere*, Naples, Lazzaro Scoriggio, 1613; Sophus A. Reinert ja Erik S. Reinert, „Early National Innovation System: The Case of Antonio Serra's 1613 *Breve Trattato*”, *Institutions and Economic Development/Istituzioni e Sviluppo Economico*, 1, 3, 2003.

⁷ John Stuart Mill, *Principles of Political Economy*, Oxford, Oxford University Press, [1848] 1998; Charles King, *The British Merchant or Commerce Preserv'd*, London, John Darby, 1721.

⁸ Erik S. Reinert, „The Role of the State in Economic Growth“, *Journal of Economic Studies*, 1999, 26, 4/5, 268-326.

⁹ See on põhjus, miks nii USA kui Euroopa Liidu muidu äärmiselt kartellidevaenulik konkurentsipoliitika kaitseb ka täna uurimis- ja arendustegevuse kaudu turul lühiajaliselt monopoliseeritud seisundi saavutanud ettevõtteid. Kui ei oleks sellist intellektuaalse omandi kaitset, ei toimuks ka mingit arengut. Samas ei taha ükski ettevõtja jääda lootma sellele, et tema konkurendid heast tahtest lepivad kokku, et ükskõikse intellektuaalse omandi austatakse. Seda suudab tagada ainult riik. Teisisõnu motiveerib riik ettevõtjaid läbi intellektuaalse omandi kaitse võtma väga kõrgeid riske (toode, mida arendamine võib osutuda kehvaks või tarbijale sobimatuks jne), et luua võimalikult palju ettevõtteid, kes on suure turujõuga ja konkurentsieelistega.

Põhjus selleks ei ole mitte niivõrd teoreetiline kui pigem kogemusel põhinev: tööstuses toimuv tehnoloogiline areng toob endaga kaasa kõrgemad palgad; teenindussektoris ja põllumajanduses toimuv tehnoloogiline areng aga madalamad hinnad. Oluliseks põhjenduseks sellele nähtusele on asjaolu, et tehnoloogiline areng on teenindus- ja põllumajandussektoris üheks sisendiks (uute tootmisvahendite näol), mis annab ainult teatud ajaks konkurentsieelise, kuna see sama sisend on vabalt turul ka teistele konkurentidele saadav. Tööstuses aga on seesama uus tehnoloogiline lahend tavaliselt erineval moel kaitstud, näiteks on patent kõige tüüpilisemaks kaitsemehhanismiks. Seetõttu iseloomustab teenindus- ja põllumajandussektorit äärmiselt tihedat hinnakonkurentsi, mis teeb omakorda vajalikuks näiteks arenenud riikide väga suured toetused põllumajandusele.

Tööstuses valitsev konkurents on vastupidiselt tunduvalt dünaamilisem ning konkurentsieelised oma iseloomult palju sügavamad, kuna sageli on tööstuses vajalik tugev arendustegevus, laialdane hariduslik baas, tihedad suhted ja sidemed allhankijatega jne. Teisisõnu tööstus ühtaegu vajab oma arenguks kui ka soodustab laienevat spetsialiseerumist ehk tööjaotust. Kui ei ole pinnast, kus tööstus saaks tekitada uusi lisandväärtuse allharusid (näiteks kuna puudub suur hulk kaasaegselt haritud insenere), siis tööstus ka ei arene. See abstraktne tööstusharu võib küll väga efektiivne olla ning suure ekspordimahuga, ent sellisel juhul on ta muutunud osaks mõnest välise klatri lisandväärtuse ahelast.

Kuna laienev tööjaotus on ka edasise arengu tingimuseks ja kuna tooteid saab konkurentide eest kaitsta, siis tööstuse konkurents ei suundu mitte hinnakonkurentsile, vaid sageli vastupidiselt nõu palgakonkurentsile ehk areng annab võimaluse ja ka vajaduse tööjõudu enam tasustada, mis piisava hulga selliste klasterdunud tööstuste olemasolul või tekkel viib üleüldisele elatustaseme tõusule. Teoreetilises plaanis on majandusteadus sisuliselt alati näinud laienevas tööjaotuses majanduskasvu allikat.

Samas on tööstuse tehnoloogiline baas pidevas arengus, see tähendab, et teatud tehnoloogia majanduslikud omadused muutuvad ajas – tavapäraselt tehakse vahet kõrg-, keskmisel, madalal tehnoloogial tähistamiseks just seda tehnoloogia ajas muutumist. Mida madalam tehnoloogia, seda olulisem on hinnakonkurents ja vastupidi: mida kõrgem tehnoloogia, seda olulisem on keskkond, haridus, arendustöö ehk kokkuvõtvalt palgakonkurents.

Siit järeldub Eesti jaoks kaks äärmiselt olulist tähelepanekut:

- 1) Olemasoleva tööstuse uuendamine toimub kõrgtehnoloogia arvelt ja kaudu ning just kõrgtehnoloogia sektor on see, kuhu suur osa innovaatiivsest kasumist (mis on väga suur) jääb. Seega, kui olemasoleva tööstuse uuendamine toimub samas riigis asuva kõrgtehnoloogia sektori abil, siis tekib **positiivne arenguring**, mille sisuks on klasterite teke, kus nii olemasolev kui kõrgtehnoloogiline sektor arenevad ja teenivad rohkem, ning seetõttu ka elatustase tõuseb. Juhul kui kõrgtehnoloogia tuleb kasutusse impordi kaudu, siis tõuseb eelkõige eksportiva riigi elatustase, importiva riigi traditsiooniline tööstus on küll efektiivsem, aga mitte väga jätkusuutlik, kuna positiivne efekt on kulude kokkuvõtte (näiteks tööjõu arvelt) ning see ei toeta elatustaseme tõusu riigis.

Siin on tegu viimasel paarikümnel aastal arengumaades kogetud tüüpilise arenguga, kus majanduskasv tugineb ühe või kahe tüüpiliselt loodusressursi- või odava tööjõu mahuka sektori arengule ilma, et oleks saavutatud laiemat elatustaseme tõusu.¹⁰ Erandiks on siin sageli vabaturu ja autorikaitse regulatsioone "eiravad" riigid nagu näiteks Hiina, India, Taiwan või ka Korea. Paraku on aga üha globaliseerivas kaubandusmaailmas selline poliitika üha enam võimatu.¹¹

- 2) Mida madalam on olemasoleva tööstuse tehnoloogiline tase, seda tihedamas, peaaegu täiuslikus turukonkurentsis see tööstus tegutseb. Kõikidel ettevõtjatel on sisuliselt samasugune tehnoloogia ja teadmiste baas ja keegi ei saa lubada omale uuringuteks ja tehnoloogia arenduseks tehtavaid lisakulusid. Seetõttu tekib olukord, kus kaasaegne (kõrg)tehnoloogia tuleb küll impordida sisse, tööstus on mõnevõrra efektiivsem, ent elatustase riigis tõuseb väga vaevaliselt. Eestis ja reas teistes Kesk- ja Ida-Euroopa riikides on just sellise madalatehnoloogilise tööstuse osakaal väga suur.¹²

¹⁰ Vt nt Vladimir Tikhomirov, „The 2nd Collapse of the Soviet Economy: Myths and Realities of the Russian Reform“, *Europe-Asia Studies*, 52, 2, 2000, 207-236; ja Mario Cimoli and Marina Della Giusta, „A New Dualism Dimension in Processes of Economic Development: Loyalty or Voice for Latin America?“, Paper prepared for the Conference of the European Association for Evolutionary Political Economy „Comparing Economic Institutions“, Siena, Italy 8 – 11. november 2001, käsikiri.

¹¹ Vt pikemalt Sanjaya Lall, „Industrial success and failure in a globalized world“, 2003, käsikiri.

¹² Peter Havlik, *Productivity Catch-up and Export Specialisation in CEE Manufacturing Industry*, WIIW, mai 2001.

Paraku kipub ka riigi üldine teadmiste baas (haridus, teadus) olema madalatehnoloogilise tööstusega riikides sarnane ehk siis suhteliselt nõrk. See tähendab, et ka kodumaine suutlikkus olemasoleva tööstuse uuendamiseks on madal. Kui sellises riigis üritada arendada tänapäevast kõrgtehnoloogilist sektorit (näiteks info- või biotehnoloogiat vmt), siis paratamatult on selle sektori esmane turg välisurg. See on konkreetse kõrgtehnoloogilise sektori jaoks ääretult hea, ent ei oma väga suurt mõju üldisele siseriikliku majanduse arengule. Kui ei teki siseriiklikke tugevaid positiivseid ringe olemasoleva ning uue (näiteks info- ja biotehnoloogia) kõrgtehnoloogia sektori vahel, on sisuliselt tegemist 21. sajandi peamise “loodusvara” – hallolluse – ekspordiga, mis ei tekita kuidagi riigis kõrgemat elatustaset.

Sarnaseid majanduse struktuuri kaasajastamisele suunatud poliitika (so tööstuspoliitikat) leiame mitte ainult kõikide arenenud riikide ajaloost ja tänasest poliitikast, aga ka Siim Kallase, Tiit Made, Edgar Savisaare ja Mikk Titma poolt 1987. aastal algatatud N. Liidust sõltumatust ihkava, kaasaegse turumajanduse põhimõtteid kandva *Isemajandava Eesti* (IME) seadusena fikseeritud põhiseisukohtadest, mis on sellistena kehtivad ka Eesti tänases õigusruumis.¹³ Nii nagu IME nägi rahvusvaluuta kehtestamise kõrval olulisena kõrgtehnoloogia ning teadmiste- ja oskustemahukate tootmisvaldkondade eelisarendamist, on ka kõik tänased arenenud riigid tegelenud süstemaatiliselt oskustemahukate tootmisharude arendamisega. Need seisukohad on sarnased Euroopa Liidu poolt *Lissaboni strateegia* elluviimisel, sh laienenud Euroopale uute innovatsiooni- ja tööstuspoliitikate¹⁴ loomisel süstemaatiliselt teostatavate poliitikatega. Ilmselt on tegemist majanduspoliitika põhitõdedega, mis on universaalsed.

Ei ole kuidagi üllatav, et Euroopa Liit seadis Eestile ülesandeks töötada veel enne liitumist välja ja asuda rakendama terviklikku tööstuspoliitikat: „*Endiselt on säilinud vajadus viia lõpule laiahaardelise tööstuspoliitika areng ja piiritleda ning ellu viia sellele raamistikule eriomased abinõud. Eesti peaks jätkama sellesuunalisi jõupingutusi ja koostöös ärikoogukonna, rahandussektori ja teiste asjassepuutuvate toetajatega selged prioriteedid paika panema. Püsib vajadus viia lõpule laiahaardelise tööstuspoliitika väljaarendamine ning selle raames defineerida ja võtta kasutusele vastavad meetmed. Eesti peaks jätkama jõupingutusi ja püstitama selged prioriteedid ärimaailma, finantssektori ja muude oluliste huvirühmade koostöös.*“¹⁵ Kuna tegu on valdkondliku poliitikaga, milles Euroopa Liidul pädevus piirdub avatud koordineerimise meetodiga ning peamine poliitika väljatöötamise ja rakendamise vastutus lasub liikmesriikidel endal, siis ei olnud nende poliitika puudumine Eesti Euroopa Liidu liikmeks saamisel takistuseks. Ainus probleem peitub siin selles, et tõenäoliselt ei jõua Eesti vastava poliitika ja seniste spetsialiseerumise trendide jätkudes Euroopa Liidule, USAle ega „Aasia tiigritele“ majandusarengus järele mitte kunagi.¹⁶

1.2. Sotsiaal-majanduslik areng ja tehnoloogilis-majanduslikud paradigmad

Majandusareng ei ole sujuv ja lineaarne, vaid dünaamiline ning järskude hüpetega. 19. sajandi teisel poolel oligi üks paljude majandusteadlaste lemmiktegevusi äriotsustuste analüüs. Äriotsustuste idee põhineb mitte just väga keeruka vaatluse tulemusena saadud teadmisele, et majandus ei kasva lineaarselt, vaid ligikaudu 5-6 aastase perioodi tagant majanduse kasv pidurdub, et siis uue hooga edasi kasvada. Karl Marx seletas seda ületootmisega, ent esimene, kes äriotsustust põhjapanevalt üritas seletada, oli Ukraina päritolu majandusteadlane Mihhail Tugan-Baranovski.¹⁷ Tema seletas äriotsustust finantssektori ja tootva sektori omavaheliste mõjujõu-

¹³ Vt seadus “Eesti Isemajandamise alused”, ÜVT 1989, 18, 223, <http://seadus.ibs.ee/aktid/%FCn.s.19890518.1922.19890518.html>; Adalbert Knöbl, Andres Sutt, Basil Zavoico, *Eesti valuutakomitee süsteem, selle kasutuselevõtt ja roll varajase edu saavutamisel Eesti üleminekul turumajandusele*, Rahvusvahelise Valuutafondi toimetised, WP/02/96, Eesti keelde tõlgitud Eesti Panga poolt: http://www.pangaliit.ee/eestipank_valuutakomitee.pdf.

¹⁴ *Industrial Policy in an Enlarged Europe*, Commission of the European Communities, Brussels, COM(2002) 714 final.

¹⁵ *2002 Regular report on Estonia's progress towards accession*, Commission of European Communities, COM(2002) 700 final, http://europa.eu.int/comm/enlargement/report2002/ee_en.pdf. Sama seisukohta kordas ka Euroopa Komisjoni poolt 5.11.2003 avaldatud raport: *Comprehensive monitoring report on Estonia's preparations for membership*.

¹⁶ Johannes Stephan, *Industrial specialization and productivity catch-up in CEECs, patterns and prospects*, IWH, juuni 2002, 16, <http://www.iwh-halle.de/projects/productivity-gap/>.

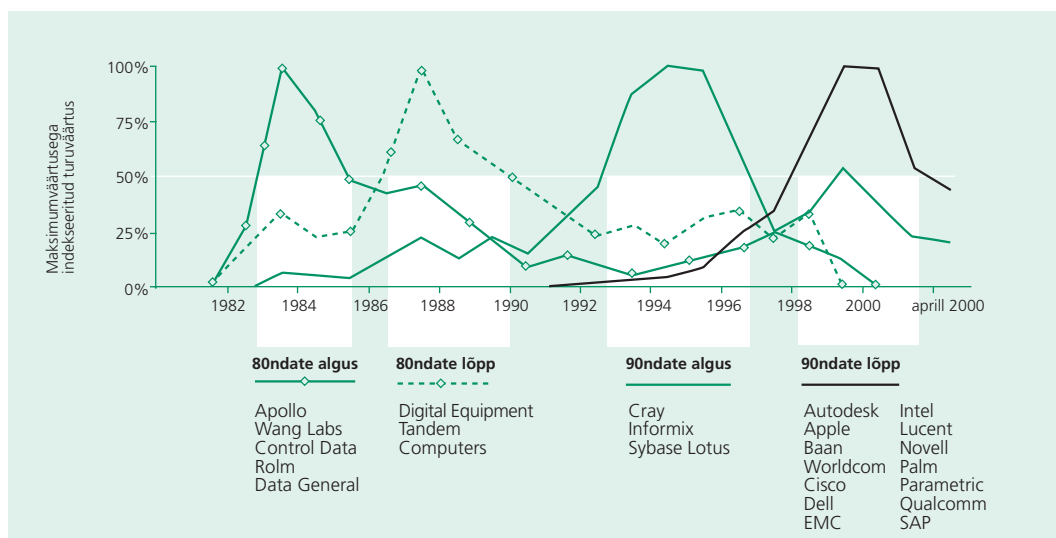
¹⁷ Tugan-Baranovski, *Osnovõ poliitiseskoi ekonomii*, 3rd ed., Petersburg, 1915; vt ka Vincent Barnett, „Tugan-Baranovski as a Pioneer of Trade Cycle Analysis“, *Journal of the History of Economic Thought*, 23, 4, 2001.

dude kaudu, kus finantskapital otsib alati järjest kvaliteetsemaid majandustegevusi, kuna konkurentsieelised arendustegevusest kipuvad teadmiste levikuga kiiresti kaduma.¹⁸

Vaatamata 1990ndate aastate lõpus maailma vallanud piiritule usule „uude majandusse“, ei ole eelpool nimetatud ajaloolise teadmise väärtus ka tänaseks kadunud.¹⁹ 20. sajandi viimaste kümnendite arengute analüüs näitab jätkuvalt, et praktiliselt kõiki ühele konkreetsele tootele pühendunud kõrgtehnoloogilisi ettevõtteid, sealjuures isegi suurimaid turuliidreid, iseloomustab nende toodete äärmiselt lühike eluiga.

Enamus kõrgtehnoloogilisi ettevõtteid kogevas 3-4 aasta jooksul vaatamängulist arengut ja kasumlikkuse kasvu, millele järgneb sageli mitte vähem tähelepanuväärne häving. Nii näiteks olid 1980ndate aastate teisel poolel maailmas infotehnoloogia alal tõelisteks liidriteks *Digital Equipment Corporation, Wang, Control Data, Tandem*; 1990ndate esimesel poolel jõudsid *Cray, Sybase* ja *Informix* nii tõusta kui langeda. Kümnendi lõpus olid olulisemad turutegijad juba *Lucent, Palm, Parametric, Novell* jt. (Joonis 1)

Joonis 1. Tehnoloogiline areng ja majandustsüklid.



Allikas: Mercer Management Consulting, detsember 2003, http://www.mercermc.com/Books/HowToGrow/traditional_techtrouble.asp.

Oluline on seejuures tähele panna, et konkreetsete ettevõtete käekäik ei lange tingimata otseselt kokku majanduse äritsüklitega või aktsiate börsihindade kõikumistega. Ettevõtte turuhinna muutus on hoopis seotud tema toote turu küllastumisega, konkurentide rünnakute ning klientide prioriteetide muutumisega. Siit on seega oluline õppida, et (kõrg)tehnoloogilise toote arendamisele rajatud äri on olemuslikult äärmiselt ebastabiilne ja eeldab tugevat strateegiat.²⁰

Saavutatud tehnoloogilised eelised kaovad suhteliselt lühikese aja jooksul. Toote iga järgmine põlvkond tugineb selle väikestele samm-sammulistele edasiarendustele. Samas ohustavad äri põhimõtteliselt uued tehnoloogiad. Näiteks iseloomustavad selliseid arenguid muusikatööstuses vinüülplaadi (LP) välja vahetanud kassetid. Nende asemele astusid CD-d ja DVD-d, mida on omakorda ohustamas täiesti teistsugused interneti põhised levi- ja müügisüsteemid.

¹⁸ Ka John Maynard Keynesi nõudlusepoolne majanduspoliitika, mille kohaselt riik äritsükli languses investeerima peab, et seeläbi majandust kriisist hoida, on just selle argumendi edasiarendus.

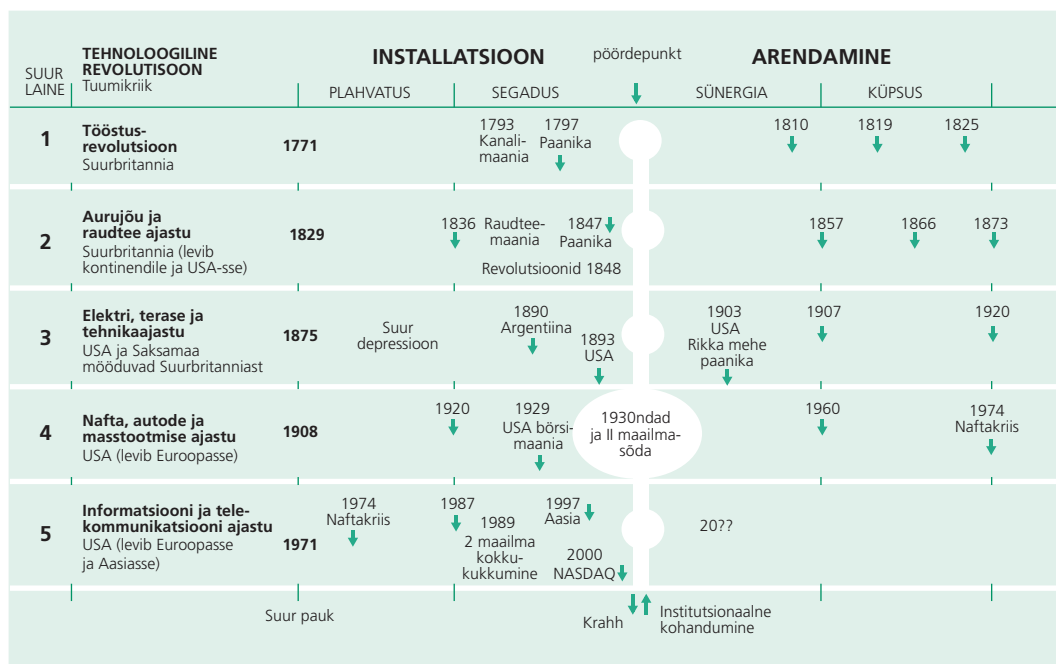
¹⁹ Sarnane börsimull ja selle lõhkemine 1920ndate aastate lõpu USA-s andis hiljem koguni alust süngereks naljadeks sellest, kuidas iga aktsiaga anti tasuta kaasa revolver või kuidas hotelliametnik toa reserveerimisel küsinud: „magamiseks või hüppamiseks?“ (sic!), vt Robert Heilbroner, *The worldly philosophers. The lives, times, and ideas of the great economic thinkers*, Touchstone Books, 7. trükk, 1999, 250.

²⁰ Michael E. Porter, *Competitive strategy*, Free Press, 1998.

Selline uutest teadmistest ja väärtustest ajendatud toodete põlvkondade vaheldumine, mis eeldab omakorda muutusi laiemas institutsionaalses keskkonnas, põhjustabki sotsiaal-majandusliku arengu tsüklilisuse.²¹ Kaasaegsest majandusteadusest selgub, et äri-tsüklid koonduvad veel omakorda pikematesse ligikaudu pool sajandit vältavatesse spetsiifilise sisemise arenguloogikaga lainetesse, mida nimetatakse tehnoloogilis-majanduslikeks paradigmadeks.²² Paradigmad tekivad teatud radikaalsete uute teaduslike avastuste ja nende kommertsialiseerimiseks tehtavate äärmiselt massiivsete investeeringute ning vastavate kasvava tootlikkusega tehnoloogiate ulatusliku kasutamise tulemusena.²³

Kapitalistliku majanduse viimase paarisaja aasta mõttes plahvatuslikult kiirele kasvule²⁴ pani aluse inglise tööstusrevolutsioon (1790-1840ndad), järgnesid aurujõu ja raudteede ajastu (1840-1890ndad), elektri ja terase ajastu (1890-1940ndad) ja nn fordism ehk masstootmise ajastu (1940-1990ndad). 1990ndatel aastatel kiiresti arenenud infotehnoloogia tehnoloogilis-majanduslik paradigma on seega jõudnud oma arengus finantsmulli purunemise järgsesse pöördepunkti. (Joonis 2)

Joonis 2. Tehnoloogilis-majanduslike paradigmade areng ja majanduskriisid.



Allikas: Carlota Perez, *Technological Revolutions and Financial Capital. The Dynamics of Bubbles and Golden Ages*, Cheltenham - Northampton, MA, Edward Elgar Publishers, 2002.

²¹ 2004. aasta Nobeli majanduspreemia laureaadid Edward Prescott ja Finn Kydland on näidanud, et 70% Ameerika majanduse tsüklilisusest II maailmasõja järgsel perioodil tulenes tehnoloogilisest arengust.

²² Esimene, kes seda tõestas, oli Tugan-Baranovski õpilane Nikolai Kondratjev, vt „Die langen Wellen der Konjunktur“, *Archiv für Sozialwissenschaft und Sozialpolitik*, 56, 3, 1926, 573-609 ja „The long waves in economic life“, *Readings in Business Cycle Theory*, Philadelphia – Toronto, Blakiston, 1944, 20-42. Vt ka Christopher Freeman ja Francisco Louçã, *As time goes by – From the Industrial Revolutions to the Information Revolution*. Oxford, Oxford University Press, 2001; Carlota Perez, *Technological Revolutions and Financial Capital. The Dynamics of Bubbles and Golden Ages*, Cheltenham - Northampton, MA, Edward Elgar Publishers, 2002.

²³ Vt lühijärelevaateks Carlota Perezi 27. septembril 2002 Tallinnas Majandus- ja Kommunikatsiooniministeriumis toimunud seminari videosalvestust <http://www.praxis.ee/innovation/workshop/>.

²⁴ Angus Madisson, *The World Economy: Millennial Perspective*, OECD, Paris 2001.

Ajaloolise kogemuse õppetundidest on siinkohal tõenäoliselt olulisim see, et info- ja kommunikatsioonitehnoloogiatele põhinev tootlikkuse kasv ja majandusareng ei ole kaugeltki veel ammendunud. Analoogiliselt mõne aasta eest tehnoloogiasektoris aset leidnule lõppes tööstusrevolutsiooni esimesel poolel krahhiga kanalite ehitamise maania Inglismaal j.m., 1847-1848. aastateks viis raudteede ehitamise buum Inglismaa ja USA analoogilise tulemuseni.

Nii nagu see ei tähendanud kaugeltki tööstusrevolutsiooni ega aurumasinade ajastu lõppu, ei tähenda see ka seda, et infoühiskond oleks NASDAQ'i aktsiaindeksi põrmu varisemisega lõplikult valmis ning info- ja kommunikatsioonitehnoloogiates sisalduv potentsiaal sotsiaal-majanduslikuks arenguks ammendunud. Nii näiteks kandub kõige suurema tootlikkuse kasvuga infotehnoloogiasektor läbi infotehnoloogia edasi teistesse sektoritesse ning tingib organisatsiooniliste (näiteks hierarhiliste struktuuride asendamine võrgustikega) ja finantsuudenduste (erinevad tuletisinstrumendid) kasutuselevõtu.

Majandusajaloost ilmneb, et paradigmad vältavad ligi pool sajandit, arenedes algselt plahvatuslikult kitsalt tehnoloogilises valdkonnas, kuni antud tehnoloogia pakub väga palju erinevaid kasutusvõimalusi ja on muutunud nii odavaks, et võimaldab sisuliselt kõikides majandusharudes hüppeliselt tootlikkust kasvatada.

Paradigma esimest installatsiooni perioodi juhib finantskapital,²⁵ mida soosib võimalikult liberaalsem majanduskeskkond (sh kapitaliturud!). Ajaloos paradigma keskel üleinvesteeringu tagajärjel alati aset leidnud spekulatiivse buumi ja sellele järgnenud krahhi järel suunduvad rahavood sageli majanduse struktuurilt erinevatesse 2. ja 3. maailma riikidesse, tuues lõpuks nii ka seal kaasa majandustõusu ja -languse. Edasises arengus võtab juhtrolli üle tootmiskapital. Sellega seoses nihkub ka majanduspoliitika vaade enam majanduse pakkumise ja/või nõudluse poole reguleerimisele. Neile poliitikatele pühendudes unustatakse küllalt sageli range rahapoliitika ja vajadus makromajanduslikuks tasakaaluks, mis võib omakorda viia ületootmisest tulenevate krahhideni. Taoline finants- ja tootmiskapitali juhtiva rolli vaheldumine majandusarengus, sh paradigmade mõju ühiskondlikele ja poliitilistele suundumustele, selgitab ühtlasi suures osas ka liberaalse kaubanduspoliitika ja protektsionistlikumate perioodide vaheldumist ajaloos – nii 20. sajandil kui varem.²⁶

Nii paradigmade arengu loogika kui uute tööstusharude teke paradigmade sees on oma toimimise mudelilt väga sarnased (Joonis 3):

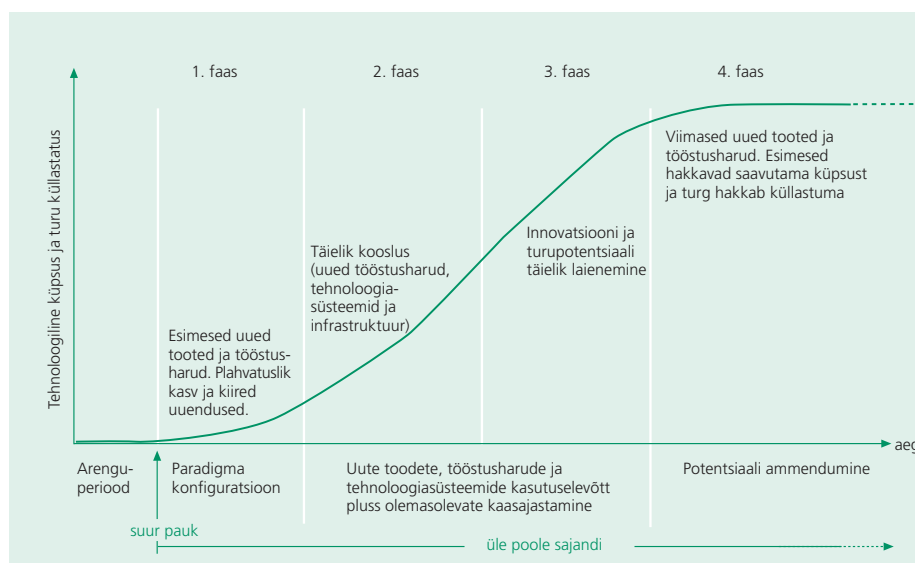
- Esimeses faasis suudavad uute teadmiste piiratud leviku tõttu aastaid või aastakümneid väldanud teadusuuringute tulemusena²⁷ loodud senisest oluliselt paremaid tehnoloogiasid kasutada ja tekkinud uutele turgudele lahendusi luua paratamatult väga vähesed ettevõtted. See tekitab ääretult asümmeetrilisi turge, kus tooted on väga unikaalsed, lahendused kaitstud patentidega ja klient sunnitud maksma toote eest müüja poolt küsitud peaaegu kuitahes kõrget hinda. See aga tekitab lihtsal moel monopoolseid „võitja võtab kõik“ turge, kus võib väga palju võita, aga ka väga palju kaotada.
- Järgmises faasis muutub kõnealuste uudsete toodete kvaliteet masskasutuseks sobilikuks, turule tekkinud konkurentsi ja hindade languse tõttu toimub turu plahvatuslik kasv; toimub massiivne uue infrastruktuuri loomine, mis on ühtlasi sellel turul kõige suuremate kasumite võtmise ajaks. Taolisel viisil 1990ndate aastate teisel poolel mobiilside sektoris toimunud plahvatuslik kasv seletab paljuski ka Soomes kogetud fenomenaalset majanduskasvu, mis „kasseeris sisse“ kasumi alates alul valdavalt riigi ja hiljem üha enam ka eraettevõtete poolt telekommunikatsioonialasessse teadus- ja arendustegevusse tehtud investeeringutelt.

²⁵ Carlota Perez'i tehnoloogilise-majanduslike paradigmade käsitlus võimaldab näha ka N. Liidu teket ja hävingut suuresti seotuna suuremat osa 20. sajandit domineerinud masstootmise paradigma võidukäigu ja ammendumisega. Kuigi *perestroika* aegne NLKP Keskkomitee mõistis suurepäraselt, et „edu majandusalases välitegevuses on võimalik üksnes teaduse ja tehnika saavutuste aktiivse kasutamise, kaadri vastava ettevalmistamise, uute turgude saamise ja muu sellelaadse korral“ (Vt NLKP Keskkomitee *pleenumi materjalid*, 27-28. jaanuaril 1987, Tallinn, Eesti Raamat 1987, 62) puudus nõukogude mudelis käsumajanduslikult kontrollitud majanduse kõrvalt vaba finantskapital, mis oleks võimaldanud olemasolevast majandusstruktuurist sõltumatuid investeeringuid uuele paradigmale põhinevate majandustegevuste käivitamiseks. Samuti sattus uus info- ja kommunikatsioonitehnoloogiatest kantud paradigma fataalse kokkusattumisenähtuseks olema kõige otsemas vastuolus end „raudse eesriide“ taha lukustanud nõukogude bloki peamise ideoloogiliste tõekspidamisega. (Carlota Perez'i seminarid Tallinnas 24-25.4.2003).

²⁶ Finantskapitali ja -innovatsiooni rollist vt elukõige Leonardo Burlamaqui, „Schumpeterian Competition, Financial Innovation and Financial Fragility: An Exercise in Blending Evolutionary Economics with Minsky's Macrofinance“, 2000, <http://les1.man.ac.uk/cric/schumpeter/papers/6.pdf>; ja Hyman Minsky, „Uncertainty and the Institutional Structure of Capitalist Economies“, Jerome Levy Institute, Working paper No. 155, 1996, 33.

²⁷ Enamasti on siin tegu avaliku sektori, rahvusvaheliste korporatsioonide või teaduspõhiste väikeettevõtete massiivsete ja pikaajaliste investeeringutega baasuuringutesse.

Joonis 3. Tehnoloogilise revolutsiooni elutsükel.



Allikas: Carlota Perez, *Technological Revolutions and Financial Capital. The Dynamics of Bubbles and Golden Ages*, Cheltenham - Northampton, MA, Edward Elgar Publishers, 2002.

- Tehnoloogia edasi arenedes ühtlustuvad erinevate tootjate pakutavad lahendused. Kuna kõik turul osalejad suudavad pakkuda põhilistes funktsioonides sarnaseid lahendusi, siis kaotab kasutaja jaoks suurema tähenduse, kas konkreetne mobiiltelefon on loodud ühe või teise ettevõtte uurimis- ja arenduslaborites. Hiljemalt nüüd kujunevad turul välja ka standardid, mis võimaldavad erinevate tootjate lahendusi omavahel kombineerida või asendada. Kuna esimesena hõivatud turud on küllastumas, siis viiakse samal ajal nii tootmine kui olemasolevate toodete edasiarendamine välja arenguriikidesse ja/või teistele kontinentidele, so lähemale uutele turgudele ja odavamale tööjõule.²⁸
- Lõpuks ammendub kunagi arengu käivitunud uudse tehnoloogia potentsiaal täielikult. Vastavad, selleks ajaks juba madalatehnoloogilised tööstused viiakse vähemarenenud riikidesse. Majandustegevuses hakkavad domineerima taas uudsed tehnoloogiad ja tooted.

Järelikult on väikeriigi majanduse konkurentsivõime aluseks: a) kesk- ja kõrgtehnoloogiliste ettevõtete suurenev osakaal toodetud lisandväärtuses ja eriti ekspordis ning b) nende ettevõtete tegelik teadmiste ja tehnoloogia baasi iseloom ja kvaliteet. Ehk, kas oleme õiges paradigmas või püüame kasutada odavat tööjõudu läbilöögiks vana paradigma raames ning seega rakendame ja arendame mitte enam nii suuri tootlikkuse kasve võimaldavaid tehnoloogiaid?

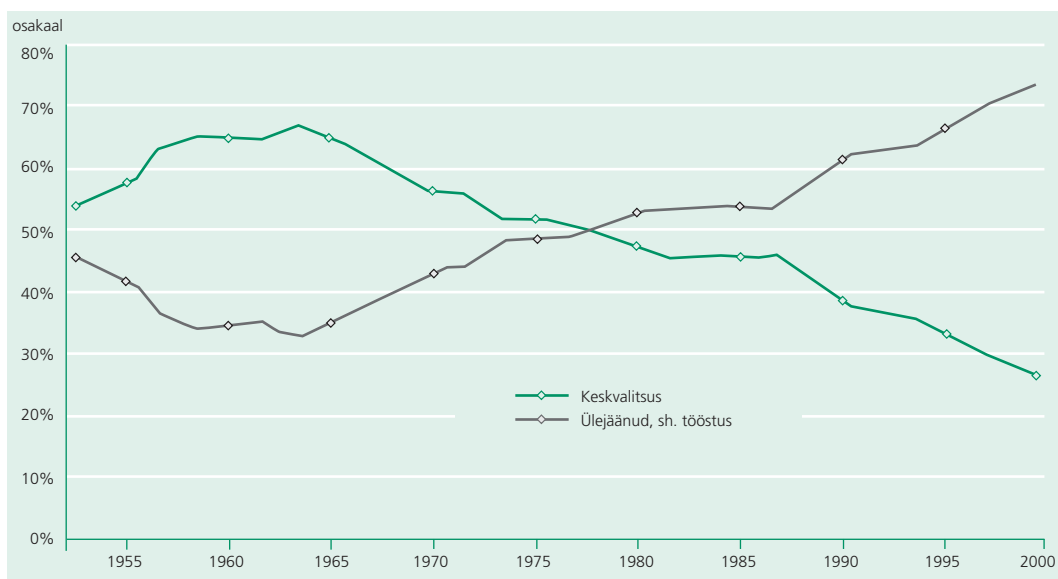
Ilmselt ei tule enam kellelegi üllatuseks, et viimase 200 aasta jooksul on USA olnud sisuliselt kõige edukam riik just nimelt paradigmade raamistikes majanduse arendamisel. Alexander Hamiltoni *Report on Manufacturers*²⁹ ning tänase USA administratsiooni üha suurenev investeerimine tulevikutehnoloogiatesse omavad ühisnimetajaks majandusstruktuuri ja -keskkonna pidevat uuendamist vastavalt tehnoloogia arengule.³⁰ Ilmekalt iseloomustab seda joonis 4, kus uue paradigma tekke- ja algusfaasis on riiklike investeeringute osa teadus- ja arendustegevuses märksa suurem kui mitteriiklike, vähenedes oluliselt ajaks, mil tehnoloogia areng võimaldab erasektoril juba väga suuri kasumeid teenida ning ise edasi investeerida.

²⁸ Eeltoodud sotsiaal-majandusarengu käsitlus aitab ühtlasi selgitada ka seda, miks on arenenud riikide majandustes viimastel kümnenditel oluliselt kasvanud teenindussektori osakaal. Üleilmastumise, kapitali, kaupade ja teenuste vaba liikumise tingimustes on mõistlik korraldada tootmine sellisel, et võimalikult suurem osa strateegilistest uuringutest ja tootearendusest ning teadmistemahukatest teenustest hoitakse võimalikult ettevõtte peakorteri lähedal, viies samas suurema osa rutiinset komplekteerimisest jmt odavama tööjõuga regioonidesse, mis asuvad samas sihtturule võimalikult lähedal.

²⁹ Alexander Hamilton, *Report on Manufactures, Essential Documents in American History, Essential Documents*, 1492-Present, 1.

³⁰ Meeles tuleb aga pidada ka seda, et USA osariigid investeerivad veel omakorda tulevikutehnoloogiatesse ning ettevõtluse arengusse.

Joonis 4. Teadus- ja arendustegevuse finantseerimine USA-s 1953–2000 (osakaalud).



Allikas: National Patterns of R&D Resources: 2000, National Science Foundation.

Samas tähendab teadmiste ja tehnoloogia kiire levik (eriti arenenud maailmas), et kindlast tehnoloogiast tulenev tootlikkus ei saa lõputult kasvada. See hakkab kahanema tehnoloogia levikuga pöördvõrdeliselt, sest konkurents tiheneb ning vastav tehnoloogia ammendab oma potentsiaali. Uut tootlikkuse kasvu saab antud olukorras pakkuda uus tehnoloogia koos sellel põhineva paradigmaga. Uus tehnoloogia tekitab asümmeetrilisi turge ja teadmiste jaotumist. Niisiis peavad teadus- ja arendustegevuse ning innovatsioonipoliitika alati lähtuma konkreetsest tehnoloogiast ja selle arengustaadiumist.³¹

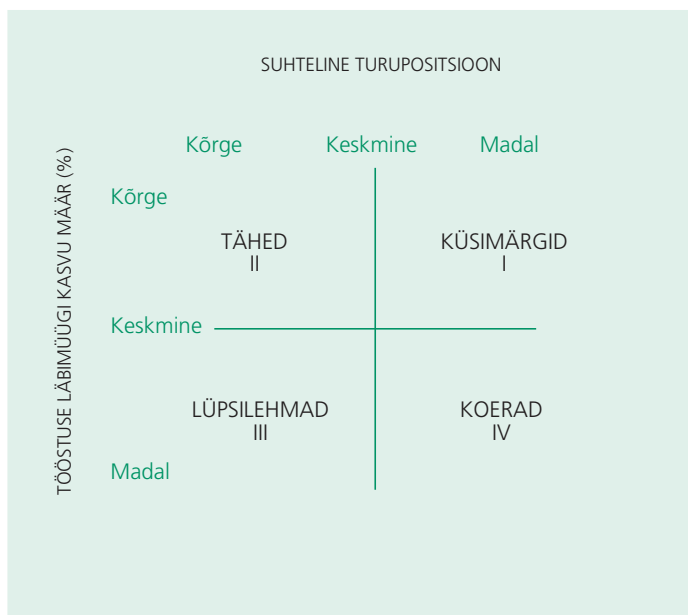
1.3. Innovatsioon ja klastripõhine majanduspoliitika

Nagu eespool näidatud, muutub majandustegevuste kvaliteet ehk selle teadmiste- ja oskustemahukus ajas, kusjuures elatustaseme säilitamine ja tõstmine riigis on võimalik ainult läbi olemasolevate konkurentsieeliste uuendamise ja liikumise järjest uutele tähtsatele või kiiresti arenevatele teadmistemahukamatele turgudele.

Kogu sotsiaal-majandusliku arengu strateegia tuumaks on pidev panustamine uute, loodetavalt tähtsate tööstuste (nn „küsimärkide“) tekkele ja arengule vajalikesse teadusuuringutesse. Seejuures on eesmärk saavutada uue turu kasvufaasi jõudes seal oma soodsa konkurentsipositsiooniga (sh patendid jmt) ja võimalikult suure turujõuga „tähe“ staatus. Aja möödudes selle uue turu kasv pidurdub. Teadmistemahukuse asemel muutuvad turu kontrollimisel hoopis olulisemaks ettevõtte turujõud, turuosa suurus, kaubamärgi tugevus, võimalus korraldada tootmist võimalikult odavamalt jmt. Need turud muutuvad „lõpsilehmadeks“, kust on küll võimalik turul soodsas positsioonis olles veel mõnda aega hästi teenida, kuid need võimalused on üldiselt ammendumas. (Joonis 5)

³¹ Marek Tiits, Rainer Kattel, Tarmo Kalvet, *Eesti majanduse konkurentsivõime ja tulevikuväljavaated*, Teadus- ja Arendusnõukogu, Tallinn 2003.

Joonis 5. Kasvu-turuosa maatriks.



Allikas: *Perspectives on Experience*, Boston Consulting Group, Boston, MA, 1974.

Sõltuvalt teadus- ja tehnoloogiavaldkonnast, investeeritakse arenenud riikides valdavalt uuringutesse ja arendustegevusse, milles nähakse võimalikku läbimurret 3-10 aastases perspektiivis, kuid haruldased ei ole ka oluliselt pikema perspektiiviga investeeringud. Selline pikaajaline tulevikku panustamine on alati seotud suurte riskidega. Kuna tulevikku pole võimalik ette ennustada, siis võib alati juhtuda, et loodetud valdkonnas läbimurret ei saavutata.

Aeglustuva kasvuga turgudel, kus on õnnestunud saavutada üksnes suhteliselt nõrk turupositsioon (nn „koertest“) on aga ettevõtetal mõistlik aegsasti lahkuda, kuna nii kasvu- kui kasumi teenimise võimalused muutuvad sellistel turgudel järjest ahtamaks. Riigi tasemel tähendab see aga vajadust luua võimalused vabanenud tööjõu ja kapitali rakendamiseks mõnes uues valdkonnas.

See, millistele uutele turgudele sisenemisse vabaturul tegutsevad ettevõtjad otsustavad panustada, ei ole üheselt ette ennustatav, kuid ka mitte täiesti juhuslik. Kapitalistlikus majanduses tegutsevad ettevõtjad vabaturul, mille raamistiku määratlemisel on lisaks otsestele turujõududele ühtmoodi oluline roll nii juhusel kui sihipärasel riiklikul poliitikal (või selle puudumisel).

Riigi kui terviku arengu ja inimeste heaolu kasvu seisukohalt on järelikult vajalik teatud tasakaal turu ja riigi vahel. Sihipärase poliitika puudumine on seega sama halb kui käsumajanduslik „ühereguleerimine“, kuna mõlemad tähendavad arengu seisukohalt kaotatud võimalust ning eraettevõtja elu põhjendamatult keerulisemaks tegemist.

Kaasaegse majandusteooria ja -poliitika rajaja Adam Smith kasutab oma peamises majandusteoreetilises teoses *The Wealth of Nations*³² sõnapaari „nähtamatu käsi“, mis on tänaseni vabaturu mehhanismide kirjeldamisel kõige levinum fraas. Adam Smith uskus, et turu eneseregulatsioon on osa laiemast sotsiaalsest süsteemist³³ ja ta kirjeldas suurepäraselt, kuidas **peale** majanduse arengu eelduste loomist³⁴ tekib tänu neile majanduse

³² Adam Smith, *The Wealth of Nations*, London, Campbell, [1776] 1991.

³³ Vt ka Robert Heilbroner, *The Worldly Philosophers, The lives, times, and ideas of the great economic thinkers*, Touchstone Books, 7. trükk, 1999.

³⁴ Smith pidas arengu eelduste loomise all silmas vabaturu arengut suunavat laiemat sotsiaal-majanduslikku konteksti riigis, sh Inglismaal rakendatud merkantilistlike siseturu ja tööstuse kaitsemehhanisme, eelkõige tolle.

arenedes „nähtamatu käe” efekt – majandus areneb ja kasvab otsekui iseenesest, tekitades üha suurenevat spetsialiseerumist ning toetades kodumaist majanduse arengut, kus seetõttu ei ole enam vaja rakendada nii palju regulatsiooni jms riigipoolset sekkumist.³⁵

Konkreetsed ettevõtja tegutsemisvõimalused ja investeeringute tasuvus on seejuures otseselt sõltuvad varasematest arengutest selles piirkonnas. Ettenägematute juhustega pikitud arengud teaduses ja tehnoloogias, majanduses ja sotsiaalvaldkonnas ning looduskeskkonnas paiskavad ettevõtjate ette järjest uusi äri võimalusi. Iga üksiku ettevõtja suutlikkus võimalusest kinni haarata sõltub aga paljuski välismõjudest, mis jäävad väljaspoole vahetut turukonkurentsi. Olemasolev inimtegur, loodusressursi saadavus, monopoolsete suurettevõtete turujõud jne kas raskendavad nende võimaluste kasutamist või vastupidi soodustavad seda.³⁶

Mitmed hilisemad mõtlejad, nt „Washingtoni konsensusena” tuntuks saanud majandusreformide paketi autor John Williamson ja „Ajaloos lõpu” autor Francis Fukuyama kinnitavad sisuliselt sama. Heaolu riigis sõltub vabaturgu piiritlevast laiemast institutsionaalsest ja sotsiaalmajanduslikust keskkonnast riigis.³⁷

Samas on teadmine sellest, kuidas mõista uute majandusharude teket ja luua läbi sihipärase majanduspoliitika nende arenguks soodsat majanduskeskkonda, maailmas üsna laialdaselt tuntud ja kättesaadav. Kui Alfred Marshall avaldas 1890. aastal oma *Principles of Economics*’i, siis pühendas ta selles terve peatüki „tööstuskvartalitele”, mida ta defineeris kui teatud kindla spetsialiseerumisega tööstuste geograafiliselt kontsentreeritud kogumit.³⁸ Sajand hiljem ilmus uus-marshallilik lähenemine tänapäevase klastripõhise majandusteooriana taas pinnale Harvardi Ülikooli professor Michael Porteri töödes. Ilmselt ei ole suureks üllatuseks, et esimeseks riigiks, kes Porteri teooriat rakendama asus, oli 1990ndatel aastatel Iirimaa.³⁹

Selle Põhja-Ameerikas, Skandinaavias, aga ka mujal arenenud riikides majanduspoliitika planeerimisel laialdaselt rakendatava teooria kohaselt sõltub majandusklastrite, so teatud geograafiliselt lähestikku paiknevate tööstuste „kobarate”, areng ja konkurentsivõime neljast nn „Porteri teemanti” vastastikusel mõjus olevast tegurist: a) ettevõtete strateegiast, struktuurist ja turukonkurentsis; b) olemasoleva inimressursi ja infrastruktuuri kvaliteedist; c) turunõudlust mõjutavatest teguritest; d) sidus- ja tugisektorite olemasolust ja arengust.⁴⁰ (Joonis 6)

³⁵ Adam Smith, *The Wealth of Nations*, 4. raamat, II peatükk, 399 (4. raamat, II peatükk); vt ka Erik S. Reinert, „The Role of the State in Economic Growth”. *Journal of Economic Studies*, 1999, vol. 26, issue 4/5, 268–326. Oluline roll majanduspoliitika arendamisel tööstuspoliitika vallas on olnud Friedrich Listi töödel 19ndal sajandil, kes esimesena sõnastab vajaduse kaitsta tekkivat tööstust ning alles oskuste ja tootmismahtude saavutamisel liikuda turgude avamise vajaduse ja loogika poole. Sisuliselt sõnastab List ka kogu *catching-up* loogika, millel oli ka oluline panus Saksamaa arengule 19nda sajandi teisel poolel. Vt näiteks *Das natürliche System der politischen Ökonomie*, [1837]1927, 280–289.

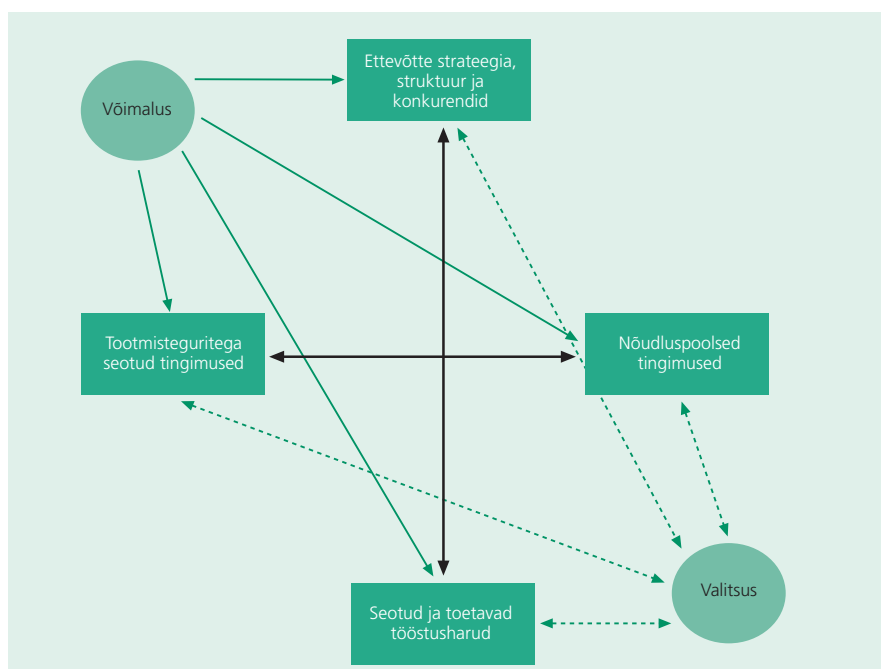
³⁶ W. B. Arthur, ‘Self-reinforcing Mechanisms in Economics’, in P.W. Anderson, K. Arrow, D. Pines (eds.), *The Economy as Evolving Complex System*, Redwood City, California: Addison Wesley 1988, 9–31.

³⁷ Francis Fukuyama, *State Building: Governance and World Order in the Twenty-first Century*, Profile Books 2004; Riigi ja välismõjude rollist majandusarengus detailsemalt vt näiteks: Paul M. Romer, Increasing Returns and Long-Run Growth, *Journal of Political Economy*, 1986, 94, 5 (oktoober 1986), 1002–1037; Ha-Joon Chang, *Globalisation, Economic Development and the Role of the State*, Zed Books 2003.

³⁸ Pierro Formica, *Industry and Knowledge clusters: Principles, Practices, Policy*, Tartu, Tartu Ülikooli kirjastus, 2003.

³⁹ Lars Mjøsset, *The Irish Economy in a Comparative Institutional Perspective*, Irish National Economic and Social Council, No. 93, 1992.

Joonis 6. Majandusklastri arengut mõjutavad peamised tegurid „Porteri teemantis”.



Allikas: Michael E. Porter, *The Competitive Advantage of Nations*, London, Macmillan, 1990.

Olulisemaks teguriks siinjuures on teatud valdkonna tipptasemel inimressursi olemasolu ja teke, milleks vastavad eeldused loob ainult kaasaegne haridus- ja teadussüsteem. **Haridus- ja teadustellimus on klassikaliste majanduspoliitika vahendite kõrval üks peamisi hoobasid, mille kaudu saab ja peab suunama majanduse struktuuri muutumist suurema teadmistemahukuse, so suurema lisandväärtuse loomise suunas. Riigil on siin äärmiselt oluline roll, sest ainult riik saabki seda teha.**

Selline arusaam ei erine oma põhisõnumis paljudest teisest, nüüdseks klassikalistest, majandusarengu käsitlustest, mis peavad sotsiaal-majandusliku arengu peamiseks liikumapanevaks jõuks innovatsiooni ja majanduse teadmistemahukuse kasvu.⁴¹

Õigeaegne investeering majandusklastri tulevastele vajadustele vastava teadmiste baasi loomisesse avab teatud uusi võimalusi kiiremini kasvavatesse, sobiliku tehnoloogilise tasemega ja eeldatavalt suurema kasumlikkusega majandusharudesse sisenemiseks⁴² ning loob seega võimalused kõrgtehnoloogilisele ekspordile orienteeritud tööstuse tekkeks selles valdkonnas. Kord juba turul olevate ettevõtete arenguks, klastrite tekkeks ja arenguks on aga sama olulised ka kõik muud majanduskeskkonna mõjud.

Eesti tööturu praeguste hädade üks põhjuseid on seega asjaolu, et majanduse struktuursete muutustega paratamatult kaasnevateks ümberkorraldusteks tööjõu nõudluses on valmistumata jäetud. Samas peab majanduse kaasajastamiseks valmistumine olema alati ettepoole vaatav tegevus ja pole kuigi mõistlik kohan-dada Eesti haridus- ja teadussüsteemi olemasolevale madalatehnoloogilisele majandusele vastavaks (kuigi turg justkui näiks just seda nõudvat).

⁴⁰ Michael E. Porter, *The Competitive Advantage of Nations*, London, Macmillan, 1990.

⁴¹ Joseph A. Schumpeteri (olulisemaid innovatsiooni valdkonna teoreetikuid läbi aegade) järgi on majandusarengu taga tehnoloogia areng, ent ometigi ei arenda majandust mitte tehnoloogia kui selline, vaid ettevõtjad, kes otsivad, leiavad ja kasutavad uusi lahendusi ja võimalusi (innovatsioon). Joseph A. Schumpeter, „The economy as a whole. Seventh Chapter of the theory of economic development“, *Industry and Innovation*, 2002, 1/2, 93-145; Teadmiste rolli kohta majanduses vt nt *Managing National Innovation Systems*, OECD, Pariis 1999; R.A.Boschma, G.A.van der Knaap, New high-tech industries and windows of locational opportunity: the role of labour markets and knowledge institutions during the industrial era, *Geografiska Annaler*, 81b, 2, 1999, 73-89.

⁴² R.A.Boschma, G.A.van der Knaap, New high-tech industries and windows of locational opportunity: the role of labour markets and knowledge institutions during the industrial era, *Geografiska Annaler*, 81b, 2, 1999, 73-89.

Samuti on nii Eesti tööstuses kui teadusmaastikul täna kohalik klasterdumine sisuliselt olematu. Edukad Eesti ettevõtted on aga üha enam saamas osaks Põhjamaade klasterites. Eelkirjeldatud majandusarengu loogikast lähtuvalt on avaliku poliitika üheks peamiseks ülesandeks klasterdumise soodustamine. Reaalne olukord Eestis viitab samas, et siseriiklik klasterdumine on Eestis lähi- kuni keskpikas perspektiivis (5-15 aastat) sisuliselt utoopiline. Millised on riigi võimalused sellises situatsioonis?

1.4. Erinevas arengufaasides riikide erinev poliitikate vajadus

Maailma viis tehnoloogiliselt kõige enam arenenud riiki, mille elanikkond moodustab kõigest 10% maakera rahvastikust, tootsid 1995. aastal ca 41% kogu maailmas toodetud rahvuslikust koguproduktist. 69% maakera rahvastikust elab samas riikides, mis ei ole üldse võimelised tehnoloogilisteks uuendusteks ning nende riikide rahvuslik koguprodukt moodustab 38% maailmas toodetud rahvuslikust koguproduktist. Jeffrey Sachs on klassifitseerinud ühes oma käsitluses maailma kolmeks – uue tehnoloogia väljatöötajad, rakendajad ning kõrvalejääjad, kes ei suuda ei üht ega teist.⁴³ Mis kasu peaks viimastel olema teadus- ja innovatsioonipoliitikast või kas nad peaksid sellele üldse mõtlema?

Adam Smith sõnastab siinjuures tänaseks klassikalise teadmise: majanduse arengu erinevates astmetes on vaja rakendada erinevaid institutsionaalseid mehhanisme, et majandus areneks ja kasvaks. Samuti aga toob Smith välja ka kõige suurema vea, mida saab riik majanduse arengus teha⁴⁴ – rakendada arenguastmele mitte vastavaid poliitikaid, näiteks arenevas nõrga ekspordivõimega riigis ülemäära liberaalset majanduspoliitikat.⁴⁵

Maailmas kõrgeima elatustasemega riigid on majandusarengu eesliinil olevad riigid ja on seal tänu omamaise teaduse- ja tehnoloogiaarenduse kuulumisele maailma absoluutsesse tippu. Kõikides neis riikides on üks või mitu tööstust, mis kontrollivad maailmas suurt osa vastavast turust, dikteerides seal võimalikult kõrget hinda.⁴⁶ Mida vabam on maailmas kapitali, kaupade ja teenuste liikumine, seda võimsamat mastaabiefekti need tööstused ja majandused naudivad. Järjest uued saavutused teaduse ja tehnoloogia absoluutsel eesliinil on neile riikidele elatustaseme ja majandusliku – ja sageli ka (geo)poliitilise ning sõjandusliku – positsiooni säilitamiseks hädavajalikud. Neis riikides asuvad ka valdava osa rahvusvaheliste korporatsioonide peakorterid.

Tänapäevases maailmas võtavad oma majanduslikult võimsuselt paljusid riike edestavad suukorporatsioonid seal teatud osas, kuid kaugeltki mitte täielikult, üle ka „nähtamatu käega“ seostatavad pikaajalised tulevikku (teadusuuringutesse jne) investeerimise funktsioonid, mida saab arenevas väikeriigis täita ainult riik. Arenevas riigis ei ole selleks lihtsalt mitte ühtki teist mehhanismi, kuna turu *max* 0,5-1-aastase tulevikuvaatega väike-ettevõtetel puuduvad selleks nii teadmised kui kapital.⁴⁷

Sachsi klassifikatsioonis kaasaegse tehnoloogia absorbeerimisvõimeliste arenevate (*catching-up*) riikide gruppi kuuluvatel riikidel on õnnestunud luua või säilitada varasemast ajast piisavalt soodne majanduskeskkond. Neil on piisavalt sotsiaalset ja inimkapitali, et olla mujal loodud uute tehnoloogiate küllalt varajased rakendajad. Siia gruppi kuulub ka Eesti, mille eelmisel kümnendil kogetud majandusedu on peamiselt seotud suutlikkusega meelitada riiki välisinvesteeringuid, mis on toonud arenguks vajalikku kapitali ning aidanud muuta majandust efektiivsemaks. Päevapealt maailma absoluutses tipus oleva kõrgtehnoloogilise tööstuse arendamisse hüpata ei ole neile riikidele kuidagi reaalne.

⁴³ Jeffrey Sachs, „A New Map of the World“, *The Economist*, 22.06.2000.

⁴⁴ Väide kehtib ka Eesti kontekstis – väliskaubanduse defitsiit ei ole kümne aastaga kusagile kadunud.

⁴⁵ Adam Smith, *The Wealth of Nations*, 4. raamat, II peatükk, 399 (4. raamat, II peatükk); vt ka Erik S. Reinert, „The Role of the State in Economic Growth“, *Journal of Economic Studies*, 1999, vol. 26, issue 4/5, 268-326.

⁴⁶ Michael E. Porter, *The Competitive Advantage of Nations*, London, Macmillan, 1990.

⁴⁷ See ei tähenda, et teatud ametites olevad inimesed oleksid automaatselt kuidagi nutikamad kui teised ega ka mitte seda, et riik saaks neid funktsioone täita ükski turust sõltumatult. – Neoklassikalise majandusteooria mõttes on siin tegu klassikalise turutõrke argumendiga. Mitmed teised kaasaegsed majandusteooriad seevast näevad mõneti Serra idealistlikku aktiivse riigi traditsiooni järgides riigil definitsiooni kohaselt olevat teatud kohustust luua jätkusuutlikuks sotsiaal-majanduslikuks arenguks võimalikult soodsamad tingimused.

Porteri mõttes investeeringutepõhise majandusega catching-up riikide (sh Eesti) peamine väljakutse seisneb suutlikkuses olla innovatiivne, õppides võimalikult uuemaid imporditud tehnoloogiaid kasutama ja edasi arendama, ning ehitades samal ajal üles kodumaise eksportturgudel läbilöögivõimelise tööstuse.⁴⁸ Kraadiõpe ja teadus on taolises arengufaasis riikidele äärmiselt olulised inimressursi taseme tõstjana ning tulevastele uutele kõrgtehnoloogilistele tööstustele ja majandusharudele baasi loojana.⁴⁹ Samas on siinjuures vaja ka majanduspoliitika igakülgset tuge nendele protsessidele.

Juhul kui konkurentsieeliseid pidevalt ei uuendata, siis pole piisavalt kvaliteetseid tootlikke ressursse ning ka stiimul kodumaisteks tootlikeks investeeringuteks ja välisinvesteeringute sissevooluks väheneb või kaob. Ühel hetkel on nii kodumaine kui rahvusvaheline potentsiaalselt võimalik investeeringute ressurss ära kasutatud ja juurde ei ole võimalik saada. Riik lukustub olemasolevale tehnoloogilisele tasemele ning algab sotsiaal-majanduslik taandareng. Eriti drastilisel kujul näeme selliseid arenguid näiteks terves reas Aafrika riikides, aga ka näiteks Mongoolias jm.

Ent ometigi tuleb silmas pidada ka seda, et ei ole võimalik tänaselt homsele oluliselt muuta majanduse struktuuri. Arengutrajektoorist sõltumine (*path dependency*) on omane ja oluline nii edukale järgijõudmisele kui ka edutule majanduse arengule. Eesti puhul on täiesti arusaadav, et tahetakse väga kiiresti unustada seda, kust me tuleme; ent ka tänase ning enamgi veel, tulevase majandusarengu strateegia seisukohalt on ülimalt oluline mõista, mida tähendas aastatel 1991-1992 toimunud majanduskeskkonna totaalne muutus. Suur osa ettevõtetest sattus ning tekkis keskkonda, mis oli neist aastakümnete jagu ees; ilmselgelt ei olnud võimalik ülimalt liberaalsetes tingimustes ellu jääda ning samaaegselt märkimisväärselt teadmistesse jne investeerida. Sama kehtib ka aga tarbimisharjumuste, tööturu, finantsteenuste⁵⁰ jne kohta. Kümne aasta jooksul ei ole mitte ainult Eesti majandus ja ühiskond drastiliselt muutunud, vaid on tekkinud ning juurdu- nud teatavad institutsionaalsed raamistikud, mis on ka järgneva 5-10 aasta jooksul arenguks väga olulisteks eeltingimusteks. Eesti ettevõtja ei hakka üleöö tegelema teadmiste- ja oskustemahukama tootmisega (olgu see siis kartulikombain või rinnavähi ravim).

Ka ebaõnnestunud kõrgtehnoloogia arendamine võib osutuda Eesti-sugusele riigile äärmiselt edukaks projektiks – seda juhul, kui riik loobub kõrvaltvaataja positsioonist ning aktiivselt loob ja toetab ettevõtlust ka selle kõrgtehnoloogiaga seotud valdkondades. Näiteks biotehnoloogia puhul võiksid need seonduvad valdkonnad olla alates farmaatsia- ja keemiatööstusest kuni toidu- ning puidutööstuseni välja; teisisõnu, kui riik rakendab klastripõhist majanduspoliitikat. Sellisel juhul on lõpuks isegi kurvalt lõppenud kõrgtehnoloogia projekt loonud uusi sidemeid ettevõtjate, teadlaste ja ametnike vahel, on arendatud ja reformitud näiteks kutseharidust ning tööturupoliitikat jne. Seda kõike saab aga uus üritaja ehk **eraettevõtja** ära kasutada. Riik on kandnud tema ja ka tema konkurendi eest osa riskidest. See ei tähenda toimetulekutoetuste eraldamist, vaid Eesti ettevõtjale arenenud riikide poolt pakutavaga võrreldavate eelduste loomist.

Kokkuvõtvalt on tööstuse arendamise loogika järgnev: kõrgtehnoloogia sektori arendamine tugevate avaliku sektori poliitikate kaudu – alates teaduse finantseerimisest kuni patenditoetuste ja riskikapitalini välja –, mille lähtealuseks on aga konkreetse riigi ja ühiskonna vajadused ning võimalused, mis on omakorda määratud olemasoleva tööstuse struktuuri ja oskuste taseme poolest. Tööstus- ja innovatsioonipoliitikad peavad alati olema kaheloomulised ja kaasama nii kõrgtehnoloogiat kui olemasolevat tööstust. Ainult sellisel moel on üldse võimalik klastrite ja seega positiivse arenguringi teke ning seetõttu ka elatustaseme tõus.

⁴⁸ Michael Porter nimetab seda majandusarengu faasi oma 1990. aastal avaldatud klassikalises teoses *The Competitive Advantage of Nations* investeeringutepõhiseks, rääkides arenenud riikide puhul innovatsioonipõhisest majandusmudelist. Innovatsiooni mõiste on aga tänapäevase (OECD jt) käsitluse kohaselt märksa laiem, hõlmates ka tehnosiiret, organisatsioonilisi ümberkorraldusi, finantsinnovatsiooni jpm, millele majanduskasv investeeringute põhises majanduses põhineb.

⁴⁹ Moses Abramovitz, *Thinking About Growth*, Cambridge, Cambridge University Press, 1989; Michael E. Porter, *The Competitive Advantage of Nations*, London, Macmillan, 1990.

⁵⁰ Vt siinkohal Andres Juhkam, "Financial innovations in Estonia", PRAXIS Working Paper 6/2003.

1.5. Väikeriigi catching-up strateegia eripärad

Äratundmine, et sotsiaal-majanduslikus arengus eksisteerivad teatud ressursipiirangud, millega on vaja avaliku poliitika kujundamisel arvestada, ei ole uus. Esimene, kes viitas (loodus)ressursi nappusele kui majanduskasvu piiravale tegurile, oli Malthus. 1817. aastal, Briti tööstusrevolutsiooni lõppfaasis, ilmunud David Ricardo *The Principles of Political Economy and Taxation* selgitas neid mehhanisme põhjalikumalt, tulles ühtlasi välja algupärase majandusarengu teooriaga, mis tõi majandusarengu liikumapaneva jõuna esile kapitali akumulatsiooni modernses tööstuses.⁵¹

Kuivõrd eduka sotsiaalmajandusliku arengu eelduseks on investeringud uutesse kõrgtehnoloogilistesse tööstustesse ja samaaegne traditsiooniliste sektorite kaasajastamine, on väikeriigid seejuures tänapäeval paraku eriti keerulises situatsioonis ja seatud kahest samaaegsest arengust tulenevalt oma strateegilistes valikutes teatud surutisse. Ühelt poolt takistab kõrgtehnoloogia vallas uute baastehnoloogiate loomise järjest kasvav keerukus ja piiratud ressursid väikeriike piisavalt tugeva teadus- ja arendustegevuse infrastruktuuri välja arendamast. Väike (kodu)turg ei võimalda ettevõtetele teha suuri ja järjest kasvavaid investeringuid teadus- ja arendustegevusse. Seda eriti oludes, kus toodete elutsüklid lühenevad ning konkurents turul muutub üha tihedamaks.

Teisalt madala- ja keskmistehnoloogiliste toodete osas domineerivad maailmaturul oma mastaabi- ja kulueelistega üha enam kiiresti industrialiseerunud Kagu-Aasia „tiigrid“, Hiina, India, kellele lisandub pikemas perspektiivis arvatavasti taas ka Venemaa.⁵² Seetõttu on väikeriikidel tootmise väiksemate mastaapide ja samaaegselt suhteliselt suuremate tehingukulude tõttu ka traditsioonilistel aladel üldiselt tootmiskulude osas küllalt keeruline konkureerida. See sunnib muidu sarnasel tasemel tööstusi suuremate riikidega võrreldes suhteliselt varem ekspordivõimalusi leidma ja/või rajama välismaale tootmisbaase. Taolist survet kodumaiste ettevõtete kiireks rahvusvahelistumiseks ei tuleks tingimata pidada rahvusliku innovatsioonisüsteemi nõrkuseks, vaid väiksusega seotud eripäraks.

Kirjeldatud surutisest väljumiseks tuleb väikeriikidel võimalikult optimaalselt kasutada tehnoloogia ja turgude üleilmastumist, kasutades kohaliku kompetentsi ja tehnoloogilise baasi kaasajastamiseks sobilikke poliitikaide. Euroopa väikeriikidel on kokkuvõttes inimressursi ja konkurentsivõime arendamisel läbi teadus- ja arendustegevuse valida järgmiste strateegiate vahel:⁵³

I. Investeerida baastehnoloogiate väljatöötamisse ja kommertsialiseerimisse

Selline suurriikidele omane strateegia, mida on Rootsis ja Šveitsis üritatud ebaõnnestunult rakendada, eeldab väikeriigis ressursside äärmuslikku koondamist ehk sisuliselt kogu majanduse tugevat ümberkorraldamist vastavalt tehnoloogia- ja tööstuspoliitikas seatud strateegilistele eesmärkidele.

II. Järgida suurettevõtete poliitikat ja subsideerida nende strateegilisi valikuid

Kuigi mitte alati edukalt, on see strateegia omaks võetud Hollandis. *De facto* on tegemist rahvusliku tšempioni strateegiaga, mis eeldab ühe või mitme rahvusvahelise suurkorporatsiooni peakorteri olemasolu riigis. Keskendumine suurkorporatsiooni(de) huvidele võib osutada ebasoodsaks väikestele ja keskmistele ettevõtetele, kes ei suuda tehnoloogilise arengu kiirusega sammu pidada. Samuti võivad suurettevõtete tootmise ratsionaliseerimisealased otsused tuua kaasa järske muutusi tööhõives.

III. Kontsentreeruda teadmiste ja oskuste kiirele kasutuselevõtule ja toetada investeringuid spetsiifilistes tehnoloogilistes niššides

Selleks, et taoline strateegia edukaks osutuks, peavad väikeriigid omama selget visiooni oma tugevustest ja nõrkustest ning reageerima muutustele turukonkurentsits õigeaegselt. Üldiselt, mida kauemaks ootama jäädakse, seda ahtamaks muutuvad valikuvõimalused ja kulukamaks kujuneb enamarenenud riikidele järele jõudmine.

⁵¹ Yujiro Hayami, *Development Economics. From Poverty to the Wealth of Nations*, Oxford, Clarendon Press 2000, 66-67.

⁵² Cees van Beers, *The role of foreign direct investment on small countries' competitive and technological position*, Government Institute of Economic Research, Helsinki 2003, <http://extranet.vatt.fi/knogg/Reports/t100.pdf>; Hiina massiivse industrialiseerumise kohta alates 1950ndatest aastatest vt ka: Angus Maddison, *The World Economy: Millennial Perspective*, OECD, Paris, 2001, 43.

⁵³ Cees van Beers, *The role of foreign direct investment on small countries' competitive and technological position*, Government Institute of Economic Research, Helsinki 2003, 8-9.

Nagu eelpool (vt ptk 1.2) põhjalikumalt kirjeldatud, on baasuuringute näol tegu väga pikaajaliste investeringutega, mis sunnib väikeriigi ressursside äärmuslikule koondamisele. Investeeringud baasuuringutesse ei taga 1:1 lineaarse kausaalsusega edukat *spin-off*i majandusse ja kõrgtehnoloogilise tööstuse teket. Baastehnoloogiate arendamisel tuleb arvestada pikaajaliste, absoluutmahtudes äärmiselt suurte investeeringutega eeldatavalt tekkivatele „võitja võtab kõik“ tüüpi turgudele. Seetõttu on sellise strateegia kasutamine keskmise või madala elatustasemega riikides tegelikult praktiliselt välistatud.

Kuigi Eestis ei ole rahvusvaheliste korporatsioonide peakortereid, näitab Iirimaa, Malaisia, Singapuri jt riikide kogemus, et teatud tingimustel võivad sarnast rolli täita „õiget sorti“ välismaised otseinvesteeringud. Sellise strateegia edukas rakendamine eeldab aga äärmist professionaalsust ja otsusekindlust avaliku poliitika kujundamisel, sh kõrgtehnoloogiliste välisinvesteeringute püüdmise seostamist olemasoleva majanduse struktuuriga ja aktiivset tehnosiirdepoliitikat välisinvesteeringutega kaasneva *know-how* üle kandumiseks kodumaistesse ettevõtetesse.

Analüüsides Soome telekommunikatsioonitööstuse arengut viimase poole sajandi vältel, leiame aga samas suupärase näite sellest, kuidas keskendumine tehnoloogilisele niššile tõi kaasa eduka läbimurde maailmaturul ja sügavalt Soome kodubaasi „juurdunud“ rahvusvahelise suurkorporatsiooni tekke. Kuigi mitte keegi selliseid arenguid aastakümneid tagasi ette ei näinud, ulatuvad Nokia 1990ndate aastate edu juured siiski tagasi Soome sõjaväe raadioside arendamiseks tehtud ponnistusteni 1960ndatel aastatel.⁵⁴

Nõndasamuti on ka paljud Eesti teadussaavutused, mida on viimastel aastatel aktiivselt püütud kommercialiseerida, vähemalt 10-20 aastat tagasi kõrgharidusse ja teadusesse tehtud investeeringute tulemiks. Mahult on Eesti aastased investeeringud teadus- ja arendustegevusse võrreldavad mõne suurkorporatsiooni nädalaste teadus- ja arenduskulutustega; Eesti ca 3000 teadlast (täistööaja ekvivalendis) on aga võrreldav mõne keskmise suurusega laboriga Euroopas või Ameerikas. Isegi kui Eesti suurendaks oma investeeringuid kiiresti 3-4 protsendile SKP-st, jääksime me ikka rahvusvahelises plaanis väga tagasihoidlikuks tegijaks. Paraku on aga Eesti senine teadus- ja innovatsioonipoliitika püüdnud lähtuda eeldusest, et Eesti on samasugune suurriik, nagu USA või Euroopa Liit.⁵⁵

Sellal kui teaduse ja tehnoloogia arengus on suuna määrajateks paratamatult suurriigid, sunnivad piiratud ressursid Eestit paratamatult seadma prioriteete ning võtma sellega seoses äärmiselt suuri riske. See muudab süsteemaatilise tulevikule mõtlemise väikeriigis (või ka suure riigi väiksemas regioonis) möödapääsmatuks. Eriti kriitiline on seejuures inimressursi arendamine, mitte vastavalt olemasolevale majanduse struktuurile ja piiratud koduturule, vaid vastavalt soovitatavatele välisinvesteeringutele ja globaalse majanduse arengule.⁵⁶

⁵⁴ Martin Fransman, *Knowledge and sectoral innovation systems: the mobile communications industry involved largely by getting things wrong*, http://www.ie.ufrj.br/globelics/pdfs/GLOBELICS_0028_MartinFransman.PDF.

⁵⁵ Eelõeldu ei tähenda, et investeeringud baasuuringutesse oleksid väikeriigis ebaolulised või mittevajalikud. On aga üsna lühinägelik loota igat teadusesse pandud krooni või eurot muutumatu struktuuriga majandustegevuses otse kasumina kätte saada. Selliste investeeringute peamise väljundina tuleks pigem näha kõrghariduse, sh kraadiõppe taseme tagamist jmt.

⁵⁶ Vt Alan Rugman, Joseph R D'Cruz, "The Double Diamond Model: Canada's Experience", *Management International Review*, 33, 1993; Leo van Grunsven, Chris van Egeraat, "Achievements of the Industrial 'High-road' and clustering Strategies in Singapore and Their Relevance to European Peripheral Economies", *European Planning Studies*, 7, 2, 1999.

2. Teaduse ja tehnoloogia võtmevaldkonnad

2.1. Info-, bio- ja nanotehnoloogiate arenguvisionid 2015-2020

USA Rahvuslik Teadusfond, Korporatsioon RAND, USA Rahvusliku Julgeolekunõukogu,⁵⁷ Euroopa Komisjon, erinevad suurkorporatsioonid ja paljud teised arengustenaariumitega tegelevad organisatsioonid näevad 10-20 aasta perspektiivis ette info-, bio- ja nanotehnoloogia ning kognitiivteadustel tuginevat tehnoloogilis-majanduslikku revolutsiooni, mis muudab radikaalselt praktiliselt kõiki igapäevaelu valdkondi ja pakub samas kiiremaid majandusarengu võimalusi kui ükski muu teaduse ja tehnoloogia valdkond. Info-, bio- ja nanotehnoloogiate näol on teatavas mõttes tegemist horisontaalsete tehnoloogiatega, mis lubavad olulist tootlikkuse kasvu kõikides eluvaldkondades ja majandusharudes.⁵⁸

Sellest lähtuvalt toob ka Eesti teadus- ja arendustegevuse strateegia *Teadmistepõhine Eesti 2002-2006*⁵⁹ infotehnoloogia ja infoühiskonna arengu, biomeditsiini ja materjaliteadused välja teadus- ja arendustegevuse ning innovatsiooni võtmevaldkondadena, mis avavad majandusarengus hulgaliselt täiesti uusi võimalusi. Ometi ei saa see tähendada ei tuima keskendumist (kõrg)tehnoloogiale ega makromajanduslikele majanduskasvu prognoosidele, unustades ümbritseva tegelikkuse koos Eesti tänaste tugevuste ja nõrkustega. Otse vastupidi – *Teadmistepõhise Eesti* arengustrateegia eesmärk on kõikide igapäevaelu valdkondade areng läbi nimetatud tehnoloogiate eelisarendamise ja võimalikult laialdase rakendamise. Paraku ei ole Eestis seni kuigi selget ettekujutust, mis võiksid olla need valdkonnad, kus usume maailmas aset leidva teaduse ja tehnoloogia arengu toel ees olevat kiiret sotsiaal-majanduslikku arengut, millest võiksime oma piiratud ressursi hästi panustades osa saada.

Korporatsiooni *Intel* asutaja ja juhatuse esimees *emeritus* Gordon Moore märkas juba 1965. aastal, et transistorite arv *Inteli* mikroprotsessoris kahekordistub keskmiselt iga 18 kuuga ning tänapäeval Moore'i seadusena tuntud seaduspära näeb ette transistorite arvu eksponentsiaalset kasvu mikroskeemides.⁶⁰ Trend transistorite arvu kahekordistumiseks iga paari aasta jooksul, mis võimaldab omakorda elektroonikakomponentide mõõtmete vähenemist ja arvutusvõimsuse kasvu, on jätkunud aastakümneid – kui 1972. aastal valminud *Intel 8008* mikroprotsessor sisaldas 2500 transistorit, siis kaasaegses *Itanium2* mikroprotsessoris on juba üle 400 miljoni transistori. *NEC Corporation* kinnitas hiljuti, et nad on töötanud välja seni maailma väikseima umbes 5 nanomeetrise väratiga (*gate*) transistori, mille mõõtmed on kõigest 1/18 senistest. See tähendab, et kuupsentimeetrisesse mikroskeemi mahub ca 40 miljardit taolist uut transistorit. Selliste mikroskeemide orienteeruvaks turule tuleku ajaks hinnatakse 2020. aastat. Ka *Intel* usub taolise trendi jätkumist üldiselt veel 10-15 aasta jooksul, mil senised meetodid transistorite mõõtmete vähendamiseks jõuavad füüsilise piirini.⁶¹

Arvutusvõimsuste ja mälumahtude, andmesidekiiruste jms jätkuv kiire kasv avavad jätkuvalt võimalusi varem kujuteldamatute uute rakenduste tekkeks. Kirjeldatud trend arvutusvõimsuse kasvu jätkumiseks tähendab, et tänase tavalise personaalarvutiga samaväärse arvuti jõudlus on juba 2010. aastal võrreldav inimese ja 2020. aastal kogu planeedi elanike info töötlemise võimega kokku.⁶² Kuigi taoliste tehnoloogiate sotsiaalne aktsepteeritavus on inimese ja arvuti vahelise piiri hägustumise tõttu eetiliselts üsna küsitav, on tehnoloogiline areng avamas teed erinevate inimvõimekuse suurendamiseks mõeldud otse aju istutatavate miniatuursete siirikute (*implant*) kasutuselevõtuks, mis võimaldavad näiteks täiendada inimese info talletamise võimet, arvutus- ja keeleoskust jne.⁶³

⁵⁷ Vt *National Science Foundation*, <http://www.nsf.gov/>; *Rand Corporation*, <http://www.rand.org/>; *U.S. National Intelligence Council*, <http://www.cia.gov/nic/>.

⁵⁸ Vt nt Philip S. Anton, Richard Silbergliitt ja James Schneider, *The Global Technology Revolution: Bio/nano/materials. Trends and Synergies with Information Technology by 2015*, RAND Corporation, <http://www.rand.org/publications/MR/MR1307/MR1307.pdf>, 2001.

⁵⁹ *Teadmistepõhine Eesti. Eesti teadus- ja arendustegevuse strateegia 2002-2006*, RTI 2001, 97, 606.

⁶⁰ Gordon E. Moore, "Gramming More Components Onto Integrated Circuits", *Electronics*, 19.04.1965, <http://download.intel.com/research/silicon/moorespaper.pdf>.

⁶¹ Vt nt *NEC Develops World's Smallest Transistor*, IDG News Service, 08.12.2003, http://www.infoworld.com/article/03/12/08/HNnecransistor_1.html; Victor V. Zhirnov, Ralph K. Cavin, James A. Hutchby ja George I. Bourianoff, *Limits to Binary Logic Switch Scaling – A Gedanken Model*, Proceedings of IEEE, 91, 11.11.2003, <http://www.intel.com/research/documents/Bourianoff-Proc-IEEE-Limits.pdf>; "Intel prepares for next 20 years of chip making", *Computerworld*, 25.10.2004, <http://www.computerworld.com/printthis/2004/0,4814,96917,00.html>; Stephen Baker, "Nano and Chips: Uneasy Ties", *BusinessWeek*, 07.02.2005, http://www.businessweek.com/technology/content/feb2005/tc2005027_4712_tc119.htm.

⁶² Vt Ray Kurzweil, *The Age of Spiritual Machines: When Computers Exceed Human Intelligence*, New York: Penguin Books 2000.

⁶³ Michael C. Roco ja William Sims Bainbridge (toimetajad), *Converging Technologies for Improving Human Performance*, World Technology Evaluation Centre, http://www.wtec.org/ConvergingTechnologies/Report/NBIC_report.pdf, 2002.

Mitmel pool maailmas käimasolevad uurimis- ja arendusprojektid ning seadusandlusesse sisseviidavad muutused kinnitavad vankumatult, et tegu ei ole ulmega. Arendustegevus inimese kehasse siirdatavate ID-kaardi laadsete isiku tuvastamist võimaldavate seadmete arendamiseks on kestnud juba aastaid ja nüüdseks on nende kasutamisküpsust erinevates identifitseerimis-, turva- ja finantsrakendustes ametlikult kinnitanud ka USA Toidu- ja Raviamet (FDA). Samuti on FDA andnud loa ajju istutatavate mõtte jõul arvuti juhtimiseks kasutatavate siirikute kliinilisteks inimkatsetusteks. Ka Euroopas on juba aastaid aktiivselt töötatud erinevate *cyborg* projektidega.⁶⁴

Veelgi enam, USA kaitseministeeriumi kõrgtehnoloogiliste uurimisprojektide agentuuri DARPA (*The Defense Advanced Research Projects Agency*) tehnoloogiajuht usub oma agentuuri suutvat luua 2030. aastaks mõtleval roboti. Selle tehisintellekti erinevad komponendid, nagu kõnetuvastus ja teatud mõtlemisvõime, muutuvad reaalsuseks ilmselt märksa varem.⁶⁵

Riietesse integreeritavad sensorid, elektrooniline tint, Rootsis toodetavad paberilehte sisseehitatud ühekordseks kasutamiseks mõeldud arvutid,⁶⁶ keskkonnamonitooringus jt aladel kasutatavad kuupmillimeetri suuruste omavahel võrku ühendatud arvutite võrgustikud („tark tolm”, *smart dust*)⁶⁷ jne ongi esimesed taolised näited arvutustehnika mõõtmete drastilisest vähenemisest ning infotehnoloogia jätkuvast pead pööritama panevalt kiirest arengust. Ray Kurzweil kirjeldab võimalikke arenguid: „... arvutid kaovad. Displeid kuvatakse otse meie võrkkestale tänu seadmetele prillides või kontaktläätsedes. Lisaks virtuaalsetele kõrge resolutsiooniga displeidele võimaldavad need personaalsed displeid täielikku sukeldumist visuaalsesse virtuaalreaalsusse. Meil on kogu aeg ja kõikjal lairibaline traadita Internet.”⁶⁸

Infotehnoloogia jätkuva arengu eelduseks on aga mikroelektroonika ja materjaliteaduse edasine areng (Joonis 8). Nii nagu transistori leiutamine 55 aastat tagasi lõi tehnoloogilised eeldused tänapäevase elektroonika-tööstuse ja seega ka kogu infotehnoloogia paradigma tekkeks, on teated esimeste ühe-molekuliste transistorite ja mälude⁶⁹ loomisest märk võimalikest drastilistest muutustest väga kauges tulevikus füüsilise piirini jõudvate infotehnoloogia süsteemide arhitektuuris.⁷⁰ Kuid seos info-, bio- ja nanotehnoloogiate vahel töötab ka teistpidi. Infotehnoloogia areng on omakorda eelduseks piisava jõudluse ning masskasutuseks sobilike uudsete bio- ja nanotehnoloogiate väljatöötamisele.

Näiteks maksab täna DNA sünteesiks vajalik aparatuur ca 10 000 USA dollarit, kuid nende hind langeb seoses tehnoloogia arenguga üsna kiiresti, mis muudab sellised „tööriistad“ laiemalt kättesaadavaks. See tähendab, et Moore-i seadusega kirjeldatud arvutustehnika jõudluse kasvu eeldatav jätkumine toob järgmisel kümnekonnaval aastal endaga kaasa üsna drastilisi muutusi nii biotehnoloogias kui biotehnoloogia võimalikus ühiskondlikus ja majanduslikus tähenduses.

Kui 2000. aastal jõudis *Inimgenoomi projekt* 13 aastat kestnud pingutuste tulemusena inimese genoomi täieliku sekveneerimiseni, siis eelkirjeldatud tehnika jõudluse kasv tähendab, et 2010. aastal suudab potentsiaalselt iga üksikisik sekveneerida või sünteesida päevas kuni 10¹⁰ paari. Kümnekonnaval aastal pärast kulub aga üksikisiku DNA sekveneerimiseks või sünteesimiseks üksnes loetud hulk sekundeid. Tõmmates paralleeli tänapäeval populaarse avatud lähtekoodiga tarkvaraga, nagu näiteks *Linux* jm, võib see väga vabalt tähendada, et maailm on liikumas „avatud lähtekoodiga”, so kõigile modifitseerimiseks kättesaadavate bio-loogiliste süsteemide poole.⁷¹ (Joonis 7)

⁶⁴ Vt U.S. Food and Drug Administration, <http://www.fda.gov>; Kevin Warwick, Identity and Privacy Issues raised by Biomedical Implants. *IPTS Report 67*: 29-34, European Commission Joint Research Centre 2002, <http://www.jrc.es/pages/iptsreport/vol67/english/IPT5E676.html>.

⁶⁵ Vt Frank Tiboni, „DARPA tech chief envisions the future”, *Federal Computer Week*, 19.04.2004, <http://www.fcw.com/fcw/articles/2004/0419/feat-brachman-04-19-04.asp>.

⁶⁶ Vt David Gardner, „It had to happen: the disposable computer”, *TechWeb.com*, 04.03.2004, <http://www.techweb.com/wire/story/TWB20040304S0005> ja <http://www.cypak.com>.

⁶⁷ Jim Butler, „Mobile Robots as Gateways into Wireless Sensor Networks”, *Deviceforge.com*, 02.05.2003, <http://deviceforge.com/articles/AT2705574735.html>.

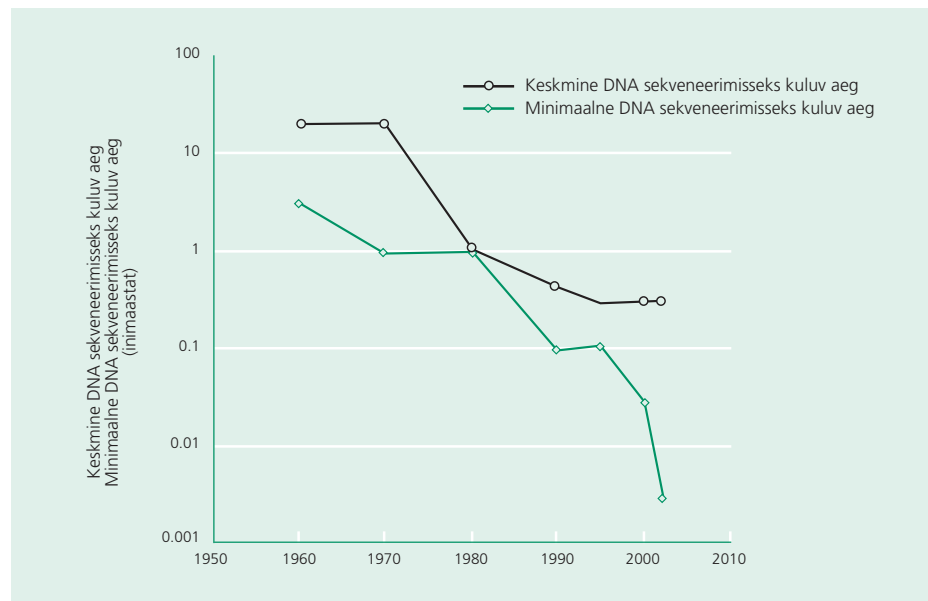
⁶⁸ Ray Kurzweil, *The Age of Spiritual Machines: When Computers Exceed Human Intelligence*, New York: Penguin Books 2000.

⁶⁹ Nt molekulaarne mäluseade potentsiaalse mahuga 40GB ruutsentimeetri kohta, vt täpsemalt http://www.eurekalert.org/pub_releases/2004-04/uosc-sp042004.php.

⁷⁰ Vt nt Peter Weiss, „Shrinking toward the Ultimate Transistor”, *Science News*, 10. 08.2002.

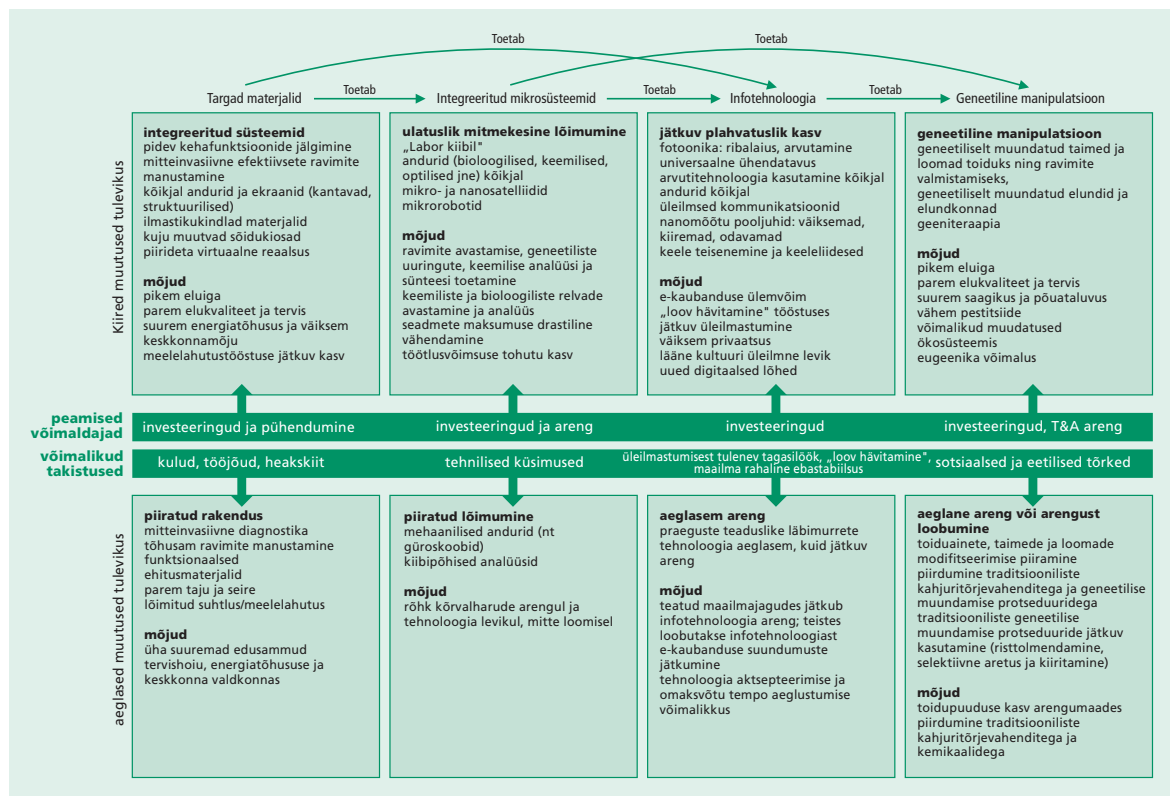
⁷¹ Vt Robert Carlson, „Open-source Biology and Its Impact on Industry”, *IEEE Spectrum*, 2004; Robert Carlson, „The Pace and Proliferation of Biological Technologies”, *Biosecurity and Bioterrorism: biodefense strategy, practice and science*, 1, 3, 2003.

Joonis 7. DNA sekveneerimiseks või sünteesimiseks kuluv aeg üksikisiku poolt aastas.



Allikas: Robert Carlson, „The Pace and Proliferation of Biological Technologies”, *Biosecurity and Bioterrorism: biodefence strategy, practice and science*, 1, 3, 2003.

Joonis 8. Materjalitehnoloogiate, mikroelektroonika, info- ja geenitehnoloogiate potentsiaalsed kokkupuutealad aastani 2015.



Allikas: Philip S. Anton, Richard Silbergliitt ja James Schneider, *The Global Technology Revolution: Bio/nano/materials. Trends and Synergies with Information Technology by 2015*, RAND Corporation, <http://www.rand.org/publications/MR/MR1307/MR1307.pdf>, 2001, 37.

Laias laastus on nano- ja biotehnoloogia arengu eesmärgiks anda inimesele tehnoloogia kaudu radikaalselt uued võimalused materjalide ja elusorganismide mitmekesisuse kujundamisel. Looduses eksisteerib mitmekesisus seal, kuhu see evolutsiooni käigus on tekkinud; bio- ja nanotehnoloogia eesmärgiks on luua vahendid, mille abil saab luua ja kasutada looduse mitmekesisust just sel ajahetkel ning just sellises kohas, nagu inimene seda vajalikuks peab.

Esimesest inimesele edukalt siirdatud organist on möödunud 50 aastat ja tänased biotehnoloogia teaduslased teaduslikud ambitsioonid on juba märksa suuremad. Mitmel pool maailmas käib küllalt tõsine arendustegevus, mille eesmärgiks on biotehnoloogia vahenditega inimeste „tagavaraosade” tootmine. Nii näiteks tegeletakse Manchesteri ülikoolis tõsiselt tindiprinteri laadse seadme loomisega, mis suudaks „trükkida” etteantud parameetritele vastavaid inimkudesid.⁷² *Johns Hopkins Medicine*-i teadlased usuvad end olevat lähedal oskusele luua geneetiliselt modifitseeritud tüvirakkude baasilt bioloogilisi südamestimulaatoreid, mis asendaks senise suhteliselt ebamugava elektroonika.

Kurzweil kirjeldab võimalikku tulevikuvisioni: „*Info- ja kommunikatsioonitehnoloogia jätkuva miniaturiseerumise tulemusena liiguvad meie aju veresoontes miljardid miniatuursed vererakkude suurused või veelgi pisemad nanorobotid, mis suhtlevad otse meie bioloogiliste närvirakkudega. Ühendudes otse närvisüsteemiga tagavad nanorobotid täieliku virtuaalreaalsuse, mis hõlmab kõiki viit meelt.*”⁷³

Üheks tänaseks tehnoloogilise mõtte arengusuunaks ongi eluslooduse toimimispõhimõtete imiteerimine nii infotehnoloogias (närvivõrgud, geneetilised algoritmid jne) kui kõikvõimalikes muudes igapäevaelu puudutavates valdkondades. Nii näiteks toodab Kanadas Quebecis asuv *Nexia Biotechnologies* „ämblikuvõrgu siidi”, kasutades selleks kitse piima, millest saab ämblikuvõrgu ülesehitust järelaimates toota näiteks kogu keha katvaid kuulikindlaid riideid.⁷⁴ Selle vastaspooleks oleks samamoodi loodusest tuntud lahendus teatud liblikate tiibade näol, mis muudaks riietuse näiteks öönägemisvahenditele nähtamatuks.

Kõige käegakatsutavamad märgid sellest, et kolme tehnoloogia võtmevaldkonna areng muudab eelolevatel kümnenditel meie maailma radikaalselt ja möödapääsmatult on aga USA, Jaapani ja paljude teiste valitsuste otsused bio- ja nanotehnoloogiatealase teadus- ja arendustegevuse finantseerimise kiireks suurendamiseks (vt pkt 2.4 ja 4.5).⁷⁵

Samas ei ole need tervikuna kindlasti mitte arengud, mis võimaldaksid enda ja oma laste privaatsust oluliseks pidaval ja tulevikust hoolival inimesel ükskõikseks jääda. Kui eluslooduse areng on evolutsiooni tagajärg ja selle suunajaks olelusvõitlus, siis teaduse ja tehnoloogia arengul puudub väline piiraja evolutsiooni näol. Seetõttu peab inimene olema iseenese seadusandjana võimeline iseenda käsutuses olevaid tehnoloogiaid ja vahendeid suunama. Seeläbi on tehnoloogia tulevik oluline mitte ainult majanduslikus mõttes, vaid vähemalt samaväärselt ka sotsiaalses ning eetilises mõttes. Erinevalt juba masskasutuses olevast infotehnoloogiast ei tea me täna aga, mis on üleüldse bio- ja nanotehnoloogia võimuses, mida konkreetselt tahavad ettevõtjad, kuidas reageerib tarbija jne. See kõik muudab poliitika kujundajate, teadlaste ja ettevõtjate ees seisvad ülesanded enneolematult kompleksseks.⁷⁶

Eesti tuleviku seisukohalt on seda olulisem üritada kasvõi hädusteski piirides ettevaatavalt kindlaks teha, mida ja kuidas (Eestist suuresti sõltumatu) globaalne teaduse ja tehnoloogia areng maailmas mõjutab ning mida üks või teine areng Eesti tingimustes tähendada või pakkuda võib. Selline maailma arengutega kursis püsimine on üks oluline Eesti teaduse funktsioone isegi juhul, kui me ühes või teises valdkonnas uuringutest kiirelt majanduslikku kasu ei saa. Eestil on võimalik ainult valida, kas globaalsete arengutega kaasa minna või stagneeruda...

⁷² Võimalikust bioloogilisest südamestimulaatorist ja biotehnoloogilistest inimese tagavaraosadest vt ka http://www.hopkinsmedicine.org/Press_releases/2004/12_20_04.html; “Skin and bones ‘made to measure’”, *BBC News*, 18.01.2005, http://news.bbc.co.uk/2/hi/uk_news/england/manchester/4184627.stm.

⁷³ Ray Kurzweil, *The Age of Spiritual Machines: When Computers Exceed Human Intelligence*, New York: Penguin Books, 2000.

⁷⁴ Vt <http://nexiabioitech.com/>.

⁷⁵ Vt ka Brad Wiens, „Eight Technologies That Will Change the World”, *Business 2.0*, June 2002, <http://www.business2.com/b2/web/articles/0,17863,514755,00.html>.

⁷⁶ Siinjuures ei saa lisamata jätta, et paljud info-, bio- kui ka nanotehnoloogiaga seotud lahendused või katsetused on täna väga aktuaalseks muutunud ka seoses terrorismiga peetavale sõjale.

2.2. Infotehnoloogia ja infoühiskonna areng

Infotehnoloogiline revolutsioon ei ole Interneti levikuga ja tänaste personaalarvutitega lõppenud, vaid on selle majandusliku efekti mõttes pigem alles algamas.⁷⁷ Tehnoloogilis-majanduslike paradigmat kontekstis (Joonis 2 ptk 1.2) on 2005. aasta alguseks lõhkenud infotehnoloogiaga seotud finantsmull (2001) ning oleme sisenemas infotehnoloogia „kuldse ajastusse“, mida iseloomustavad sünergia, põhjalike sotsiaalsete ja majanduslike muutuste jätkumine läbi infotehnoloogia üha laieneva kasutuselevõtu ning millise ajaliseks kestvuseks hinnatakse 20-30 aastat.⁷⁸ Erinevate analüütikute hinnangul on infotehnoloogia üheks olulisemaks vahendiks majandusliku arengu saavutamisel, kuna hinnatakse, et selle kaudu on võimalik põhjendada ligikaudu 50% viimasel ajal aset leidnud majanduskasvust.⁷⁹

Info- ja kommunikatsioonitehnoloogia keskseks arengutrendiks aastani 2020 on lisaks eelpoolmainitud materjalitehnoloogiate, mikroelektroonika, info- ja geenitehnoloogiate konvergensile (ptk 2.5) inimkeskkonda ümbritseva tehisintellekti kontseptsiooni (*Ambient Intelligence*) realiseerumine, mis tähendab omakorda olulisi murrangulisi arenguid näiteks nii avalikus sektoris (e-valitsemine, e-demokraatia jne), teenindussektoris (e-teenused jne) kui ka tööstussektoris.

Nii Euroopa Komisjoni poolt välja töötatud erinevates infotehnoloogia sektorit puudutavates tehnoloogia ülevaadetes ja -strateegiates kuni aastani 2020, kui ka teistes samalaadsetes analüüsides on kesksel kohal „ümbritseva tehisintellekti“ (*Ambient Intelligence, AmI*) kontseptsioon,⁸⁰ mis baseerub arvuti ja väliskeskkonna vahetu interaktsiooni ja/või arvuti ja väliskeskkonna ühtesulamise (*ubiquitous computing*) kontseptsioonil. Alupäraselt võttis selle kontseptsiooni kasutusele Marc Weiser, arvutiteadlane *Palo Alto Research Center*’ist (Xerox PARC) juba aastal 1988:

Kui 1988. aastal alustas PARC tööd järgmise põlvkonna arvutikeskkonna loomisega, kus inimesed suhtleks pidevalt sadade läheduses olevate traadita üksteisega ühendatud arvutitega, oli vastavas valdkonnas tööd alustatud vaid vähestes uurimiskohtades. Eesmärgiks on saavutada kõige efektiivsemat laadi põhiliselt kasutajale nähtamatu tehnoloogia. Et viia arvutid sellisesse staadiumisse, ent samas säilitades nende võimsuse, nõuab radikaalselt uusi arvuteid nii suuruselt kui kujult, mis oleks kättesaadavad igale inimesele. Ma kutsun sellist tulevikku „Arvuti ja väliskeskkonna ühtesulamise“ maailmaks.⁸¹

Euroopa Liidu lähenemine *AmI*-le on aga edasiarendus arvuti ja väliskeskkonna ühtesulandumisest, sisaldades endas väliskeskkonna ja arvutite (1) ning kommunikatsiooni (2) ühtesulamise kõrval ka kasutaja jaoks kohanduvate intelligentsete intuitiivsete kasutajaliidestide (3) teket.

Neist esimene tähistab paradigma muutust, mille käigus kesksete arvutisüsteemide (*central mainframe computing*) juurest liigub areng personaalarvutite, pihuarvutite ning erinevatesse objektidesse integreeritud arvutite suunas, mille tulemusena ümbritsevad miniaturiseerunud (*embedded*) infotehnoloogia süsteemid meid kõikjal. Sellele lisandub objektide omavaheline kommunikatsioon sh infrastruktuurisüsteemide konvergens ja ristikasutatavus, lairibaline traadita side, digitaalne ringhääling, satelliitside jne. Kasutajaliidestid (sensorid, kõnetuvastus, biomeetria jmt) on kolmandaks *AmI* alustalaks. Nende olulisimaks omaduseks on kasutajamugavus ehk luua keskkond inimeste ja virtuaalmaailma vaheliseks suhtlemiseks võimalikult sellisena, nagu ta eksisteerib inimeste enda reaalses igapäevases elus, ilma arvuti hiirte, klaviatuuride ja kuvariteta.

⁷⁷ Eestis ja Soomes mõistetakse *infoühiskonna poliitikat* majanduste erinevatest arengufaasidest tulenevalt üsna erinevalt: Eestis on infoühiskonna teemaliste arutelude keskmes Interneti ja paljuski imporditud infotehnoloogiliste lahenduste võimalikult laialdane rakendamine (*Tiigrihüpe* kui koolide varustamine arvutitega, e-valitus jmt), Soomes on olnud infoühiskonna strateegia keskmes pigem vastava kodumaise tööstuse arendamine, laiem sotsiaal-majanduslik areng ja sellega seotud innovatsioon (uute lahenduste majanduslikult mõttekas kasutuselevõtt).

⁷⁸ Carlota Perez, *Technological Revolutions and Financial Capital: The Dynamics of Bubbles and Golden Ages*, Cheltenham, UK: Edward Elgar, 2002.

⁷⁹ Vt nt OECD, *The OECD Information Technology Outlook 2004*, 2005, Paris: OECD; *Facing the Challenge, The Lisbon Strategy for Growth and Employment*, Report from the High Level Group chaired by Wim Kok, 03. 11.2004, http://europa.eu.int/comm/lisbon_strategy/pdf/2004-1866-EN-complet.pdf; PricewaterhouseCoopers, *Rethinking the European ICT Agenda. Ten ICT-breakthroughs for Reaching Lisbon Goals*, 2004.

⁸⁰ Vt nt *Ambient Intelligence: from Vision to Reality*, ISTAG, September 2003, ftp://ftp.cordis.lu/pub/ist/docs/istag-ist2003_draft_consolidated_report.pdf; *Strategic Orientations and Priorities for IST in FP6*, IST Advisory Group, June 2002, ftp://ftp.cordis.lu/pub/ist/docs/istag_kk4402456encfull.pdf; *Software Technologies, Embedded Systems and Distributed Systems*, June 2002, IST Advisory Group ftp://ftp.cordis.lu/pub/ist/docs/istag_kk4402472encfull.pdf.

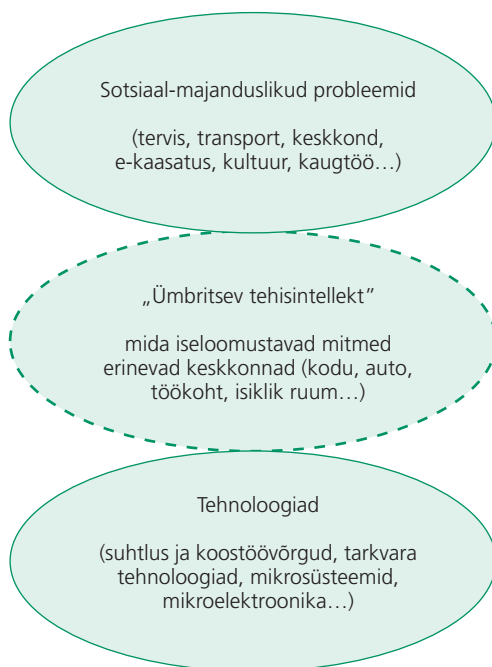
⁸¹ Marc Weiser, "Some Computer Science Issues in Ubiquitous Computing", *Communications of the ACM*, 1993, 36, 7, 75-84, 75.

Seega on tegemist kaugeleulatuva visiooniga infoühiskonna edasisest arengust, kus rõhuasetus on suuremal kasutajasõbralikkusel, efektiivsemal teenuste toel, kasutajaõigustel ning inimliku suhtlemise toetamisel.⁸²

Taolise visiooni realiseerumist oodatakse Infoühiskonna Tehnoloogiate Nõukoja (ISTAG) poolt juba aastaks 2010: selleks ajaks peaks inimesi ümbritsema intelligentseid intuiitiivsed liidesed, mis on erisugustesse asjadesse sisse ehitatud; AmI suudab ära tunda erinevaid isikuid ning neile reageerida; ümbritsev tehisintellekt toimib katkematult, pealetükkimatult ning sageli meile nähtamatul moel.

ISTAG-i *AmI* visioon ei ole Marc Weiser'i kontekstis midagi radikaalselt uut. Küll aga on Euroopas alati pööratud tehnoloogilis-majandusliku efektiivsuse kõrval Ameerikast enam tähelepanu laiemale sotsiaalsele kontekstile.⁸³ Nii on ISTAG võtnud kasutusele kolmetasandilise mudeli, kus ühiskondlikud ja majanduslikud väljakutsed asuvad ülemises kihis, tehnoloogiad kõige alumises kihis ning neid ühendab omavahel „ümbritsev tehisintellekt”. (Joonis 9)

Joonis 9. „Ümbritsev tehisintellekt”, tehnoloogiad ja sotsiaal-majanduslikud väljakutsed.



Allikas: IST Advisory Group, *Strategic Orientations and Priorities for IST in FP6*, 2002, [ftp://ftp.cordis.lu/pub/ist/docs/istag_kk4402456encfull.pdf](http://ftp.cordis.lu/pub/ist/docs/istag_kk4402456encfull.pdf), 17.

Visiooni realiseerumiseks on *AmI*-le esitatud järgmised tehnoloogilised nõuded: riistvara, mis ei sega kasutajat; terviklik mobiilne/fikseeritud kommunikatsiooni infrastruktuur; dünaamiline, tihe ja laialdane seadmete võrk; loomulikena näivad kasutajaliidesed (sh uute tarkvara lahenduste kui materjalide kasutamine ja disain) ning töökindlus ja turvalisus. Sotsiaal-majanduslikud väljakutsed, mis tehnoloogia arenguid omakorda mõjutavad ning mis on Euroopas äärmiselt aktuaalsed, haakuvad näiteks vananeva elanikkonnaga, tervishoiuga, kultuurilise mitmekesisusega, õppimismallidega, haldusküsimuste ja turvalisusega jne.⁸⁴

Eestis on juba välja arendatud üksikuid lahendusi, millega ta maailma mastaabis silma paistab (internetipangandus, e-valitsus) ning sarnastes rakendusvaldkondades jõuline edasiliikumine (nt mobiilside vahendusel kasutatavad rakendused, e-tervishoid) loob järgnevad võimalused ümbritseva tehisintellekti realiseerumisest.

⁸² Illustreerivateks näideteks vt *Scenarios for Ambient Intelligence in 2010*, Sevilla: IPTS, IST Society Technologies Advisory Group (ISTAG), 2001; vt ka *Väljavõtte Infoühiskonna Tehnoloogiate Nõukogu (ISTAG) raportist "Näiteid ümbritsevast intellektist – visioone aastaks 2010"*, 2002, http://www.esis.ee/eVikings/foresight/Visioonid_final.pdf, eesti keelde tõlkinud Sihtasutus Archimedes 2001.

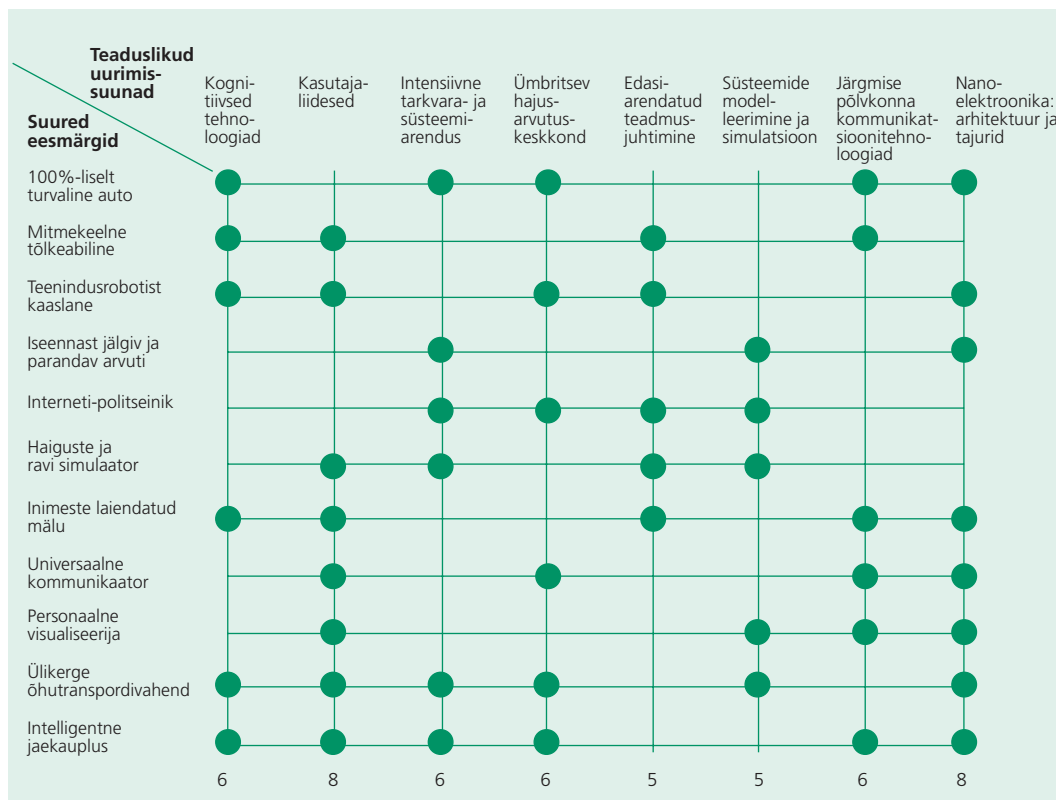
⁸³ Võrdle ka nt 20. sajandi esimestel kümnenditel Frederick Winslow Taylor'i poolt Ameerikas arendatud teadusliku juhtimise printsiipi ning Oliver Sheldoni, Josiah Charles Stampi jt Briti filosoofide halduse filosoofia käsitlusi; Rosamund Thomas, *The British Philosophy of Administration*, Cambridge: CBPSE, 1989.

⁸⁴ Põhjalikemaks Euroopa infoühiskonna arengutsenaariumiteks vt nt Rafael Popper, Ian Miles, Lawrence Green, Kieron Flanagan, *Information Society Technologies Futures Forum: Overview of Selected European IST Scenario Reports*, http://fistera.jrc.es/docs/Scenario_Pool_version_11.6.pdf, 2004.

Samas, ka siin ei saa ümber minna ohtudest. Taolised väljatöötatavad rakendused on seotud kohaliku teenindussektoriga, kus innovatsiooni teadusmahukus ning seetõttu ka võimalus väljatöötatut näiteks patentide moel kaitsta, on oluliselt piiratum võrreldes tööstussektoriga ning seetõttu avatud imitaatoritele (alaptk 1.5). Lisaks on turu väiksus täna oluliselt piiramas ettevõtete arengut ning võimalust teadusmahukate teenustega välja tulla.⁸⁵

Selleks, et *AmI* visioon lähimal kümnendil realiseeruks, on vaja ellu viia palju täiendavat teaduslikku uurimist ja tehnoloogilist arendustööd erinevates valdkondades. (Joonis 10)

Joonis 10. Olulisemad väljakutsed ning teaduslikud uurimissuunad.



Allikas: IST Advisory Group, *Grand Challenges in the Evolution of the Information Society*, 2004, <ftp://ftp.cordis.lu/pub/ist/docs/fet/7fp-pre-6.pdf>, 11.

Projekti FISTERA (*Thematic Network on Foresight on Information Society Technologies in the European Research Area*) raames on ära hinnatud ligikaudu 100 infotehnoloogilise komponendi või süsteemi areng aastani 2020 läbi nelja tahu: tehnoloogia, selle funktsionaalsus, seonduvad teenused ning „ümbritsev tehisintellekt”.⁸⁶

Täiendavaks, ent äärmiselt oluliseks on kujunemas teaduse ja õpetamise senisest interdistsiplinaarsem iseloom. Nii näiteks hinnati Euroopa tasandil *Career Space* projekti⁸⁷ raames infotehnoloogia valdkonna õppekavasid kutsekirjelduste taustal. Olulise probleemina toodi välja, et infotehnoloogia õppekavad on alguse saanud traditsionaalsetest õppe- ja teadusharudest – füüsilisest ja inseneriteadustest ühelt poolt ning matemaatikast ja informaatikast teiselt poolt – ehkki tänapäeva tööstuse vajadused eeldavad sünteesi mõlemast valdkonnast ning

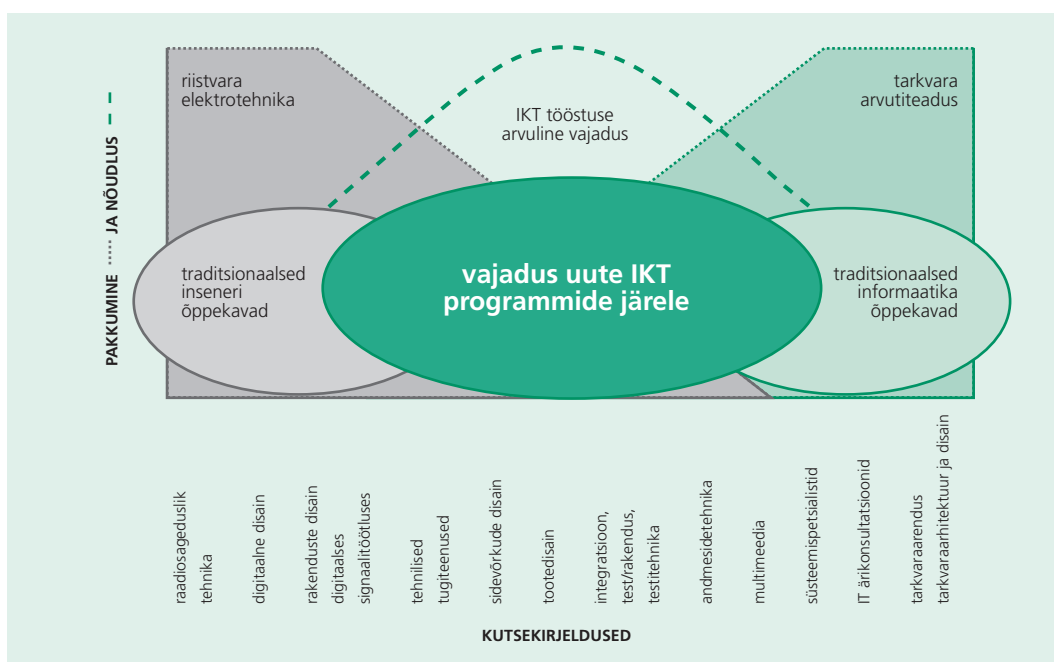
⁸⁵ Rainer Kattel ja Tarmo Kalvet, *Teadmistepõhine majandus ning infotehnoloogiaalane haridus: hetkeolukord ning väljakutsed haridussüsteemile aastani 2008*, Poliitikauringute Keskus PRAXIS, 2005.

⁸⁶ *Key European Technology Trajectories*, Telecom Italia Lab, 2003, <http://fistera.jrc.es/docs/D2&appendix.pdf>; interaktiivne töövahend on leitav: <http://fistera.telecomitalialab.com/#>.

⁸⁷ *Career Space* on Euroopa Komisjoniga partnerluses töötav konsortsium maailma juhtivatest info- ja kommunikatsioonitehnoloogia valdkonna ettevõtetest – BT, Cisco Systems, IBM Europe, Intel, Microsoft Europe, Nokia, Nortel Networks, Philips Semiconductors, Siemens AG, Telefonica S.A., Thales ja Euroopa Info- ja Kommunikatsioonitehnoloogiatootuse Assotsiatsioonist (EICTA). Vt <http://www.career-space.com/>.

enamatki. Kuna tänapäeva infotehnoloogia firmad mitte ainult ei tooda, installeeri ja hoolda infotehnoloogia vahendeid ning süsteeme, vaid peavad olema kursis ka äriprotsessidega ning suutelised vastavaid vahendeid selles kontekstis näha, siis tuleb lisaks inseneriteaduslikule kui ka informaatikaalasele taustale olla valmis muid valdkondi hõlmavateks lähenemiseks – seega on vaja nii traditsionaalseid inseneriteaduslikke ja informaatikale orienteeritud õppekavasid kui ka nimetatud mõlemat valdkonda ühendavaid ning interdistsiplinaarsemaid kavasid.⁸⁸ (Joonis 11)

Joonis 11. IKT tööstuse vajaduste kutsekirjeldused võrrelduna olemasolevate ja vajatavate õppekavadega.



Allikas: *Curriculum Development Guidelines, New ICT Curricula for the 21st Century Designing Tomorrow's Education*, Career Space and International Co-operation Europe Ltd, 2001, <http://www.career-space.com/cdguide/serv2.htm>.

2.3. Biotehnoloogia

Biotehnoloogia võimalikust mõjust rääkides kasutatakse laialdaselt biotehnoloogia jagamist nn roheliseks, punaseks ja valgeks biotehnoloogiaks, tähistamaks vastavalt põllumajandusega (nt ilmastikukindlamad taimed), meditsiiniga (nt efektiivsemad ravimid) ning töötleva tööstusega (nt ensüümid plastiku tootmiseks) seonduvat biotehnoloogiat.

⁸⁸ Vt pikemaks käsitluseks Rainer Kattel ja Tarmo Kalvet, *Teadmistepõhine majandus ning infotehnoloogiaalane haridus: hetkeolukord ning väljakutsed haridussüsteemile aastani 2008*, Poliitikauuringute Keskus PRAXIS, 2005.

2.3.1. Punane biotehnoloogia

Viimane inimene – just nii pealkirjastab Gregory Stock oma 2002. aastal ilmunud kõmu tekitanud raamatu *Redesigning Humans* esimese peatüki.⁸⁹ Stocki arvates on paratamatu, et biotehnoloogia poolt pakutavad võimalused inimest geneetiliselt muuta ja „parandada“ (nn *germline engineering* ehk ka tulevase põlvkondi mõjutavad muutused) leiavad varem või hiljem kasutust, küsimus on ainult selles, millal ja kelle poolt. Tänapäevased põlvkonnad seisavad posthumaanse tuleviku lävel.⁹⁰ Biotehnoloogia täna veel aimatavad võimalused (näiteks ravida vähki või taastoota organeid) on olemuslikult nii suured ja vajadus nende järele võimalikust majanduslikust kasust rääkimata nii ilmne, et väga keeruline on näha arenguga kaasnevaid ohtusid, mille vastu üks esimesi bioetikuid, Daniel Callahan, soovitab: kerida tagasi tehnoloogiline areng.⁹¹

Kuivõrd biotehnoloogia rakendamisel on tegemist palju keerukama protsessiga kui pelgalt elusorganismide geneetilise plaani muutmisega,⁹² on sedavõrd keerukam ka kogu punase biotehnoloogiaga seonduv avalik poliitika, mis arusaadavalt peaks siin – arenguprioriteetide, standardite jms üle otsustades – väga suurt rolli mängima.⁹³

Biomeditsiiniga seonduv biotehnoloogia on Eestis kindlasti kõige tuntum, kuna Eesti peamine biotehnoloogiline nii teaduslik kui ettevõtlusalane kompetents just selles valdkonnas asub. Laiemale üldsusele on see valdkond läbi Geenivaramu tuntuks saanud. Rahvusvahelisel tasemel on punase biotehnoloogia sageli huviorbiiti tõstnud püsivalt terav debatt kloonimise, tüvirakkude jms üle. Samuti on punane biotehnoloogia tugevalt esindatud arenenud riikide majandustegevuses: näiteks on punasel biotehnoloogial suur osa USA biotehnoloogiaalases majandustegevuses,⁹⁴ kus biotehnoloogiaga on seotud kuni 46% farmaatsiatööstuse innovaatsilisusest.⁹⁵

Kui 1970ndatel tekkinud punane biotehnoloogia kasutas suuresti olemasolevat teadmist proteiinide toimest, siis tänaseks on see potentsiaal juba ära kasutatud – täna tuleb esmalt leida proteiin, mis on seotud ühe või teise haigusega. Siin on oluline osa genoomikal, proteoomikal, transkriptoomikal, interaktoomikal, farmakogenoomikal jne, mis kõik põhinevad proteiinide jms katalogiseerimisel ja süstematiseerimisel.⁹⁶

Seega järgib biotehnoloogia paradigma muutust haigustega toimetulemisel, liikudes personaalse ja ennetava meditsiini poole, mis põhineb geneetilistel uuringutel ja ravimisel innovaatiliste ravimitega. Enim toetab sellist radikaalset muutust farmagenoomika, mis kasutab ravimi leidmiseks ja koostamiseks informatsiooni inimese genoomi kohta. Tüvirakkude uuringud ja ksenotransplantatsioon pakuvad võimalusi kudede ja organite taastootmiseks, et ravida selliseid tagasipöördumatuid haigusi ja kahjustusi, põhjustatud insuldi, Alzheimer'i ja Parkinson'i tõve, põletuste ning selgroolüli vigastuste poolt.⁹⁷

Eelpool tulenevast on Joonisel 12 välja toodud punase biotehnoloogia peamised arengusuunad, millele juhtivad vastava valdkonna ettevõtted enim panustavad.

⁸⁹ Gregory Stock, *Redesigning Humans. Our Inevitable Genetic Future*, Boston/New York: Houghton-Mifflin, 2002.

⁹⁰ Vt Frances Fukuyama, *Our Posthuman Future. Consequences of the Biotechnology Revolution*, New York: Farrar, Straus and Giroux, 2002.

⁹¹ Daniel Callahan, *False Hopes. Overcoming the Obstacles to a Sustainable, Affordable Medicine*, New Brunswick, NJ and London: Rutgers University Press, 1999.

⁹² Sónapaari „geneetilised muutused“ ümbritseb hulgaliselt müüte (mida kõike ei ole võimalik teha), bioloogiline reaalsus on paratamatult aga märksa keerulisem ning geenide põhjuslik roll organismi arengus piiratud. Vt näiteks Evelyn Fox Keller, *The Century of the Gene*, Cambridge, MA and London: Harvard University Press, 2000, 133-148; edasi Michael Morange, *The Misunderstood Gene*, Cambridge, MA and London: Harvard University Press, 2000; ja Matt Ridley, *Nature via Nurture. Genes, Experience and What Makes Us Human*, London: Fourth Estate, 2003.

⁹³ Vt spetsiifiliselt farmakogeneetikaga seonduvatele eetilistele väljakutsetele pühendatud Nuffield Council on Bioethics, *Pharmacogenetics. Ethical Issues*. London: Nuffield Council on Bioethics, 2003.

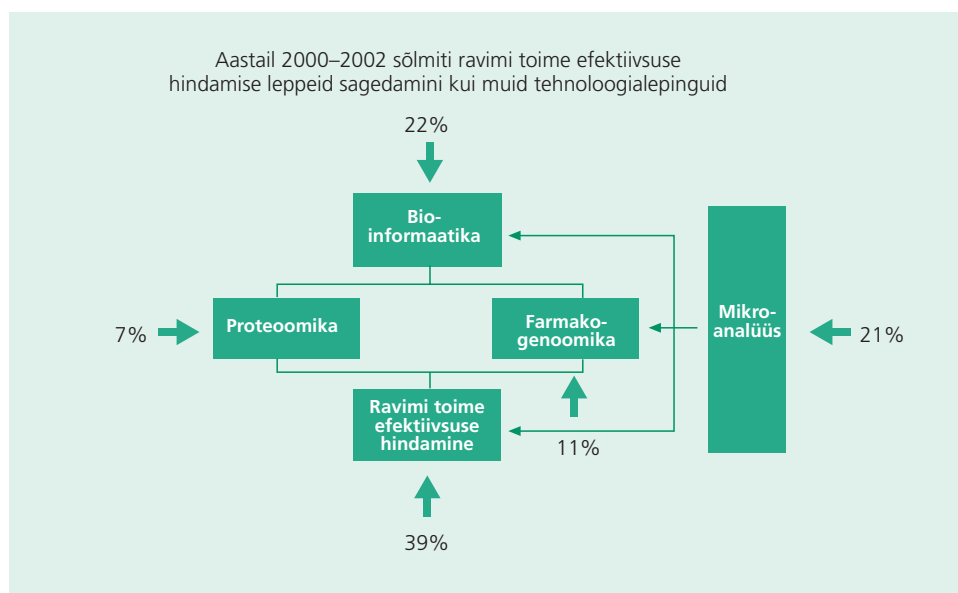
⁹⁴ *A Survey of the Use of Biotechnology in US Industry*, U.S. Department of Commerce, Technology Administration, Bureau of Industry and Security, 2003, http://www.technology.gov/reports/Biotechnology/CD120a_0310.pdf.

⁹⁵ European Commission, *Third European Report on Science and Technology Indicators*. Brussels: European Commission, 2003, 376.

⁹⁶ Väga hea ja lühikese ülevaate annab *The Economist*, „Survey: Biotechnology“, 27.03.2003, http://www.economist.com/science/displayStory.cfm?story_id=1647556.

⁹⁷ *Life sciences and biotechnology — A strategy for Europe*, Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the Economic and Social Committee and the Committee of the Regions, European Commission, 2002, 10-11.

Joonis 12. 20 juhtiva farmaatsiafirma litsentseerimisstrateegiad, 2000-2002.



Allikas: *Licensing Strategies. Benchmarking Analysis of the Top 20 Pharmaceutical Companies*, Datamonitor, 2003.

2.3.2. Roheline biotehnoloogia

Rohelise biotehnoloogia all mõistetakse tavaliselt geneetiliselt muundatud (GM) põllumajandustooteid ja toiduaineid.⁹⁸ Kui meditsiiniga seonduv biotehnoloogia on eelkõige arenenud riikides ja eriti majandustegevuses tugevalt esindatud, siis roheline biotehnoloogia on püsinud Eestis üsna märkamatuna tagaplaanil, samas on ühiskondlik debatt selle ümber mitte ainult arenenud riikide, vaid vähemalt sama tugevalt arenguriikide pärusmaaks.

Kui biomeditsiin on seni üksnes neelanud tohutuid investeeringuid ilma kuigi palju tagasi toomata, mis on omakorda muutnud investoreid viimastel aastatel üsna närviliseks, siis olukord põllumajanduslikus biotehnoloogias on radikaalselt teistsugune.

2002. aastal oli GM põllumajandustoodete turu mahuks kokku 4 miljardit USD ning GM põllumajanduse kasutuses 4% maailma haritavast põllumaast.⁹⁹ Kui 2001. aastal oli maailmas GM all kokku 50 miljonit hektarit, siis ainult 12 000 sellest Euroopas.¹⁰⁰ USA on GM eksportimisel selgelt domineerival positsioonil ja avaldab näljahäda leevendada lubades arengumaadele aktiivselt survet GM põllumajandustoodete laiemaks kasutuselevõtuks. Pooled maailmas kasvatatavatest sojaubadest ongi geneetiliselt modifitseeritud, kusjuures 2/3 GM sojaubadest kasvatatakse vaestes riikides.¹⁰¹

Rohelisest biotehnoloogiast rääkides tuleb eristada kahte probleemide valdkonda: tehnoloogiline (bioloogiline) uute elusorganismide tootmine või olemasolevate drastiline muutmine ja põllumajandussaaduste tööstuslik tootmine. Esimene valdkond puudutab eelkõige tehnoloogilisi lahendusi ja nende eetilist vastuvõetavust

⁹⁸ Vt Daniel Charles, *Lords of Harvest. Biotech, Big Money and the Future of Food*, Cambridge, MA: Perseus, 2001.

⁹⁹ Siinjuures vt võrdluseks ka Princetoni Ülikooli hinnanguid, milles 2002. a GM põllumajandustoodete turu mahuks pakutakse 17 miljardit USD, *Genes, Trade and Regulation: The Seeds of Conflict in Food Biotechnology*, Princeton University Press, 2003, <http://www.pupress.princeton.edu/titles/7665.html>.

¹⁰⁰ *Life sciences and biotechnology — A strategy for Europe*, Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the Economic and Social Committee and the Committee of the Regions, European Commission, 2002, 11. Sammudest Euroopa Liidu ja Suurbritannias GM kommersialiseerimise võimaldamisel vt vastavalt „Seventeen GM varieties approved but coexistence decision postponed”, *EurActive.com*, 09.09.2004, <http://www.euractiv.com/Article?tcmmuri=tcmm:29-129877-16&type=News> ja „Britain gives go-ahead for first GM crop”, *NewScientist.com news service*, 09.03.2004, <http://www.newscientist.com/news/news.jsp?id=ns99994754>.

¹⁰¹ “Survey: Biotechnology”, *The Economist*, 27.03.2003, http://www.economist.com/science/displayStory.cfm?story_id=1647556.

ning keskkonnasõbralikkust. Teine valdkond on aga seotud majandusarengu dünaamika ja turukonkurentsi probleemidega: ühelt poolt rahvusvaheliselt erinevad regulatsioonid, mis tekitavad barjääre ja liigseid kulutusi GM-toodete sisenemisele uutele turgudele,¹⁰² ja teisalt küsimus kas ja kuidas kaitsta põllumajandustoodete innovatsiooni. See küsimus muutub eriti teravaks arengumaade ja vaesuse kontekstis, kus väga sageli kuuluvad põllumajandustoodete tootmise õigused rikkale Läänele, samas kui suur osa kasutajatest on arenguriigid.

Põllumajandustoodete innovatsiooni paradoks seisneb selles, et kui põllumees ostab näiteks uue teraviljasordi, mis on küll kohandatud spetsiifiliselt Eesti ilmastikutingimustele, võib ta seda oma äranägemise järgi külvata, järgmisteks aastateks hoida jne. Edasimüümine jms tähendaks aga otsest kahju antud imaginaarse teraviljasordi aretajale. Samas on moderne põllumajandus sunnitud epideemiatega jms tõttu oma tooteid üha uuendama.¹⁰³ Uute põllumajandustoodete kaitseks 1961. aastal ellukutsutud *Union pour la Protection des Obtentions Végétales* (www.upov.int), mille liige Eesti alates 2000. aastast on, kehtestab rahvusvahelisele patendisüsteemile sarnase korra. 1994. aastast on kõik WTO liikmed kohustatud rakendama UPOVile omast seadusandlust. Kuivõrd antud arendustegevus toimub sisuliselt ainult Euroopa ja USA suurfirmades,¹⁰⁴ on rahulolematust ning erinevad interpretatsioonid paratamatud.

Tehnoloogia areng on antud probleemi aga hoopis keerulisemaks teinud, kasutades ära looduse mitmekesisust ning tuues mängu hübriidiseerimise – kus uue põlvkonna taimed on omakorda uute omadustega. Kuna vastav tehnoloogia oma kõrgema raskusastme tõttu piirab kasutust, siis puudub siin vajadus igasuguste kokkulepete vms jaoks. Biotehnoloogia aga võimaldab põhimõtteliselt ka nende taimede geneetilist muutmist, mis looduslikult ei alluks hübriidiseerimisele, luues seega võimalusi nn *genetic use restriction technology* (GURT) kasutuselevõtuks. Lihtsustatult tähistab see taimedele geneetiliselt selliste omaduste lisamist, mis teeb nende korduvkasutamise võimatuks.¹⁰⁵

Kuigi täna GURTe veel ei kasutata, on ometigi nende kasutuselevõtt väga tõenäoline, kuna sellega laheneks suuresti põllumajandustoodete arendustegevuse paradoks. See toob aga ilmselt kaasa ka selle, et erasektori osa põllumajandusalas arendustegevuses kasvab väga palju, mis omakorda tähendab hindade kasvu ning avaliku sektori kontrolli vähenemist. **Arengu- ja arenevate riikide seisukohalt on ilmselt üsna tõenäoline ka senise põllumajandusliku teadus- ja arendustegevuse tugev kahanemine, kui ei suudeta biotehnoloogiaga kaasas käia.**¹⁰⁶

Kokkuvõtvalt nähakse biotehnoloogia potentsiaali põllumajanduses eelkõige keskkonnasõbralikumas tootmisprotsessis ja kvaliteetsemas toiduaine tootmises. Esimese puhul võib geneetiliselt muundatud taimedel lähitulevikus olla väga suur roll. Üheks selliseks näiteks on 1990-ndatel loodud transgeenne sojauba *Roundup Ready*, mis võimaldab põlluharimist kemikaalide ja ilma pideva ülesküündmiseta.¹⁰⁷ Põhimõtteliselt tähendab see võimalust (taas)muuta haritavat maad viljakaks ning seeläbi vähendada uusi metsavallutusi jne. Biotehnoloogia rakendust toiduaine tootmises nähakse paljudes arenguriikides lausa tervishoiualase küsimusena, kuivõrd GM võib tuua just nimelt maailma vaesematesse riikidesse oluliselt

¹⁰² Vt täpsemaks ülevaateks Thomas Bernauer, *Genes, Trade, and Regulation: The Seeds of Conflict in Food Biotechnology*, Princeton, New Jersey, USA: Princeton University Press 2003; *World agriculture: towards 2015/2030: Summary Report*, Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2002, <http://www.fao.org/docrep/004/y3557e/y3557e00.htm>.

¹⁰³ Kogu seda teemade valdkonda käsitleb ülevaatlukult Timothy M. Swanson, toim., *Biotechnology, Agriculture and the Developing World. The Distributional Implications of Technological Change*, Cheltenham, UK: Elgar, 2002.

¹⁰⁴ Vt Charles Spillane, "Agricultural biotechnology and developing countries: proprietary knowledge and diffusion of benefits", Timothy M. Swanson (toimetaja), *Biotechnology, Agriculture and the Developing World. The Distributional Implications of Technological Change*, Cheltenham, UK: Elgar, 2002, 67-134, 74-78.

¹⁰⁵ Vt Timothy Swanson, *Biotechnologies and developing world: how will the anticipated industrial changes in agriculture affect developing countries?* raamatus Timothy M. Swanson (toimetaja), *Biotechnology, Agriculture and the Developing World. The Distributional Implications of Technological Change*, Cheltenham, UK: Elgar, 2002, 3-21.

¹⁰⁶ Vt Timothy Swanson ja Timo Goeschl, *The impact of CURTs: agricultural R&D and appropriation mechanisms*, raamatus Timothy M. Swanson (toimetaja), *Biotechnology, Agriculture and the Developing World. The Distributional Implications of Technological Change*, Cheltenham, UK: Elgar, 2002, 44-66, 61.

¹⁰⁷ Jonathan, "Will Frankenfood Save the Planet?" *Atlantic Monthly*, October 2003, <http://www.theatlantic.com/issues/2003/10/rauch.htm>.

toitvamad ja tervislikumad toiduained. Samas on tehnoloogiliselt senise rohelise biotehnoloogia oluline puudus olnud selles, et sisuliselt on kõik uuendused suunatud tootjale ja mitte tarbijale. Nii on juba aastaid olnud võimalik toota vitamiinirikkamaid või tervislikemaid toiduaineid (näiteks vitamiinirikkamat riisi), samas aga tarbitakse arenenud riikides neid toiduaineid eelkõige töödeldud vormis, mistõttu on vitamiinide jms lisamine töötlemisprotsessis tunduvalt odavam.¹⁰⁸

Geneetiliselt modifitseeritud toiduainete teemat saadab kindlasti veel õige pikka aega Euroopas terav debatt. Ometigi võib hoopiski nn valge, tööstusele orienteeritud, biotehnoloogia muuta põllumajandust drastilisemalt kui roheline biotehnoloogia – eemale toidust ja hakata hoopis tööstusele toorainet tootma.¹⁰⁹

Mitmed firmad „disainivadki” juba loomi ja taimi, et teha neist terapeutiliste proteiinide „tehased”. Näiteks *GTC Biotherapeutics* (USA) kasutab transgeenseid kitsi monokloonsete antikehade tootmiseks;¹¹⁰ *Epicure* (USA) toodab antikehi kasutades maisi.¹¹¹ Mõlemad tehnoloogiad on väga palju odavamad kui bioreaktor ning nende tootmist on väga lihtne ja odav suurtesse mastaapidesse viia.¹¹²

2.3.3. Valge biotehnoloogia

Biotehnoloogia on juba mitmeid aastaid tegelenud erinevate rakenduste väljatöötamisega tööstuse jaoks. 1988. aastal lõi Taani firma Novozymes turule esimese transgeense ensüümi puhastusvahendite. Nagu Novozymes koduleht kuulutab “*Enzymes are the miracle workers of both nature and industry, changing the world into a better place to live.*”¹¹³ Tänapäeval on Novozymes maailma juhtiv ensüümitootja.¹¹⁴ Ensüümide poolt katalüüsitud protsessid on alati olnud palju efektiivsem moodus molekulide luua kui traditsiooniline keemia. Kuid alles nüüd on tehnoloogia areng võimaldamas teha ensüümide abil mitte ainult kalleid tooteid nagu ravimid, vaid ka laiatarbe kemikaale ning tõenäoliselt on ensüümide kõige paljutootavam kasutusala järgmisel kümnendil plastikud ja kütused.¹¹⁵

Biopolümeerid on eelkõige keskkonnasõbralikud, kuna nende tootmine sisuliselt ei oma mingisuguseid tagajärgi globaalsele kliimamuutusele. Samuti on need looduslikult lagunduvad (*biodegradable*) ja võimaldavad produktiivsust tõsta (vt juuresolevaid näiteid tekstiili ensüümide ja laiatarbekemikaalide kohta).¹¹⁶

¹⁰⁸ “Survey: Biotechnology”, *The Economist*, 27.03.2003, http://www.economist.com/science/displayStory.cfm?story_id=1647556.

¹⁰⁹ *Ibid.*

¹¹⁰ Vt <http://www.transgenics.com/>.

¹¹¹ Vt <http://www.epicure.com/>.

¹¹² “Survey: Biotechnology”, *The Economist*, 27.03.2003, http://www.economist.com/science/displayStory.cfm?story_id=1647556.

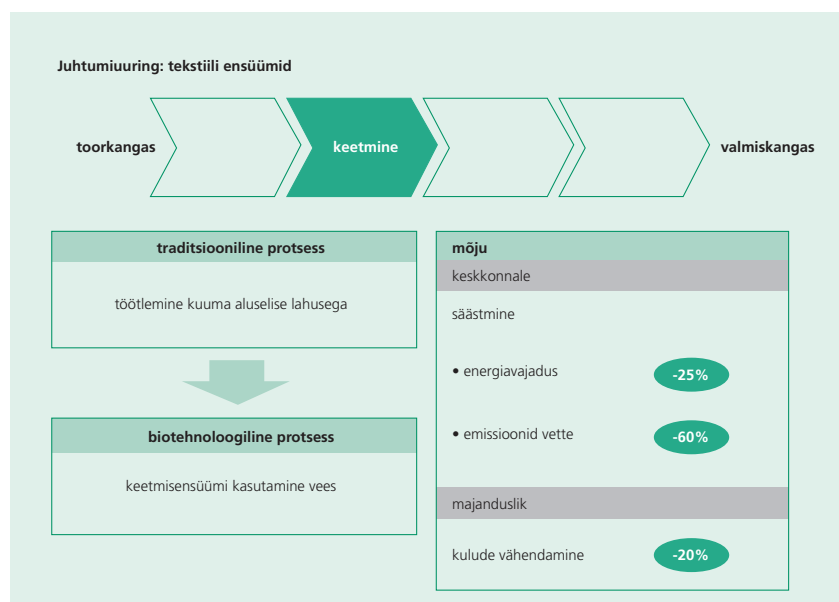
¹¹³ <http://www.novozymes.com/>. Vt ka “Sea of Dreams”, *The Economist*, 29.04.2004, http://www.economist.com/science/displayStory.cfm?story_id=2628644.

¹¹⁴ “Survey: Biotechnology”, *The Economist*, 27.03.2003, http://www.economist.com/science/displayStory.cfm?story_id=1647556.

¹¹⁵ Vt *White Biotechnology: Gateway to a More Sustainable Future*, EuropaBio, 2003, http://www.mckinsey.com/client-service/chemicals/pdf/BioVision_Booklet_final.pdf.

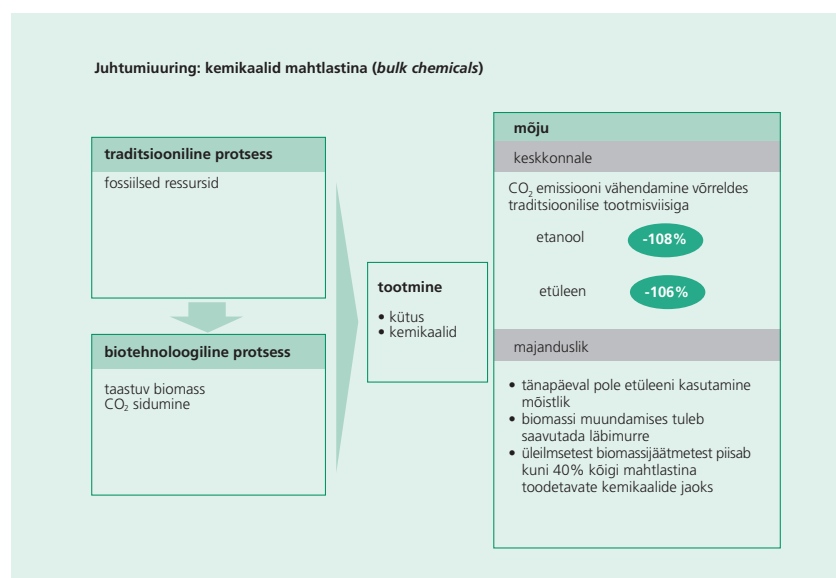
¹¹⁶ “Survey: Biotechnology”, *The Economist*, 27.03.2003, http://www.economist.com/science/displayStory.cfm?story_id=1647556. Vt ka National Research Council of Canada, *A Research Report of the Science and Technology Foresight Pilot Project: A Partnership of Federal S&T Organizations*, 2003.

Joonis 13. Tekstiili ensüümide produktiivsus.



Allikas: White *Biotechnology: Gateway to a More Sustainable Future*, EuropaBio, 2003, http://www.mckinsey.com/clientservice/chemicals/pdf/BioVision_Booklet_final.pdf.

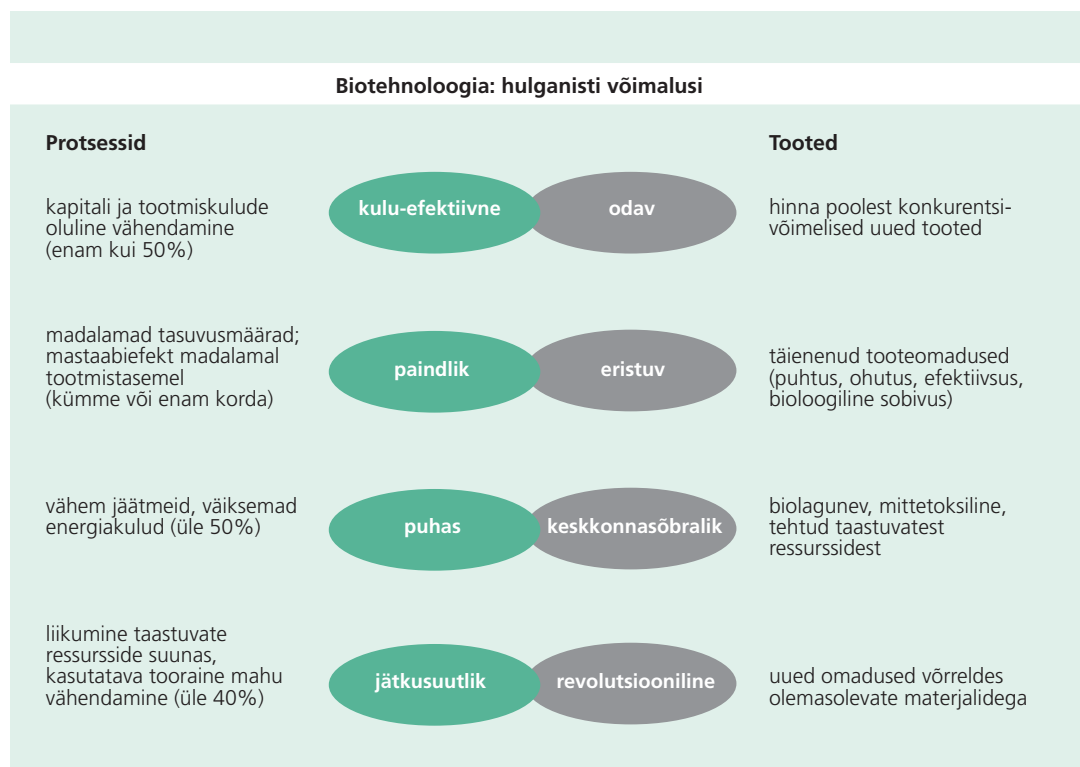
Joonis 14. Laiatarbekemikaalide produktiivsus.



Allikas: White *Biotechnology: Gateway to a More Sustainable Future*, EuropaBio, 2003, http://www.mckinsey.com/clientservice/chemicals/pdf/BioVision_Booklet_final.pdf.

Biotehnoloogia võimalused kulutusi kahandada ning keskkonnasäästlikemaid tootmistehnoloogiaid ning tooteid luua võivad aga viia ka revolutsioonini loodusressursi taaskasutamisel, mis võib kahandada loodusressursi kasutamist tööstuses kuni 40% (vt Joonis 15).

Joonis 15. **Biotehnoloogial põhinevad võimalused efektiivsemaks ja keskkonna-säästlikumaks tootmiseks.**

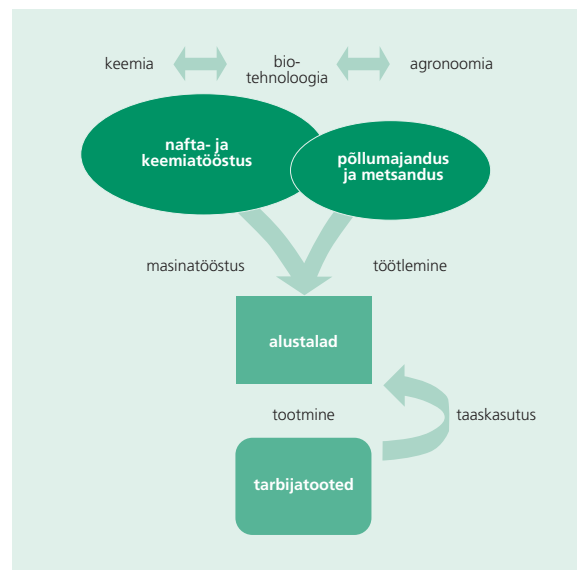


Allikas: Rolf Bachmann, Enrico Bastianelli, Jens Riese, and Wiebke Schlenzka, "Using plants as plants", *The McKinsey Quarterly*, 2000, 2, 92–99, <http://www.fractal.org/Life-Science-Technology/Publications/Using-plants-as-plants.htm>.

Kuna inimesed on üha teadlikumad ensüümide ja mikroorganismide poolt pakutavast, on tööstuslik keemia ajapikku aina enam mõjutatud biotehnoloogiast. Erinevalt aga praegusest keemiast võetakse uued saavutused omaks viivitamata.¹¹⁷ Oluline nii tehnoloogia arendamise kui ka majandusliku kasutamise seisukohast on siin asjaolu, et taaskasutatavatel looduslikel ressurssidel põhineval keemiatööstusel on vaja edukaks tegutsemiseks edusamme peale biotehnoloogia ka traditsioonilises põllumajanduses ja puidutööstuses. (Joonis 16)

¹¹⁷ "Survey: Biotechnology", *The Economist*, 27.03.2003, http://www.economist.com/science/displayStory.cfm?story_id=1647556.

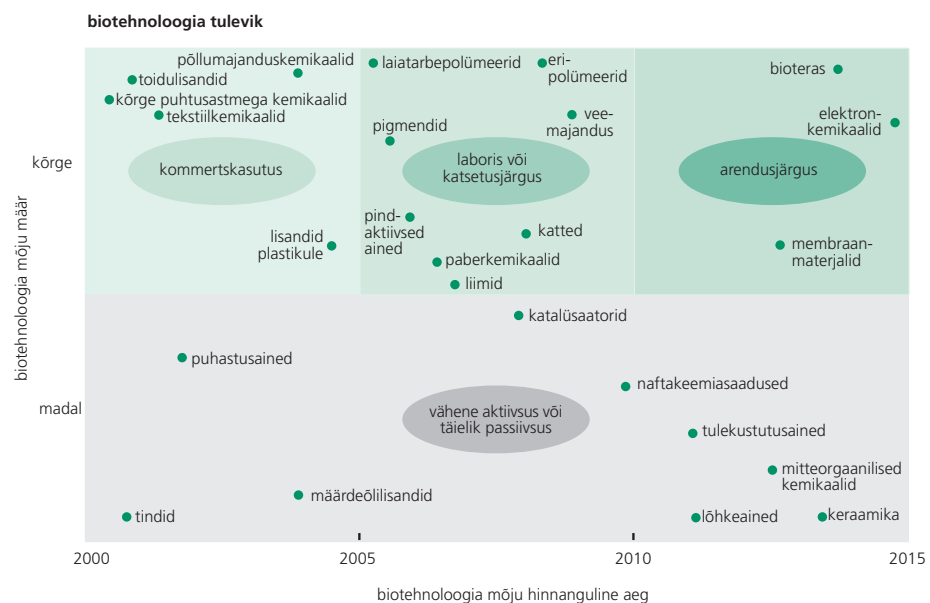
Joonis 16. Seos biotehnoloogia ja traditsiooniliste tööstusharude vahel.



Allikas: *The Technology Roadmap for Plant/Crop-based Renewable Resources 2020, Renewables Vision 2020*, Executive Steering Group, 1999, http://www.oit.doe.gov/agriculture/pdfs/technology_roadmap.pdf.

Joonis 17 annab ülevaate nii tänastest rakendustest, arendamisel olevatest toodetest kui ka tuleviku võimalikest toodetest ja rakendustest maailmas valge biotehnoloogia valdkonnas.¹¹⁸ USA keemiatööstus näeb ette paljusid biotehnoloogial põhinevaid uuendusi – nii toodete kui tehnoloogiate uusi rakendusvõimalusi – aastaks 2020.

Joonis 17. Biotehnoloogilise arengu hetkeseis ja tulevikupotentsiaal.



Allikas: Rolf Bachmann, Enrico Bastianelli, Jens Riese, and Wiebke Schlenzka, "Using plants as plants", *The McKinsey Quarterly*, 2000, 2, 92–99, <http://www.fractal.org/Life-Science-Technology/Publications/Using-plants-as-plants.htm>.

Joonis 18. Võimalikud arengud USA keemiatööstuses aastaks 2020.

Joonis 2-2. Uute materjalide turustusvõimalused (♦ Prioriteedid)

- Kulude poolest konkurentsivõimelised polümeerid ja komposiitpakendid alljärgneva tarbeks:
 - Transport ♦♦♦♦♦♦♦♦
 - Infrastruktuur ♦♦♦♦♦♦♦♦
 - Hübriidmaterjalid struktuurilistest nanomaterjalidest komposiitmaterjalideni ♦♦♦♦♦♦
 - Meditsiinilised/bioloogilised materjalid (implantaadid; elavad polümeermaterjalid; materjalid, mida on võimalik kombineerida bioloogiliste süsteemidega, läbipaistvad keemiliselt vastupidavad materjalid) ♦♦♦♦♦♦
 - Elektroonika/optoelektronika ♦♦♦♦
 - Trükkplaadid (odavamad, kõrge T_g, madal K)
 - Ultramadal dielektriline elektrisolatsioon ja vooluringid ♦♦♦♦
 - Kõrghoonete ehituskonstruksioonid ♦♦♦♦
 - Kiirem õli taaskasutus ♦
 - Klaasi asendusmaterjalid hoonetel ja autodel ♦
 - Lahutus madalamal rõhul (vee puhastamine, reoveekäitlus) ♦
 - Elektro-reoloogilised rakendused (nt kunstsüdamed, automaatsed ülekanded)
 - Soojusisolatsioonid
 - Kergekaalulised kiired masinad
 - Takistusega materjalid (põllumajanduslikud, pakendid)
 - Ballistiline vastupidavus
 - Madalad eluasemekulud / madalad sanitaarkulud
 - Elamud/ehitusmaterjalid
 - Kosmoses kasutatavad ehitusmaterjalid
- Paremad polümeertekstiilid (nt eesmärgiks võiksid olla looduslike kiudude, nagu villa, puuvilla ja siidiga võrreldavad tekstiilid, mida on lihtne kuivatada ja toota) ♦♦♦♦♦♦
- Kergekaalulised vooluallikad, energia salvestamine ja muundamine ♦♦♦♦♦♦
- Liimid, millega asendada tavalised metallitootmistehnoloogiad (struktuursed liimid neetide asendamiseks) ♦♦♦♦
- Kõrgtemperatuurilised membraanid ♦♦♦♦
- Suuremad tulekindlusega orgaanilised materjalid ♦♦♦♦
- Laiamastaabilised rakendused, nagu termopolümeeri elastomeerid (nt rehvid) ♦♦♦♦
- Kattmaterjalid (värv, kriimustuskindlus, dekoratiivsed, kaitsvad, suurem jõudlus, keskkonnasäästlikumad)
- Kattmaterjalid, mis ei eralda lenduvaid ühendeid
- Atmosfääri süsinikdioksiidi eraldamine
- Tugevad klaasjad kattmaterjalid vedelas olekus
- Biolagunevad polümeerid
- Fotoelektrilised ja elektrofotomaterjalid

Allikas: *Vision 2020 Chemical Industry of the Future. Technology Roadmap for Materials*, Materials Technology Committee, 2000, http://www.oit.doe.gov/chemicals/pdfs/materials_tech_roadmap.pdf.¹¹⁹

Eestis oli 1980ndatel mitmeid arenguid biotehnoloogia enda jaoks ensüümide loomisel, sh immobiliseeritud ensüümide kasutuselevõtuks.¹²⁰ Täna tööstuslikku tootmist, seega ka väljundit ei ole. Samas on see maailmas (ensüümid testkomplektide jaoks, ensüümid biotehnoloogiliseks konversiooniks, tärglase modifitseerimine, keskkonnatehnika ensüümid kui ravimid – näiteks seedimist soodustavad jms) laialt levinud. On kaks suunda – puhtad ensüümid-kemikaalid ja mitmed segud, kus toimub selektiivne konversioon. Viimased on odavamad ja kulutused tootmisele väiksemad (nt kasutamiseks puhastamis/lahutamisprotsessides, mis reeglina vähetootlikud). Kallid sobivad ravimitööstuseks.

Fermentatsiooni tehnoloogia on ka Eestis kasutusel, peamiselt toiduainetööstuses: piimhappelise kääritamise protsessid (jogurt, hapupiimatooted – kui just happega ei koaguleerita, köögiviljade hapendamine jms) ning üldiselt leiva, õlle, veini ja piirituse tootmine. Samuti söötade valmistamine – sileerimine, sööda- ja toidulisandid jms. Maailmas kasutatakse lisaks probiootikumide valmistamise tsükliks ja ravimitootmise (antibiootikumid) toorme mikrobioloogilist sünteesi, mitmete rakusiseste komponentide tootmiseks on aga spetsiifilised valgud jne.

¹¹⁹ Vt ka *Technology Vision 2020. The U.S. Chemical Industry*, American Chemical Society et al., 1996, <http://membership.acs.org/I/IEC/docs/chemvision2020.pdf>.

¹²⁰ Autorid tänavad Andres Jagomäe järgneva informatsiooni eest.

2.4. Nanotehnoloogia

Kuigi nanotehnoloogia¹²¹ on selle nime all üsna noor teadus- ja tehnoloogiavaldkond, pärinevad inimkonna varaseimad teadaolevad nanotehnoloogiaalased edusammud soovitud omadustega materjalide loomisel 9. sajandist, mil Kalifaadi pottsepad löid tehnoloogia mitmevärviliste lühtrite valmistamiseks. Kalifaadi valduste laienedes levis see tehnoloogia veel keskajal Egiptusesse, Pärsiasse, Andaluutiasse, 15. sajandil ka Itaaliasse.¹²²

Tänapäevane teadus teab, et nanomeeterskaalas tegutsemisel ilmutavad nii süsinik, kuld kui paljud muud ained senitundmatuid uusi omadusi. Mõni aine osutub valgust või elektrit juhtivaks, teine muutub mehhaanilistele vigastustele isegi teemantist vastupidavamaks, kolmas osutub keemilistes reaktsioonides oluliseks katalüsaatoriks. Mis veelgi tähelepanuväärsem, ka suhteliselt väike doos nanoosakesi võib muuta märksa suuremate ainete või organismide omadusi ja käitumist – molekuli suurustest elektroonikaseadmetest üliefektiivsete kütuseelementideni vmt.

Nanotehnoloogia (potentsiaalne) revolutsiooniline tähendus teaduse ja majanduse jaoks tuleneb eelkõige kolmest asjaolust:

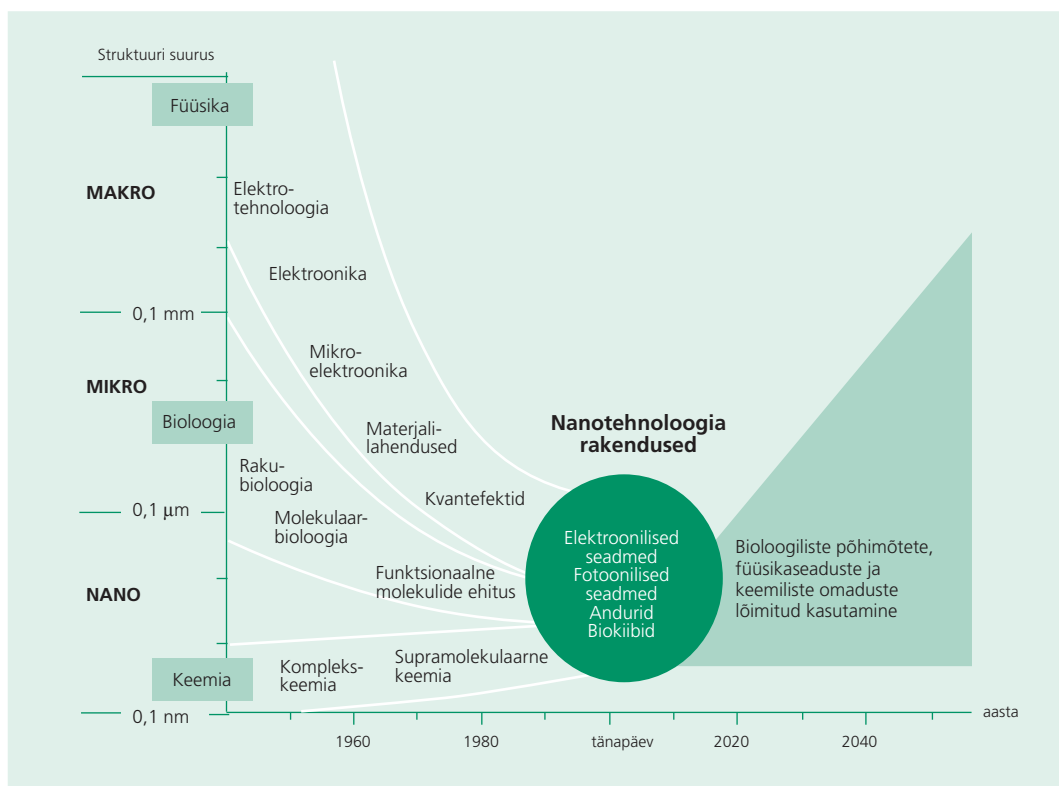
- 1) Nanotehnoloogia(te) (loodetav) võime ja oskus käsitleda nii anorgaanilisi kui orgaanilisi aineid ja materjale aatomite ja molekulide tasandil, luues nii võimalusi täiesti uute või (kvalitatiivselt) uute omadustega materjalide tekkeks. Nanotehnoloogia omab potentsiaali muuta kogu meid ümbritsevat orgaanilist ja anorgaanilist maailma.
- 2) Nanotehnoloogia on oma olemuselt multidistsiplinaarne: nanotasandil töötamine tähendab nii füüsika, keemia, bioloogia kui ka arvutiteaduse sulandumist. Seega on nanotehnoloogia ja selle erinevate rakenduste arenguks paratamatult vaja multidistsiplinaarset teadust ja õpet.¹²³ See tähendab aga kogu tänase teadus- ja haridussüsteemi massiivset muutust. Laiemalt võib see tähendada ka seda, et järgmine tehnoloogiline revolutsioon algab just nimelt erinevate teaduste ja tehnoloogiate konvergensist. (Joonis 8; pikemalt ptk 2.5)
- 3) Kui nanotehnoloogia osutub majanduslikult kasulikuks tegevuseks – ja ülalmainitud asjaolud annavad selleks küllaga põhjusi –, siis on tõenäoliselt paratamatu ka see, et nanotehnoloogia enda areng toob massiivsed muutused majandusse, haridusse ja seega ka ühiskonna sotsiaalsesse ülesehitusse.

¹²¹ Nanotehnoloogia käsitleb struktuure mõõtskaalas 0,1 (aatom) kuni 100 nanomeetrit (väga suured molekulid). 1 nm = 10⁻⁹ m ehk 0,000000001 meetrit. Nanotehnoloogia defineerimisest tänases tähenduses vt Wolfgang Luther (toimetaja), *Industrial Application of Nanomaterials – Chances and Risks*, VDI, Technology Center, Future Technologies Division, 2004, <http://www.zukunftstechnologien.de/11.pdf>, 5-7. Vt ka „Nanotechnology and the Developing World”, *PLoS Medicine*, 12.04.2005, <http://medicine.plosjournals.org/perlserv/?request=get-document&doi=10.1371/journal.pmed.0020097>.

¹²² Kalifaat, pealinnaga esmalt Mediinas ja 762. aastast Bagdadis, oli keskajal maailma suurimaid ja arenenumaid riike. 1258. aastal vallutasid Bagdadi mongolid ja Kalifaat lakkas olemast. Kõnealuse tehnoloogia kohta põhjalikumalt vt Cipriano Piccolpasso, *Li tre libri dell'arte vasaio*, 1557; „The oldest known nanotechnology dates back to the 9th century!”, CNRS Institut des Sciences Chimiques Seine-Amont, 22.03.2004, <http://www.newmaterials.com/news/680.asp>.

¹²³ Vt näiteks M. C. Roco ja W. S. Bainbridge, „Converging technologies for improving human performance: integrating from the nanoscale”, *Journal of Nanoparticle Research*, 4, 2002, 281-295, 282; ja Greg Tégart, „Nanotechnology. The Technology for the 21st Century”, <http://www.nistep.go.jp/IC/ic030227/pdf/p2-3.pdf>; aga ka Joachim Schummer, „Multidisciplinarity and Interdisciplinarity in Nanoscale Research”, 2001, http://nanomr.dd6310.kasserver.com/downloads/s1/schummer_paper_final.pdf.

Joonis 19. Füüsika, bioloogia ja keemia kohtuvad nanotehnoloogias.



Allikas: VDI, Technology Center, Future Technologies Division, kättesaadav Greg Tegart, *Nanotechnology. The Technology for the 21st Century*, 2003, <http://www.nistep.go.jp/IC/ic030227/pdf/p2-3.pdf>.

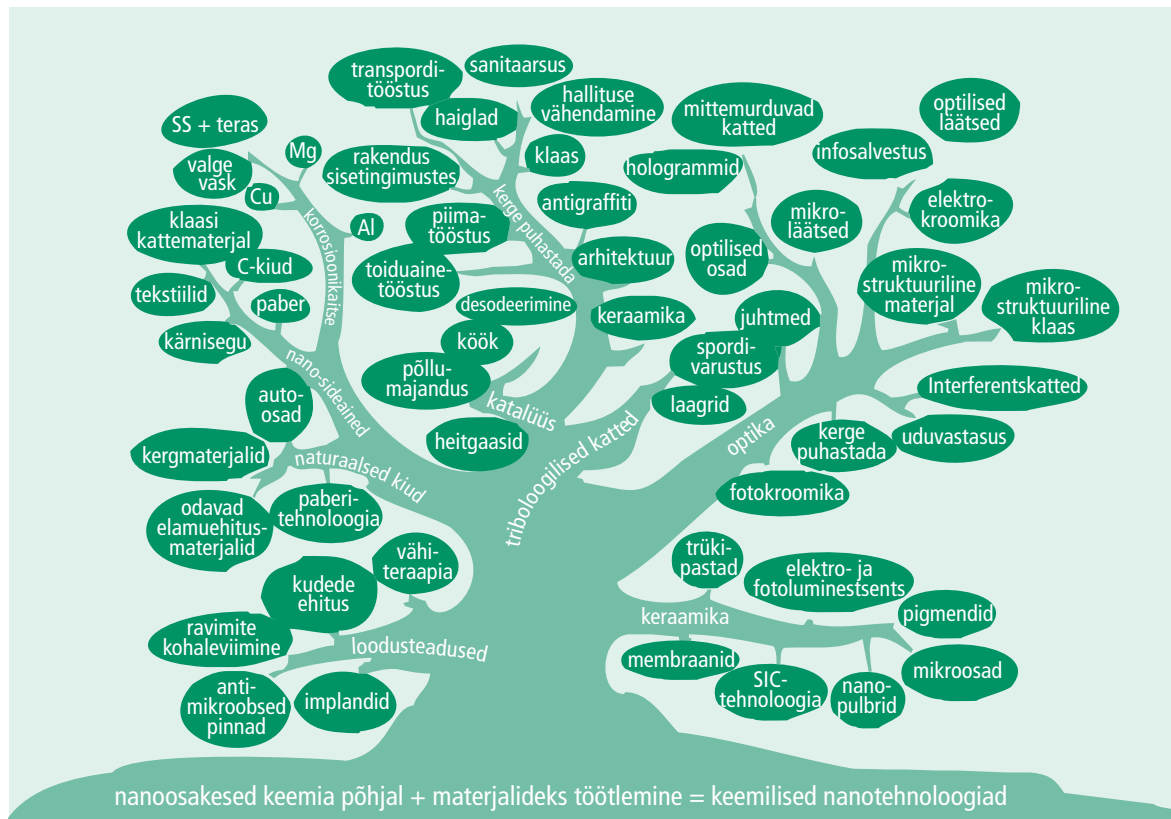
Nanotehnoloogia potentsiaal luua äärmiselt vastupidavaid, täna isegi ettekujutamatu omadustega materjale, on kõigest üks oluline nanotehnoloogia arengu majanduslikke põhjuseid, ehkki ka siin on nanotehnoloogia võimalused ääretult suured.¹²⁴ Joonis 20 illustreerib nanotehnoloogia võimalikku mõju erinevatele tehnoloogiatele ja majandusvaldkondadele.

Teine ja täna ilmselt kõige radikaalsem, aga seetõttu ka utoopilisem põhjus on nanotehnoloogia potentsiaal luua nanoroboteid, universaalseid molekulaarseid masinaid, mis võivad muuhulgas ravida inimesi, taastada rakke ja muuta niimoodi vananemise tagasipööratavaks protsessiks; luua „personaliseeritud“ keemia- ja bioloogilisi relvi, mis ründavad ainult teatud markeritega inimesi, või luua koguni uusi bioloogilisi organisme.¹²⁵

¹²⁴ Vt pikemalt Wolfgang Luther (toimetaja), *Industrial Application of Nanomaterials – Chances and Risks*, VDI, Technology Center, Future Technologies Division, 2004, <http://www.zukuenftigetechnologien.de/11.pdf>, 7-10.

¹²⁵ Tegemist on nn sünteetilise bioloogiaga, vt näiteks Philip Ball, „Synthetic Biology for Nanotechnology“, *Nanotechnology*, 16, 2005, R1-R8; Jürgen Altmann, „Military Uses of Nanotechnology: Perspectives and Concerns“, *Security Dialogue*, 35, 2004, 61-79. Mõtteleitud taolistest universaalsetest robotitest kuuluvad nanotehnoloogia arengu juurde alates selle algusest, vt näiteks debatti Drexleri ja Smalley vahel http://www.kurzweilai.net/news/frame.html?main=news_single.html?id%3D2700; edasi ka <http://www.thenewatlantis.com/archive/4/soa/nanotech.htm>. Samas on täna võrdlemisi vähe eelretsenseeritud nanoteadust, mis seda valdkonda käsitleks, vt näiteks Ralph C. Merkle, „Molecular building blocks and development strategies for molecular nanotechnology“, *Nanotechnology*, 11, 2000, 89-99.

Joonis 20. Nanotehnoloogia potentsiaalne mõju teistele teadustele ja tehnoloogiatele.



Allikas: *New Dimensions for Manufacturing. A UK Strategy for Nanotechnology*, DTI, 2002, 17, <http://www.dti.gov.uk/innovation/nanotechnologyreport.pdf>.

Klassikaliselt lähenetaksegi nanotehnoloogiale kahel erineval viisil. Nn ülalt-alla lähenemisviisi puhul üritatakse vähendada materjali struktuuri nanotasandile: sisuliselt tuuakse suurematest osakestest nanostruktuurid esile. Selline lähenemine on omane eelkõige mikroelektroonikast välja kasvavale nanoelektroonikale ja nanotasandi inseneriteadustele.¹²⁶ Alt-üles lähenemisviis tähendab seevastu üksikute aatomite ja molekulidega „manipuleerimist”. Selle lähenemisviisi eelduseks on aatomite ja molekulide iseeneslik või juhitud koondumine (*self-assembly*), mis võimaldabki luua nanoroboteid, molekulaarseid arvutusmasinaid jmt. Viimati kirjeldatud lähenemine on tegelikult oluliselt lähemal looduslikele keemilistele ja bioloogilistele protsessidele, kus aatomid ja molekulid koonduvad erinevateks struktuurideks nagu näiteks kristallid või rakk. Nii võiks ka öelda, et raku või lumehelbe moodustumine ongi looduslik nanotehnoloogia.¹²⁷

Mõneti ulmelisena mõjuvate tulevikuperspektiivide kõrval on nanotehnoloogia ometi ka juba täna majanduslik reaalsus. 2003. aastal oli kogu maailma majanduse nanotehnoloogiliste materjalide jms tarbimine 7,6 miljardit USA dollarit ja arvatavasti kasvab see 30% igal aastal.¹²⁸

See tähendab, et 10-15 aastaga peaks nanotehnoloogiline tööstuslik tootmine ületama triljoni dollari piiri ning nanotehnoloogiat tundva tööjõu vajadus kasvama ligi 2 miljoni inimeseni.¹²⁹

¹²⁶ Vt näiteks *New Dimensions for Manufacturing. A UK Strategy for Nanotechnology*, DTI, 2002, 16, <http://www.dti.gov.uk/innovation/nanotechnologyreport.pdf>; ja ka *Vision 2020: Nanoelectronics at the centre of change: A far-sighted strategy for Europe*, Report of the High Level Group, European Commission, 2004, http://europa.eu.int/comm/research/industrial_technologies/articles/article_1190_en.html.

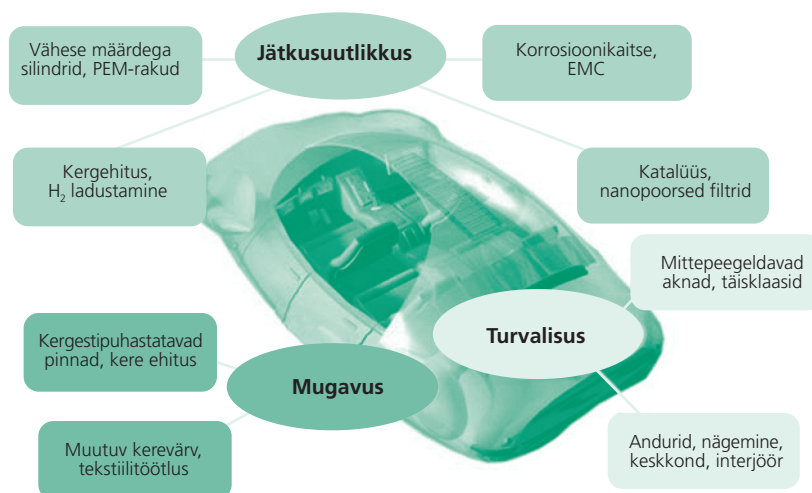
¹²⁷ *New Dimensions for Manufacturing. A UK Strategy for Nanotechnology*, DTI, 2002, 16, <http://www.dti.gov.uk/innovation/nanotechnologyreport.pdf>.

¹²⁸ *Nanotechnology: A Realistic Market Evaluation*, Business Communications Company, 2004, <http://www.bccresearch.com/advmat/GB290.html>.

¹²⁹ Mihail C. Roco, „Government Nanotechnology Funding: An international outlook“, *NSF Nanoscale Science and Engineering*, 2003, <http://www.nano.gov/html/res/IntFundingRoco.htm>.

Erinevate nanotehnoloogiliste lahenduste rakendusküpsust hinnates võib arvata, et nanotehnoloogilised lahendused jõuavad suure tõenäosusega esmalt just olemasolevasse tööstusesse. Joonis 21 näitlikustabki nanotehnoloogia võimalikku rolli autotööstuse uuendajana: vesinikkütuse kasutuselevõttu soodustavatest uutest hoidlatest ja korrosioonikindlastest pindadest kuni vastavalt omaniku soovile värvust muutva katteni vmt.

Joonis 21. Nanotehnoloogia kui traditsioonilise tööstuse uuendaja, NanoMobil.¹³⁰



Allikas: Volker Rieke ja Gerd Bachmann, „German innovation initiative for nanotechnology“, *Journal of Nanoparticle Research*, 6, 2004, 435-446, 437.

Sisulise tegevuse poolest on nanotehnoloogiat tänases arengujärgus võimalik grupeerida laias laastus kolmeks: materjaliteadus, elektroonika ja optoelektronika ning biomeditsiin.¹³¹ Tabel 1 toob omakorda kokkuvõtlikult ära ka kõigis neis valdkondades lähiaastail eeldatavalt kiiresti arenevad nanotehnoloogilised lahendused ja tooted, mis jõuavad õige pea turule, alates paremast päikeseenergia säilitamisest, erinevatest elektroonilistest displeidest ja isepuhastuvatest pindadest kuni nn „lab-on-a-chip“ diagnostiliste tehnoloogiateni.¹³²

Tabel 1. Nanotehnoloogia tänased kiiresti arenevad valdkonnad.

Materjaliteadus	Elektroonika ja optoelektronika	Biomeditsiin
- Süsiniku uued vormid - Kolloidkeemia vahenditega loodavad vantpunktid ja -traadid - Nanostruktuursete materjalide iseseisev montaaž	- Pooljuht-optoelektronika - Fotoonika - Mälu ja andmete varundamine - Uued meetodid andmete sisestuses ja väljastuses - Plastne elektroonika - Molekulaarne elektroonika - Uued käsitlused andmetöötuses	- Ravimite kohaleviimine - Koe konstrueerimine - Labor kiibil

Allikas: Stephen Wood, Richard Jones, Alison Geldar, *The Social and Economic Challenges of Nanotechnology*, ESRC, 2003, 10-17.

¹³⁰ NanoMobil on Saksamaa Teadus- ja Haridusministeeriumi üks nanotehnoloogia programme, <http://www.bmbf.de/de/1846.php>.

¹³¹ Vt nanomeditsiini visioonidest põhjalikumalt <http://www.nanomedicine.com>; Laura Mazzola, „Commercializing nanotechnology“, *Nature Biotechnology*, 21, 2003, 1137-1143; C. A. Haberzettl, „Nanomedicine: destination or journey?“, *Nanotechnology*, 13, 2002, R9-R13.

¹³² *New Dimensions for Manufacturing. A UK Strategy for Nanotechnology*, DTI, 2002, 23, <http://www.dti.gov.uk/innovation/nanotechnologyreport.pdf>.

Järgneva kümne aasta jooksul näeme ilmselt tooteid ja tehnoloogiaid nagu ravimite suunatud manustamine (*targeted drug delivery*), polümeerelektroonika, erinevad biomeditsiinilised sensorid patsientide tervisliku seisundi jälgimiseks, oluliselt tugevamate materjalide kasutamine erinevate tööriistade puhul, kunstlikult loodud organid ja implantaadid jne.¹³³ (Tabel 2) Mainimata ei saa jätta uusi nanotehnoloogial põhinevaid ravimeid, uusi kulusid kokku hoida võimaldavate ravimite tootmisviise või ka uusi ravimisviise (nt kirurgias). Sama olulised on ka uued võimalused energia ja looduslike ressursside (sh vesinikkütuse) tootmiseks.¹³⁴

Tabel 2. **Mõnede nanotehnoloogiliste võimaluste arvatav realiseerumine.**

3 aasta pärast
Selektiivsed bio-nanosensorid
Ravimite kohaleviimissüsteemid
Nano-elektroonika pisikestel ränipõhistel seadmetel
Uudsed magnetspintroonika seadmed (spin-elektroonika)
Nanostruktuursed materjalid tööstuslike katalüsaatoritena
Nanomaterjalide põhised ise-puhastuvad pinnad
10 aasta pärast
Arenenud meditsiini-diagnostika
Suunatud inimese rakud organite raviks (e. taastamiseks)
Üheelektroonsed seadmed
Optiline andmetöötlus
Portatiivsed kütteelemendid ja arenenud patareid
Kunstlik fotosüntees

Allikas: Greg Tegart, „Nanotechnology. The Technology for the 21st Century“, 2003, <http://www.nistep.go.jp/IC/ic030227/pdf/p2-3.pdf>.

Kui me vaatame erinevate riikide või maailmajagude tänaseid positsioone nanotehnoloogias nii avaliku sektori finantseerimise kui ka publikatsioonide ja patentide järgi, siis kõigis neis valdkondades on juhtpositsioonil eelkõige USA, Lääne-Euroopa ja Jaapan.¹³⁵

¹³³ Vt ka *Nanoscience and Nanotechnologies: opportunities and uncertainties*, Royal Academy of Engineering, Royal Society, 2004, <http://www.nanotec.org.uk/finalReport.htm>.

¹³⁴ Vt ka National Research Council of Canada poolt pakutud 10-15 aasta võimalikke perspektiive *A Research Report of the Science and Technology Foresight Pilot Project: A Partnership of Federal S&T Organizations*, National Research Council of Canada, 2003, 16.

¹³⁵ USA on ka poliitilise toetuse ja regulatsioonide poolest juhtiv riik, vt eelkõige <http://www.nano.gov/> ja <http://www.nsf.gov/home/crssprgm/nano/>; ülevaatlik hinnang senisele tegevusele on Mihhail C. Roco, „The US National Nanotechnology Initiative after 3 years (2001-2003)“, *Journal of Nanoparticle Research*, 6, 2004, 1-10.

Tabel 3. Globaalne avaliku sektori nanotehnoloogia-alase uurimis- ja arendustegevuse finantseerimine, miljonites USA dollarites.¹³⁶

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004***
Lääne-Euroopa	126	151	179	200	~225	~400	~650	~900
Jaapan	120	135	157	245	~465	~720	~800	~900
USA*	116	190	255	270	465**	697**	862**	960
teised	70	83	96	110	~380	~550	~800	~900
Kokku	432	599	687	825	1535	2367	3122	3660
% 1997 tasemest	100%	129%	159%	191%	355%	547%	722%	847%

Allikas: Mihhail C. Roco, „The US National Nanotechnology Initiative after 3 years (2001-2003)“, *Journal of Nanoparticle Research*, 6, 2004, 1-10, 2.

Maailma juhtivad tööstus- ja tehnoloogia riigid on tänaseks alustanud laiaulatuslike nanotehnoloogia programmidega, mis on suunatud nii alusuuringutele kui rakenduslikele võimalustele ning kommertsiaalsele kasutusele. Suure tõenäosusega näeme nanotehnoloogia olulist mõju tehnoloogiale ja majandusele alles 15-20 aasta pärast, ent eeldatavalt saab see mõju olema revolutsiooniline ja see ulatub põllumajandusest ning teistest traditsioonilistest tööstusharudest kõrgetehnoloogiani välja.

Samas on suuremahulised (enam kui 100 miljoni USA dollarilise eelarvega) nanotehnoloogia uurimis- ja arendusprogrammid ka juhtivates riikides täna väga noored. USA Rahvuslik Nanotehnoloogia Initsiatiiv (*National Nanotechnology Initiative*) kuulutati välja 2000. aastal. 2001. aastal järgnesid vastavad programmid Jaapanis ja Koreas, 2002. aastal Saksamaal ja Taiwanis.¹³⁷

Publikatsioonide ja patentide arvu järgi elaniku kohta on mitmetel Euroopa riikidel nanotehnoloogias väga soodsad positsioonid. Ka uued Euroopa Liidu liikmesriigid on osakaalu järgi kogu maailma nanotehnoloogia publikatsioonide arvu järgi (1997-1999. aastal) 50 kõige aktiivsema riigi hulgas. Eesti on seejuures 50. kohal.¹³⁸ (Tabel 4)

¹³⁶ 'Lääne-Euroopa' hõlmab nii Euroopa Liidu liikmesriigid kui Šveitsi; 'teised' hõlmab Austraalia, Kanada, Hiina, Kesk- ja Ida-Euroopa ja endised Jugoslaavia riigid, Korea, Singapuri, Taiwani jt. * USA-s algab majandusaasta eelmise kalendriaasta 1. oktoobrist, seega 6 kuud varem kui enamikes riikides. ** Tähistab tegelikku eelarvet, registreeritud vastava majandusaasta lõpus. Hindab nanotehnoloogia kasutust nii nagu on defineeritud USA Rahvusliku Nanotehnoloogia Initsiatiivi poolt – see definitsioon ei hõlma mikro-elektro-mehhaanilisi süsteeme, ja sisse on arvatud avalikult deklareeritud riiklikud kulutused. *** Märgib esialgseid andmeid. Vt ka Mihhail C. Roco, „Government Nanotechnology Funding: An international outlook“, *NSF Nanoscale Science and Engineering*, 2003, <http://www.nano.gov/html/res/IntlFundingRoco.htm>; ja *Towards a European strategy for nanotechnology*, European Commission, COM(2004) 338 final, 12.5.2004.

¹³⁷ M. C. Roco, „Broader societal issues of nanotechnology“, *Journal of Nanoparticles Research*, 5, 2003, 181-189, 183. Saksamaa initsiatiivide kohta vt Volker Rieke ja Gerd Bachmann, „German innovation initiative for nanotechnology“, *Journal of Nanoparticle Research*, 6, 2004, 435-446; Taiwan kui suhteliselt väiksem riik võrreldes eelpool mainitutega on samuti välja töötanud väga põhjaliku nanotehnoloogia arendamis- ja finantseerimiskeemid, vt C. K. Lee et al., „A catalyst to change everything: MEMS/NEMS – a paradigm of Taiwan's nanotechnology program“, *Journal of Nanoparticle Research*, 4, 2002, 377-386.

¹³⁸ *Third European Report on Science and Technology Indicators*. Brussels: European Commission, 2003, 394.

Tabel 4. Nanotehnoloogia publikatsioonid ja patendid elaniku kohta.¹³⁹

Normaliseeritud publikatsioonid miljoni elaniku kohta (1997-99)		Normaliseeritud patendid EPO&PCT miljoni elaniku kohta (1991-99)	
150,2	Šveits	12,2	Šveits
91,4	Iisrael	4,4	Saksamaa
73,5	Rootsi	3,9	Iisrael
61,5	Saksamaa	3,8	Belgia
56,9	Taani	3,6	Prantsusmaa
56,8	Singapur	3,5	USA
52,6	Austria	2,4	Holland
50,0	Prantsusmaa	2,4	Rootsi
48,3	Soome	2,3	Jaapan
47,7	Holland	1,8	UK
46,4	Jaapan	1,5	Kanada
43,6	Belgia	1,3	Austraalia
42,7	UK	1,0	Austria
39,2	USA	0,5	Itaalia
43,6	Sloveenia	0,3	Hispaania

Allikas: Ramón Compañó ja Angela Hullmann, „Forecasting the development of nanotechnology with the help of science and technology indicators“, *Nanotechnology*, 13, 2002, 243-247, 246.

Valdkonniti on nanotehnoloogia patentides enim esindatud nii keemia, biomeditsiin kui pooljuhid. Nanotehnoloogia on seega juba täna praktilistes lahendustes väga tihedalt seotud kõigi nende valdkondadega. (Tabel 5)

¹³⁹ Publikatsioonid pärinevad Science Citation Index'st, patendid European Patent Office ja Patent Cooperation Treaty. Võrdluseks vaata ka Euroopa Komisjon, *Third European Report on Science & Technology Indicators 2003*, http://www.cordis.lu/indicators/third_report.htm ning Dora Marinova ja Michael McAleer, „Nanotechnology strength indicators: international rankings based on US patents“, *Nanotechnology*, 14, 2003, R1-R7 ja USA Patendiametis registreeritud nanotehnoloogia patentide alast informatsiooni Huang et al., „International nanotechnology development in 2003: Country, institution, and technology field analysis based on UPTSO patent database“, *Journal of Nanoparticle Research*, 6, 2004, 325-354, 331.

Tabel 5. Juhtivad tehnoloogia valdkonnad nanotehnoloogia patentides USA Patendiametis, 1976-2002.

Koht	Valdkond	Patentide arv	Patendi keskmine iga
1	435 Keemia, molekulaarbioloogia ja mikrobioloogia	7837	7,28
2	514 Biomõjuga ravimid ja ravitoimelised koostised	6364	7,84
3	424 Biomõjuga ravimid ja ravitoimelised koostised	4760	7,05
4	438 Uued (stock) materjalid või mitmesugused artiklid	3847	8,23
5	750 Kiirguslik energia	3783	10,14
6	530 Keemia: looduslikud vaigud või derivatiivid; peptiidid või proteiinid; ligniidid või nende reaktsioonproduktid	3772	7,80
7	536 Orgaanilised ühendid – osa klassi 532-570 seeriast	3701	5,90
8	438 Pooljuhtseadmete tootmisprotsess	3584	6,31
9	257 Aktiivsed tahkiseadmed (nt transistorid, tahke keha diodid)	3480	7,93
10	427 Pinnakatted	3179	9,10
11	436 Keemiline analüütiline ja immunoloogiline testimine	2941	9,87
12	430 Kiirguskujutiste keemiline protsess, koostis või vastav toode	2883	9,66
13	359 Optilised süsteemid (sh kommunikatsioon) ja elemendid	2743	8,77
14	356 Optiline mõõtmine ja testimine	2556	10,20
15	422 Keemilised aparaadid ja protsessi desinfitseerimine, deodoriseerimine, säilitamine või steriliseerimine	1665	9,05
16	204 Keemia: elektriline ja laineenergia	1660	9,65
17	252 Koostis	1647	10,48
18	524 Sünteetilised või looduslikud kummid – osa klassi 520 seeriast	1515	9,01
19	546 Orgaanilised ühendid – osa klassi 532-570 seeriast	1503	8,62
20	210 Vedelike puhastus või -eraldamine	1451	9,48
	Keskmine	3243,55	8,62

Allikas: Huang et al., „International nanotechnology development in 2003: Country, institution, and technology field analysis based on UPTSO patent database“, *Journal of Nanoparticle Research*, 6, 2004, 325-354, 340.

Samas tingib nanotehnoloogia arengu seotus mitmete elutähtsate valdkondadega nagu meditsiin, keskkond, turvalisus, aga ka majanduslikult väga oluliste valdkondadega nagu pooljuhid ja keemia, vajaduse võtta nanotehnoloogilisi lahendusi kasutusele äärmiselt ettevaatlikult. Just seetõttu on juba täna nanotehnoloogias võrdlemisi olulisel kohal eetiliste, õiguslike ja sotsiaalsete aspektide uurimine. Vältimaks biotehnoloogias geneetiliselt modifitseeritud organismide turule toomisel kogetud tagasilööke, muutub ilmselt nii bio- kui ka nanotehnoloogia ühiskondlike mõjude uurimisele suunatud uurimistöö väga oluliseks.¹⁴⁰

¹⁴⁰ Vt ülevaetlikult Anisa Mnyusiwalla et al., „Mind the gap: science and ethics in nanotechnology“, *Nanotechnology*, 14, 2003, R9-R13.

2.5. Info-, bio- ja nanotehnoloogia konvergens

Käesolev tehnoloogilis-majandusliku arengu paradigma põhineb väga tugevasti info- ja kommunikatsioonitehnoloogiale, mis tähendab, et kõige suurem tootlikkuse kasv on infotehnoloogia valdkonnas ning see kandub läbi infotehnoloogia ka teistesse sektoritesse. Bio- ja nanotehnoloogia on aga alles paradigma algusjärgus – see, kuna ja kas nad üldse paradigma juhtivaks saavad, pole teada, sest me **veel** ei tea, mis on nendeks väga konkreetseteks tehnoloogilisteks lahendusteks (nagu omal ajal *Inteli* mikroprotsessori turuletulek), mis võimaldavad neil tehnoloogiatel (kas sulandununa või eraldiseisvalt) tungida sisuliselt kõikidesse teistesse majandussektoritesse. Paradigma muutumise eelduseks on, et teatud uudne tehnoloogiline lahendus või lahenduste kompleks on odav, et seda on võimalik kiiresti ning suurtes kogustes toota ja seda saab laialdaselt kasutada.¹⁴¹

Pealegi ei saa eeldada, et bio- ja nanotehnoloogia „mikroprotsessor“ iseeneslikult suvalisel ajal suvalises kohas ning suvalises valdkonnas välja ilmub – nii nagu eelneva 200 ja rohkema aasta jooksul ei ole mitte tehnoloogia see, mis majanduse arengut suunab, vaid majandus ning eelkõige ettevõtjad need, kes uusi tehnoloogiaid kasutavad¹⁴² (vt ka ptk 1.3). Seega on tänaste tehnoloogiliselt kõrgesti arenenud ettevõtete tehnoloogilised kitsaskohad need, kuhu eelkõige investeringuid suunatakse ning see ei puuduta ainult bio- ja nanotehnoloogia ettevõtteid, vaid ka sellega lähemalt või kaugemalt seotud valdkondi.

Samas, kuna hetkel veel ei teata, mida täpselt ja kuna on oodata radikaalsetest tehnoloogilistest uuendustest bio- ja nanotehnoloogia valdkondades, siis on tegemist äärmiselt suurte riskidega,¹⁴³ mistõttu peavad ka toetavad strateegiad ja poliitikad olema vastavad. Siinjuures on just nimelt paradigmade raamistikes majanduse arendamisel olnud edukaim riik USA, kus uue paradigma tekke- ja algusfaasis on panustatud enam riikliku teadus- ja arendustegevuse investeringutele, vähenedes aga oluliselt ajaks, mil arengu tulemusena on võimalik erasektoril juba väga suuri kasumeid teenida ning ise edasi investeerida.¹⁴⁴ (Vt täpsemalt ptk 1.2, sh Joonis 4) Nii näiteks oli 1970ndatel USA keskvalitsus tärkava arvutitööstuse sisuliselt ainus suur klient, ent tänaseks on valitsuse roll kogukäibes minimaalne.¹⁴⁵

¹⁴¹ Carlota Perez, „Structural Change and the Assimilation of New Technologies in the Economic and Social System”, *Futures*, 15, 357-375, 1983.

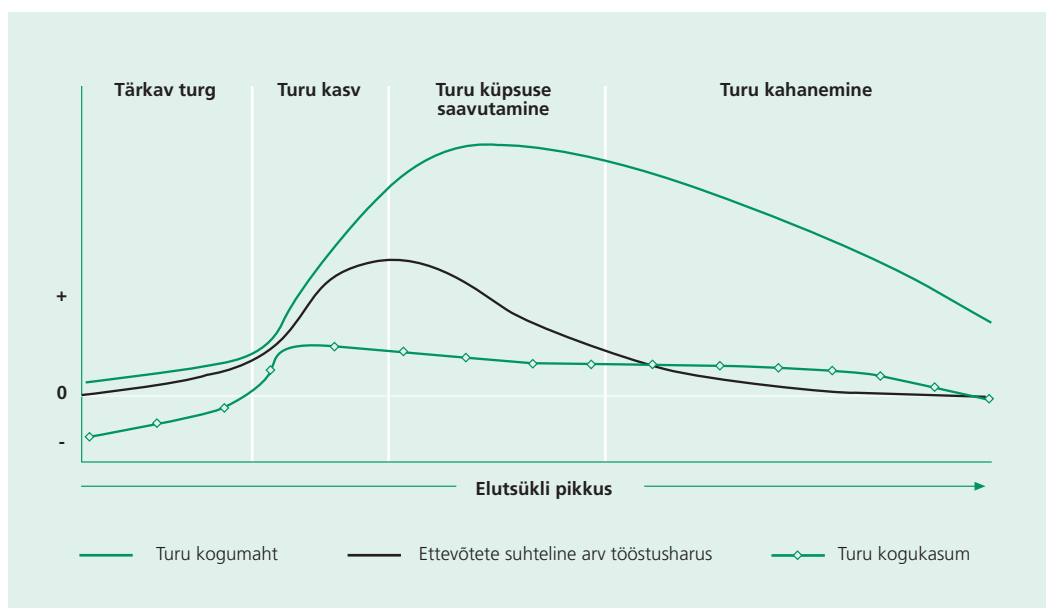
¹⁴² Vt ka Wiebe Bijker (toimetaja), *The Social Construction of Technological Systems*, Cambridge, MA: MIT Press, 1994.

¹⁴³ Kindlasti ei saa siin olla mingeid „kindlaid garantiisid”. Analooiliselt peeti II maailmasõja järgsel perioodil aatomienergeetikat „kõikvõimsaks” tehnoloogiaks, millel oleks potentsiaali muuta kogu maailma. USA aatomienergia komisjoni juht, admiral Lewis Strauss uskus 1950ndatel aastatel koguni aatomienergiat muutuvat nii odavaks, et seda pole isegi mõtet mõõta. Mitmetel põhjustel, sh ohutussüsteemide suhteline nõrkus ja selle tehnoloogia sotsiaalne aktsepteeritavus, taolised ennustused siiski ei täitunud.

¹⁴⁴ Avaliku sektori investeringute tasuvuse kohta teadus- ja arendustegevusse vt nt Ammon J. Salter ja Ben R. Martin, „The economic benefits of publicly funded next term basic research: a critical review”, *Research Policy*, 2001, 30, 3, 509-532.

¹⁴⁵ USA ja Jaapani tihedast konkurentsis arvutitööstuse turul 1950-1960ndatel aastatel ning valitsuste aktiivsest rollist kodumaise infotehnoloogia tööstuse arendamisel vt ka Hideaki Miyajima *et al*, *Policies for competitiveness, Comparing business-government relationships in the 'Golden Age of Capitalism'*, Oxford University Press, 1999.

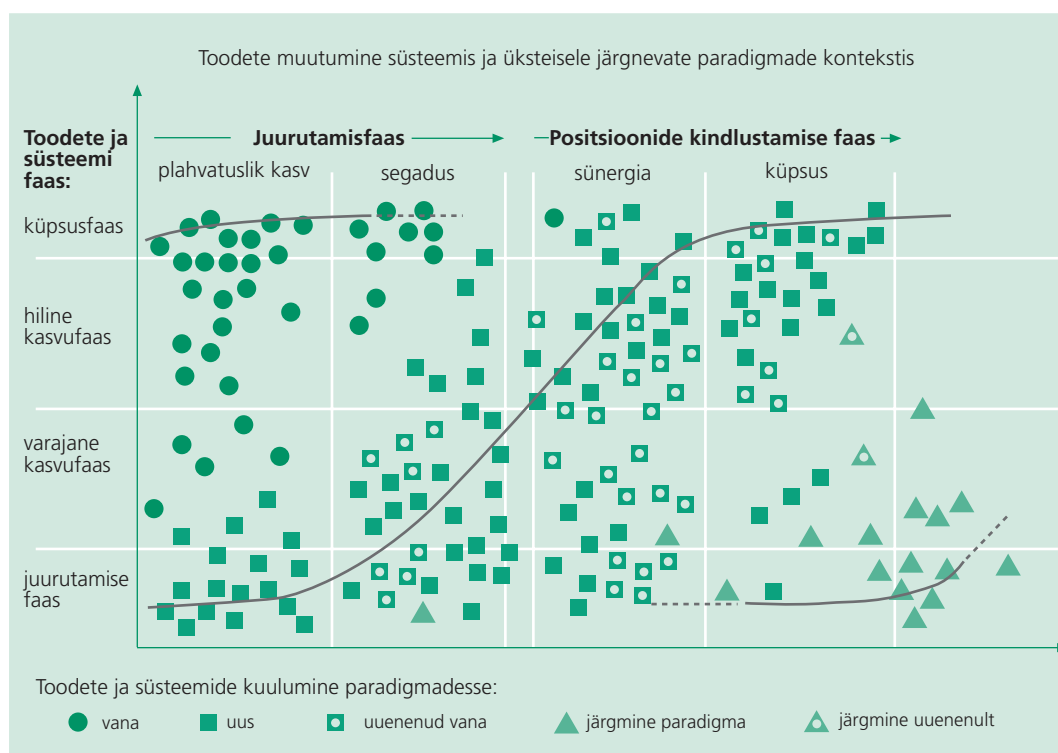
Joonis 22. Toodete elutsükkel: müük, ettevõtete suhteline arv ning kasumlikkus.



Allikas: Cundiff et al. *Fundamentals of Modern Marketing*. Englewood Cliffs, Nueva Jersey, Prentice–Hall, 1973. Viidatud Carlota Perezi vahendusel.

Majanduse ja tehnoloogia ajaloost teame, et küllalt tõenäoliselt jätkub elu lähematel kümnenditel peamiselt infotehnoloogia mõttemallide järgi. Samas tähendab teadmiste ja tehnoloogia kiire levik (eriti arenenud maailmas), et kindlast tehnoloogiast tulenev tootlikkus ei saa lõputult kasvada. See hakkab kahanema tehnoloogia levikuga pöördvõrdeliselt, sest konkurents tiheneb ning vastav tehnoloogia ammendab oma potentsiaali. Uut tootlikkuse kasvu saab antud olukorras pakkuda uus tehnoloogia koos sellel põhineva paradigmaga. Juba täna näeme, kuidas uued bio- ja nanotehnoloogiad hakkavad üha jõulisemalt sisenema infotehnoloogia maailma ja samuti ka vastupidi. Lõpptulemuseks on, et kas infotehnoloogiate konvergeerumise ja/või sõltumatute murranguliste arengute tõttu bio- ja nanotehnoloogias leiab aset tehnoloogilis-majandusliku paradigma muutus (vt ka ptk 1.2). (Joonis 23)

Joonis 23. Tehnoloogilis-majanduslike paradigmade areng.



Allikas: Carolota Perez, seminari Tallinnas 24-25.4.2003.

Eelpoolkirjeldatu põhjal saab väita, et tehnoloogiapoliitika peab baseeruma globaalsete turgude analüüsile. Tänapäeval on viimane aeg tegeleda bio- ja nanotehnoloogiate osas väga aktiivselt kompetentsibaasi agressiivse kasvatamisega. Ehkki, kui küsida Eesti olemasolevatelt ettevõtetelt prioriteetide või „majanduse vajaduste” kohta, siis olemasolevast majanduse struktuurist (ja seotud poliitilistest jõupositsioonidest) jms tulenevalt asetuvad prioriteedid selgelt mujale. Analüüsides teiste riikide arenguid on selge, et vaba turg siinkohal õiget otsust ei suuda teha.

Täna leiab nii Euroopas kui mujal enamus ettevõtetepoolseid kulutusi teadus- ja arendustegevusse aset vaid suhteliselt vähestes majandussektorites ning neli suurimat neist – autod ja -osad, farmaatsia ja biotehnoloogia, infotehnoloogia riistvara ning elektroonika ja elektriseadmed hõlmavad 67% globaalsetest teadus- ja arendustegevuse investeeringutest. (Tabel 6)

Tabel 6. Ettevõtete teadus- ja arendusinvesteeringute sektoraalne jaotus Euroopa Liidus ja mujal, 2003. aasta andmed.¹⁴⁶

	Euroopa Liit		Mitte-Euroopa-Liit	
	% kõigist sektoritest	T&A / müük	% kõigist sektoritest	T&A / müük
Autod ja -osad	23,8	4,6	15,7	4,1
Farmaatsia ja biotehnoloogia	17,0	15,2	18,5	15,1
Infotehnoloogia (riistvara)	12,4	15,6	22,9	8,6
Elektroonika ja elektriseadmed	10,3	6,5	10,9	5,7
Kemikaalid	7,2	4,2	4,2	3,8
Lennundus ja kaitsetööstus	6,8	8,0	2,1	2,7
Masinaehitus	4,6	2,5	2,5	2,8
Telekommunikatsiooni teenused	2,8	1,0	2,0	2,5
Tarkvara ja arvutiteenused	2,6	12,8	7,8	10,0
Nafta ja gaas	1,9	0,3	1,2	0,5
Ülejäänud 21 sektorit	10,6	1,5	12,2	2,1
Kokku (31 sektorit)	100	3,2	100	4,5

Allikas: *Monitoring Industrial Research: The 2004 EU Industrial R&D Scoreboard*, vol. 1, European Commission, 2004, 6.

Eelnenud „pildikesed” on kõik väga tehnoloogilis-deterministlikud ja kirjeldavad üksnes seda, mis seoses teadusliku mõttearenguga võimalik on. Tehnoloogiline võimalikkus ei tähenda siiski, et reaalne elu ka tegelikult täpselt selliseid radu mööda areneks või et inimesed võtaksid omaks kõik, mis on tehnoloogia poolt tehtud võimalikuks. Kirjeldatud teaduse ja tehnoloogia arengutrende ei saa võtta kuidagi absoluutsete ja ainuvõimalikena. Need peegeldavad globaalse majanduse nõudluse eeldatavat arengut ning tehnoloogialiidrite teadus- ja arendustegevusealaseid tulevikuvisiioone, mille realiseerimise nimel igapäevaselt tööd tehakse. Eesti majanduse ja ühiskonna jaoks on siin mõneti tegemist eksogeensete arengutega, mis sünnivad meist sõltumatult nagunii. Peamine küsimus, kas ja kuidas sellisteks arenguteks valmistume.

Suures osas ei ole tegemist tingimata täitmiseks mõeldud sundmenüüga ja väikeriigil tuleks seepärast eeltoodut võtta ennekõike taustaks oma strateegiale kirjeldusena sellest, millised arengud maailmas teaduslik-tehnoloogilises plaanis võimalikud ja tõenäolised on. Küll aga annavad need meile edasiseks analüüsiks vajaliku väljundi Eesti eesiseivate sotsiaal-majanduslikele väljakutsetele lahenduste otsimisel. Reaalses elus on siiski esiplaanil inimesed ja nende tänased strateegilised valikud, mida mõjutavad muuhulgas ka konkreetne keskkond, erinevate tehnoloogiate sotsiaalsed, majanduslikud jne aspektid. Sellest tulenevalt tuleb bio- ja nanotehnoloogiatele panustades arvestada järgmiste riskidega:

1. **investeeringute ajastus ja ebarealistlikud ootused** – radikaalsed tehnoloogilised läbimurded (imed) sünnivad enamasti märksa aeglasemalt kui algselt loodetud. Võrdluseks näiteks veel mõned aastad tagasi usutatavaten tundunud kõrgendatud ootused geenitehnoloogia ning personaalsete ravimite suhtes. Ebastabiilsus finantsturgudel, võimalikud hirmud avalikkuse poolt, raskused masstootmise käivitamisel võivad kõik eeldatavaid läbimurdeid meditsiini- ja energiatehnoloogiates ning muudel aladel mitmeid aastaid edasi lükata.

¹⁴⁶ Tabelis olevad näitajad kajastavad informatsiooni 500 Euroopa Liidu ja 500 väljaspool Euroopa Liitu olevate ettevõtete teadus- ja arendusinvesteeringute kohta. Sektoraalne jaotus on toodud vastavalt *Financial Times Stock Exchange index* klassifikatsioonile; “T&A / müük” suhtarv tähistab ettevõtete uurimis- ja arendusinvesteeringute suhet käibes.

2. **uute bio-nanotehnoloogiate ja -materjalide võimalik (arvatav) keskkonnaohtlikkus / sotsiaalne aktsepteeritavus vmt** – meid ümbritsev keskkond, sh õhk, vesi on täidetud looduslike molekulide ja nanoosakestega. Kui mõni uutest inimeste poolt bio- või nanotehnoloogiliselt loodud osakestest peaks osutama ümbritsevale keskkonnale ohtlikuks, siis võib kogu valdkonda tabada tagasilöökk, mis on võrreldav geneetiliselt modifitseeritud toiduainetele või omal ajal tuumaenergeetikale osaks saanule.

Juhul kui Eesti usub ülalpool väljatoodud bio- ja nanotehnoloogia arengut puudutavasse visiooni, siis peame me suutma täna suunata vahendeid vastavate valdkondade spetsialistide kiireks „juurde tootmiseks” (hankimiseks). Kui usume millessegi muusse, siis peaksime panustama vastavalt. Ükskõik, milliseid valikuid teeme, sunnib see viima Eesti teaduse vähemalt teatud osas valitud laiemast kompetentsivaldkonnast maailma absoluutsele tipptasemele. Ainult nii saame tagada tipptasemel kõrghariduse ja kraadiõppe. Ainult nii loome baasi kvaliteetsete välisinvesteeringute sissevooluks vastavatesse valdkondadesse jne.

See puudutab aga palju laiemaid valdkondi – alates kutseharidusest kuni ettevõtluse finantseerimisskeemideni välja. Kes tahab, võib siin tõesti näha „nähtamatut kätt”, mis ühel kümnendil investeerib meeletult infotehnoloogia tööstusesse, et siis järgmisel teha seda sama biotehnoloogiaga.

Lõpptulemusena on oluline põhimõte: **ainult riik suudab majandusarengu jaoks elutähtsaid riske kanda (näiteks investeerida täna biotehnoloogiasse) ning seda teha mõtestatult ja seostatult (näiteks täna keemiatööstuse kaasajastamine lähtuvalt biotehnoloogiast vmt).** Oluline on, et riske ei tohi kunagi kanda kõrgetehnoloogia sektoris ja nn traditsioonilistes harudes eraldi, vaid koos.

3. Eesti sotsiaal-majanduslikud väljakutsed

3.1. Majanduse välistasakaal

Balti riikide majandused on kasvanud viimastel aastatel Lääne-Euroopas ja Põhja-Ameerikas aset leidnud majandusseisaku taustal märkimisväärselt kiiresti, ületades nii arenenud riikide SKP kui tootlikkuse kasvu iga-aastaselt mitme protsendi võrra. Eesti peamisi makromajandusnäitajaid peetakse üldiselt heaks. Näiteks oli Eesti 3,1% riigieelarve ülejääk 2003. aastal Euroopa Liidu riikides kõige suurem ja Eesti valitsuse võlakoorumus (4,9% SKP-st, 2004) madalaim Euroopas.¹⁴⁷ Samas on Eesti puhul viimastel aastatel mitmete organisatsioonide analüütikud (sh Eesti Pank, IMF, Swedbank, ETLA jt) ühe peamise ohuna majandusele toonud esile kõrget jooksevkonto defitsiiti,¹⁴⁸ mis on IMF-i hinnangul keskmises ja pikemas perspektiivis jätkusuutmatu.¹⁴⁹ Euroopa Keskpank soovib Eestil säilitada senine eelarvedistsipliin piirates samas palga- ja laenukasvu. Eesti Pank omakorda soovib piirata sisetarbimisele suunatud laenude võtmist ning keskenduda senisest enam ekspordi toetamisele.¹⁵⁰

Kuigi väliskaubanduse (ja jooksevkonto) mõningast tasakaalustamatust arenevates riikides peetakse majanduse kaasajastamiseks vajalike suurte investeeringutega seoses sageli loomulikuks, eeldades seejuures pikemas perspektiivis ekspordi kiiremat kasvu, ei ole Eesti väliskaubanduses 10 aastaga tasakaalustumist toimunud. Lihtne tööstustoodangu, impordi- ja ekspordinäitajate võrdlus näitab, et Eesti toodangu maht ületas 2000. aasta sisemaist tarbimist ainult kalatoodete, erinevate puidutoodete (sh mööbel ja ajalehed), lubja ja tsemendi osas. Ülejäänud kaubagruppide osas tarbis Eesti rohkem kui tootis. Teisisõnu, Eesti sisemajanduse nõudlus ületab Eestis loodud lisandväärtust, mida väljendab ka püsiv ja kasvav jooksevkonto defitsiit. (Tabel 7)

Tabel 7. Eesti SKP ja maksebilanss 1993-2003 (miljonit krooni).¹⁵¹

	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
SKP	22956,0	31374,3	43078,1	55966,7	68327,6	78341,2	81639,7	92717,1	104337,7	116869,0	125832,1	
muut. püsivhindades %		-1,6	4,5	4,5	10,5	5,2	-0,1	7,8	6,4	7,2	5,1	
Kaubandusbilanss	-1925,0	-4615,9	-7615,5	-12288,2	-15652,8	-15725,5	-12096,9	-13143,6	-13783,9	-17995,6	-21850,9	
kaupade eksport f.o.b.	10762,7	15828,5	19428,2	21833,4	31846,5	37786,3	36995,2	56345,9	58667,1	58333,6	63533,8	
kaupade import f.o.b.	-12687,7	-20444,4	-27043,7	-34121,6	-47499,3	-53511,8	-49092,1	-69489,5	-72451,0	-76329,2	-85384,7	
Teenuste bilanss	997,1	1362,7	4330,3	6245,0	8232,7	8049,3	8341,5	9574,6	10160,2	9677,4	11749,9	
teenuste eksport	4434,3	6657,0	10022,9	13352,8	18366,7	20804,0	21951,9	25485,8	28866,5	28279,7	30814,4	
teenuste import	-3437,2	-5294,3	-5692,6	-7107,8	-10134,0	-12754,7	-13610,4	-15911,2	-18706,3	-18602,3	-19064,6	
Kaupade ja teenuste bilanss	-927,9	-3253,2	-3285,2	-6043,2	-7420,1	-7676,2	-3755,4	-3569,0	-3623,7	-8318,2	-10101,0	
Jooksevkonto	279,0	-2145,6	-1810,6	-4806,9	-7810,2	-6760,2	-3607,7	-5093,4	-5889,5	-11882,9	-16563,1	
% SKP-st	1,2%	-6,8%	-4,2%	-8,6%	-11,4%	-8,6%	-4,4%	-5,5%	-5,6%	-11,9%	-13,2%	-12,7%

Allikas: Eesti Pank, <http://www.eestipank.info>, september 2004; autorite arvutused.

¹⁴⁷ *Euro-indicators News Release 117/2004*, Eurostat, 23.09.2004, http://epp.eurostat.cec.eu.int/cache/ITY_PUBLIC/2-23092004-AP/EN/2-23092004-AP-EN.PDF, ja *Euro-Indicators News Release 39/2005* Eurostat, 18.03.2005, http://epp.eurostat.cec.eu.int/pls/portal/docs/PAGE/PGP_PRD_CAT_PREREL/PGE_CAT_PREREL_YEAR_2005/PGE_CAT_PREREL_YEAR_2005_MONTH_03/2-18032005-EN-APPDF.

¹⁴⁸ Eesti jooksevkonto defitsiit oli 2004. aasta II kvartalis 20,4%, Lätis 16,7%, Leedus 10,6% SKP-st. Kuigi olud ei ole kaugeltki mitte ühesugused, kogevad suurt jooksevkonto defitsiiti ka mitmed teised Kesk- ja Ida-Euroopa riigid. Vt <http://www.economagic.com>. 2004. aasta esimese poole rekordilised puudujäägid võivad küll olla võimendatud Euroopa Liiduga liitumise eelsest impordibuumist, kuid majanduse jätkusuutlikkusele peetakse üldiselt siiski ohtlikuks juba 5% SKP-d ületavat jooksevkonto defitsiiti. Vt nt Jason Furman ja Joseph E. Stiglitz, *Economic Crises: Evidence and Insights from East Asia*, teoses William C. Brainard ja George L. Perry (toimetajad), *Brookings Papers on Economic Activity*, 1998:2, Brookings Institution Press, 1999, 1-114, <http://brookings.nap.edu/books/0815711956/html/>.

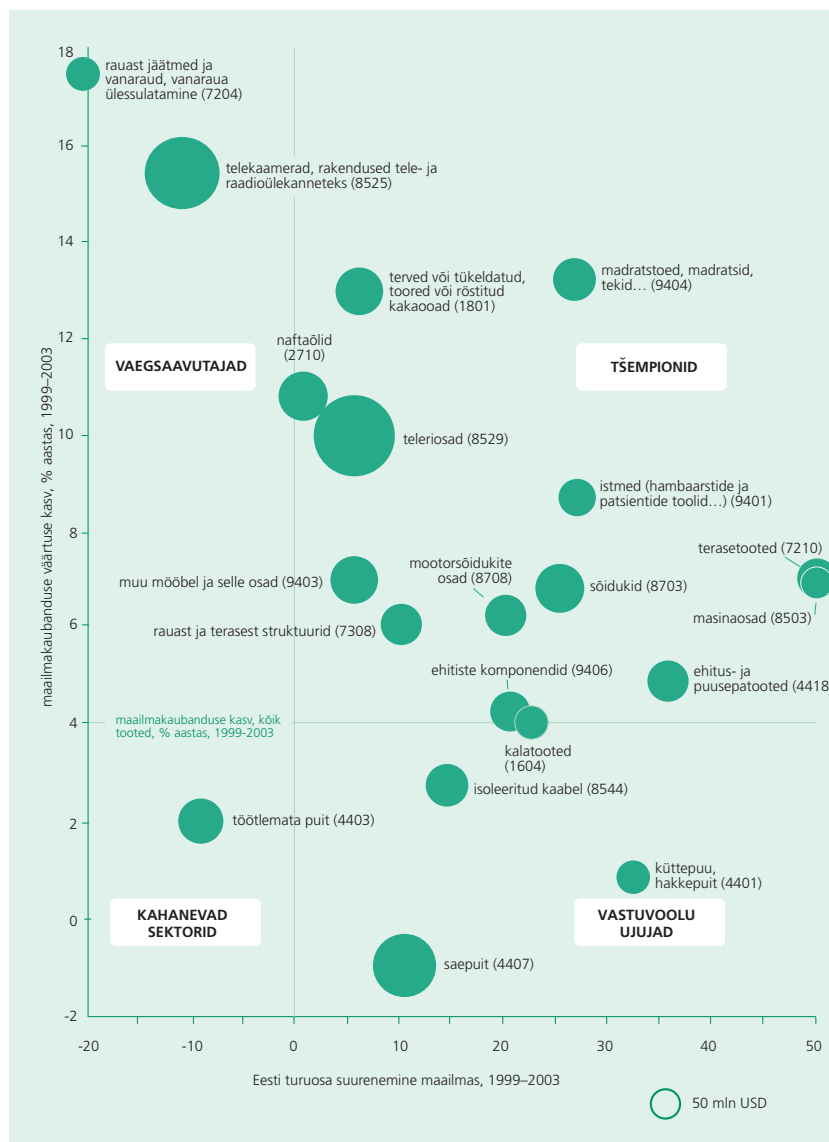
¹⁴⁹ Robert Burgess, Stefania Fabrizio ja Yuan Xiao, *Competitiveness in the Baltics in the Run-Up to EU Accession*, IMF Country Report No 3/114, April 2003, 5, <http://www.imf.org/external/pubs/ft/scr/2003/cr03114.pdf>.

¹⁵⁰ *Convergence Report 2004*, European Central Bank, Frankfurt, 2004, 44; Vahur Krafti ettekanne Riigikogus, 12. oktoober 2004.

¹⁵¹ Lisaks rekordiliselt suurele puudujäägile väliskaubanduses moodustas ka tulude konto puudujääk 2003. aastal rekordilise 7,9 miljardit krooni, so 46% enam kui aasta varem. Tulude sissevool suurenes samas aastaga vaid 1%. Tulude puudujäägist moodustas 75% reinvesteeringut. Vt *Eesti maksebilansi aastaraamat 2003*, Eesti Pank 2004, 20, http://www.bankofestonia.info/pub/et/dokumentid/publikatsioonid/seeriad/mbaasta/_2003/.

Eesti impordis domineerivad peamiselt mitmesugused masinad ja seadmed (sh oluliselt infotehnoloogia- ja telekommunikatsiooniseadmed), transpordivahendid, keemia- ja toidukaubad. Nii impordis kui ekspordis olulist rolli mängiva vedelkütuse transiidi kõrval¹⁵² on Eesti olulisemateks eksporditartikliteks telekommunikatsiooniseadmed, toorpuut, saematerjal ja mööbel ning toiduained. Tähelepanuväärsest on nii kütuse kui elektroonika osas toimunud maailmaturul viimastel aastatel väga kiire kasv, kuid Eesti turuosa kasv on olnud samas märksa tagasihoidlikum. (Joonis 24)

Joonis 24. Eesti ekspordi portfoolio 1999–2003.



Allikas: *Perspectives on Experience*, Boston Consulting Group, Boston, MA, 1974; *Estonia: Country Profile*, UNCTAD/WTO International Trade Centre, <http://www.intracen.org>, February 2005; autorite kohandus.

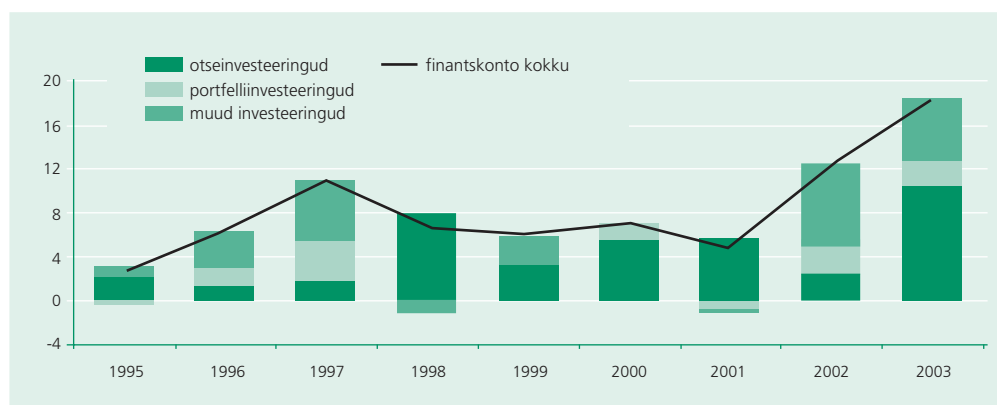
¹⁵² Eesti transiidiklastri suuruseks hinnatakse viimaste aastate tõusu tulemusena 10% Eesti SKT-st. Samas ei ole ette näha tema osatähtsuse kiiret kasvu. Vt *Eesti transiidikoridori konkurentsivõime ja selle tõstmise võimalused*, Strateegiliste Algatuste Keskus, Tallinn, 2003/2004.

Edukaks sotsiaal-majanduslikuks arenguks on aga vajalik “tähttoodete ja -teenuste” tootmine või vähemalt opereerimine “küsimärkidega”, millistel on suur arengupotentsiaal; “lüksilehmadega” on võimalik veel küll mõnda aega teenida ehkki konkurents tugevneb. Eesti puhul on aga enamus toodetest just “lüksilehmade” kategoorias ning uute lubavate alade osas on olukord üsna tagasihoidlik (vt ka ptk 1.3).

Kuigi Eesti maksebilansis on teenuste bilansi ülejääk aasta aastalt suurenenud, ei piisa sellest siiski kaubandusbilansi ja viimastel aastatel samuti kiiresti kasvanud tulude konto puudujäägi katmiseks. Tulude bilansi puudujääk oli 2003. aastal 7,9 miljardit krooni ehk 6% SKP-st.¹⁵³

Kui varasematel aastatel on jooksevkonto puudujääki suures osas tasakaalustanud välismaiste otseinvesteeringute sissevool, siis viimastel aastatel on vaatamata 2003. aasta rekordilisele (ja autorite hinnangul erandlikule) otseinvesteeringute sissevoolule täheldatav lühiajalise finantseerimise hoogne kasv.¹⁵⁴ (Joonis 25)

Joonis 25. Muutused välisinvesteeringukapitali voogude struktuuris, miljardit krooni.



Allikas: Eesti maksebilansi aastaraamat 2003, Eesti Pank, Tallinn 2004.

Kokkuvõttes moodustas Eesti koguvälisvõlg, mis ei sisalda välismaiseid otseinvesteeringuid, 2003. aastal 70% ja 2004. aasta II kvartalis juba 80% SKP-st. (Joonis 26)

Eraisikute laenujääk on kasvanud viimastel aastatel Eesti netovälisvõlga praktiliselt 1:1 samas mahus, ületades 2004. aasta lõpus 29 miljardi krooni piiri. Eesti kommertsbankade laenuportfell oli samal ajal kokku üle 90 miljardi krooni.¹⁵⁵ Taoliste näitajatega on Eesti Euroopa Liidu uute liikmesriikide, vanade liikmesriikide või üldse arenenud riikide suhtes halvimas positsioonis – maailmas on vaid kaks riiki (Island ja Uus-Meremaa), kus see on kõrgem – ning see on omakorda suure potentsiaalse ohu märgiks.¹⁵⁶

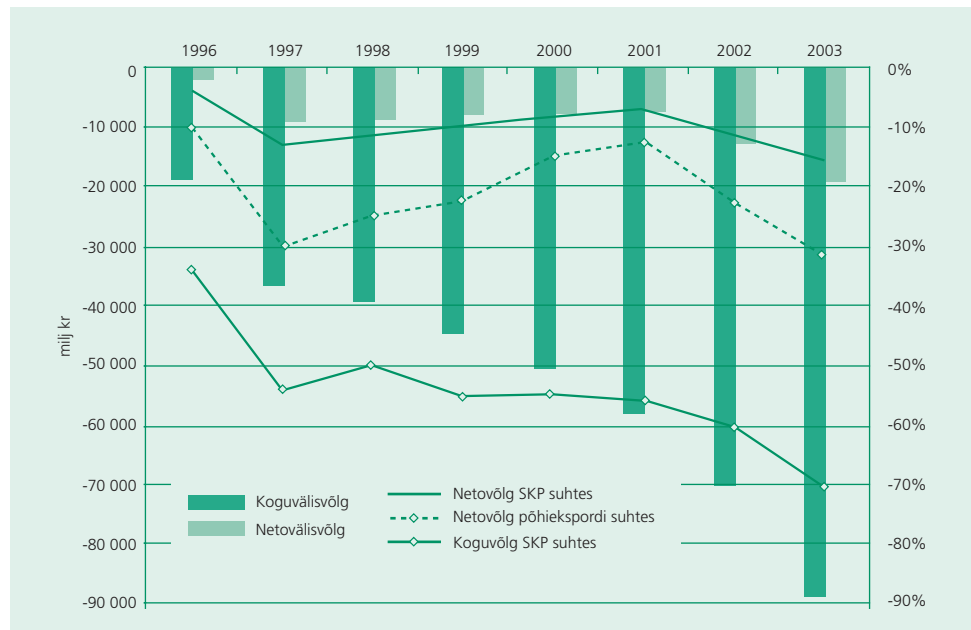
¹⁵³ Eesti maksebilanss, Eesti Pank, <http://www.eestipank.info>, november 2004.

¹⁵⁴ Vastupidiselt varasematele prognoosidele vähenes välisinvesteeringute sissevool Eestisse, Lätisse, Leedusse, Poolasse, Tšehhi Vabariiki, Slovakkiasse, Sloveeniasse ja Ungarisse kokku 2002. aasta 23 miljardilt USD-lt 2003. aastal 11 miljardile USD-le. Allikas: *World Investment Report 2004*, UNCTAD, New York and Geneva, 2004, 72, www.unctad.org; vt ka *Economic Survey of Europe*, 2004 issue 1, New York, United Nations Publications, 2004, 76 ja 83-89.

¹⁵⁵ Laenujääk kliendigruppide lõikes, Eesti Pank, <http://www.eestipank.info>, jaanuar 2005.

¹⁵⁶ *IMF Country Report No 04/357*, IMF, <http://www.imf.org/external/pubs/ft/scr/2004/cr04357.pdf>.

Joonis 26. Eesti välisvõlg.



Allikas: Eesti Pank, <http://www.eestipank.info>, september 2004; autorite arvutused.

3.2. Tootlikkuse kasv ja majandusareng

Fikseeritud valuutakursi tingimustes eeldatakse tavaliselt, et majanduse välistasakaalu halvenemisel pidurdub finantsvahendite sissevool automaatselt, tuues kaasa investeringute ja sisemaise tarbimise vähenemise. Selle tulemusena väheneb omakorda ka jooksevkonto puudujääk. Taoline majanduse kokkutõmbumine toob aga omakorda kaasa tööhõive vähenemise ning sotsiaalkulutuste kasvu, aitamata samas kuidagi kaasa elatustaseme tõusule riigis.¹⁵⁷

Peamiseks elatustaset määravateks ning seda suurendada võimaldavateks teguriteks on tööhõive ja riigis inimese kohta loodud lisandväärtus. Ostujõud riigis on seda suurem, mida suurem on riigis loodud lisandväärtus, st mida kõrgem on majanduse tootlikkus.¹⁵⁸ Eesti SKP elaniku kohta oli Eurostat'i andmetel 2003. aastal ostujõu pariteeti arvestades 49% Euroopa Liidu keskmisest.¹⁵⁹ Samas oli Eesti tööjõu tootlikkus hõivatud inimese kohta 2002. aastal 4-5 korda ja tunnipalk 6-7 korda EL-15 keskmisest madalam. (Tabel 8) Seejuures on palgakasvu tempo ületanud Eestis viimastel aastatel tootlikkuse kasvu.¹⁶⁰

¹⁵⁷ Nobeli majanduspreemia laureaat Joseph Stiglitz leidis 1997. aasta Aasia majanduskriisi allikaid analüüsides, et automaatsed stabilisaatorid võivad finantsturgudel alati mitte toimida. „Kuuma raha” väljavool ja suutmatus välisvõlga refinantseerida võib (sõltumata sellest, kas regu on avaliku või erasektori võlga) viia riigi kergesti majanduskriisi. Seepärast on välisvaluutas laenavatel arenevatel riikidel oluline suurendada likviidseid välisvaluuta reserve ning rakendada laastava „kuuma raha” väljavoolu vastu vajadusel IMF-i põhikirjas ette nähtud regulatiivseid tõkkeid. Vt näiteks Joseph E. Stiglitz, „Capital Market Liberalisation, Economic Growth, and Instability“, *World Development*, 28, 6, 2000, 1075-1086; Ilene Grabel, International Private Capital Flows and Developing Countries, raamatus Ha-Joon Chang (toimetaja), *Rethinking Development Economics*, UK: Anthem Press, 2003, 325-345.

¹⁵⁸ Majanduse rahvusvahelise- ja sisetasakaalu seoseid ning selle tähendust majanduspoliitika kujundamisele on suurepäraselt kirjeldanud Eestis vähetuntud, kuid rahvusvaheliselt tuntuim Eesti majandusteadlane Ragnar Nurkse. Vt Ragnar Nurkse, „Sise- ja rahvusvaheline tasakaal”, *Akadeemia*, 16, 5, 2004, 976; originaalis esmalt avaldatud: Ragnar Nurkse, Domestic and International Equilibrium, raamatus Seymour Edwin Harris (toimetaja), *The New Economics: Keynes' Influence on Theory and Public Policy*, New York: A. A. Knopf 1947, 264-292.

¹⁵⁹ GDP per capita in Purchasing Power Standards (PPS), Eurostat, 12.02.2005, <http://europa.eu.int/comm/eurostat/>.

¹⁶⁰ Robert Burgess, Stefania Fabrizio ja Yuan Xiao, *Competitiveness in the Baltics in the Run-Up to EU Accession*, IMF Country Report No 3/114, April 2003, 5, <http://www.imf.org/external/pubs/ft/scr/2003/cr03114.pdf>; vt ka Marek Tiits, Rainer Kattel, Tarmo Kalvet, Rein Kaarli, *Eesti majanduse konkurentsivõime ja tulevikuväljavaated*, Tallinn: Teadus- ja Arendusnõukogu, 2003, 17.

Tabel 8. Tunnipalk ja tööjõu tootlikkus Euroopas.¹⁶¹

	Tööjõu kulu tunnis ¹⁶² EUR, 2000	Tööjõu tootlikkus hõivatud inimese kohta, tuhandetes, EUR, 2002	Töötundide arv nädalas (täisajaga töö), 2002
Tšehhi	3,90	16,9	42,4
Eesti	3,03	12,0	40,8
Küpros	10,74	n/a	40,9
Läti	2,42	12,0	43,6
Leedu	2,71	10,7	39,4
Ungari	3,83	17,0	41,2
Poola	4,48	16,9	42,7
Sloveenia	8,98	25,4	41,3
Slovakkia	3,06	13,3	42,1
EU25	19,09	51,9	39,2
EU15	22,21	57,6	38,7

Allikas: *The New EU of 25 Compared to EU15, News Release 36/2004*, Eurostat, 11.04.2004, <http://europa.eu.int/comm/eurostat/>.

Analoogiliselt teistele Kesk- ja Ida-Euroopa riikidele on Saksamaaga võrreldes ka Eesti majanduse mahajäämuse suurimaks allikaks tööstuse vähene tootlikkus. 2000. aastal tulenes 28% Eesti tootlikkusealast mahajäämusest tööstuse madalast tootlikkusest.¹⁶³ Samas on mahajäämusele vaatamata tööstuse areng olnud 1993-2000. aastal reas Euroopa Liidu uutes liikmesriikides suurimaks majanduse tootlikkuse kasvu allikaks. Kõikjal esikohal olnud tööstusele järgnesid Eestis olulisemate tootlikkuse kasvu allikatena transpordi, laanduse ja side ning tervishoiu ja sotsiaalteenuste kaasajastamine. Kõnealusel perioodil tulenes enam kui 40% Eesti majanduse tootlikkuse kasvust nimetatud kolmest sektorist.¹⁶⁴ (Tabel 9)

Toodud lihtne arvutus näitab siinjuures, et Eesti majanduspoliitikas tööstusest traditsiooniliselt tähtsamal kohal olnud transiidisektori panus Eesti majanduse tootlikkuse kasvu on olnud tööstuse omast märksa väiksem.

¹⁶¹ Näitajad käivad tööstuse ja teenuste kohta.

¹⁶² Tööjõukulu tunnis on aastane tööjõukulu jagatud töötatud tundide arvuga. EL-25 keskmine on toodud ilma Belgia ja Maltata.

¹⁶³ Johannes Stephan, *Evolving Structural Patterns in the Enlarging European Division of Labour: Sectoral and Branch Specialisation and the Potentials for Closing the Productivity Gap*, Halle: Institut für Wirtschaftsforschung Halle – IWH, 5/2003, 19, http://www.iwh-halle.de/projects/productivity-gap/publications/Report_WP1.pdf.

¹⁶⁴ Statistiliselt tuleneb majanduse tootlikkuse kasv sektoraalsest tootlikkuse kasvust tööstuses, teeninduses, põllumajanduses jne ning tööhõive muutusest erinevate sektorite vahel. Kuigi Eesti majanduses on viimase kümne aasta jooksul toimunud intensiivsed struktuursed muutused, on tootlikkus erinevates sektorites olnud üsna sarnane ja seetõttu tulenes 1991-2001. aastal ainult 16% Eesti majanduse tootlikkuse kasvust struktuursetest muutustest. *Ibid*, 27-29.

Tabel 9. 1993/1994. ja 1999/2000. aasta võrdluses enim majanduse tootlikkuse kasvu toetanud sektorid.¹⁶⁵

Eesti			Poola		
D	Töötlev tööstus	21,0%	D	Töötlev tööstus	20,3%
I	Veondus, laondus, side	11,3%	A	Põllumajandus, metsandus	15,4%
N	Tervishoid ja sotsiaalhoolekanne	9,7%	G	Hulgi- ja jaekaubandus	14,0%
Eeltoodud 3 sektorit kokku		42,0%	Eeltoodud 3 sektorit kokku		49,7%
Tšehhi			Slovakkia		
D	Töötlev tööstus	30,6%	D	Töötlev tööstus	27,7%
G	Hulgi- ja jaekaubandus	12,4%	A+B	Põllumajandus, metsandus, kalandus	9,6%
F	Ehitus	7,8%	I	Veondus, laondus, side	9,4%
Eeltoodud 3 sektorit kokku		50,8%	Eeltoodud 3 sektorit kokku		46,7%
Ungari			Sloveenia		
D	Töötlev tööstus	28,8%	D	Töötlev tööstus	34,4%
G	Hulgi- ja jaekaubandus	12,4%	G	Hulgi- ja jaekaubandus	12,6%
I	Veondus, laondus, side	9,8%	F	Ehitus	7,2%
Eeltoodud 3 sektorit kokku		51,0%	Eeltoodud 3 sektorit kokku		54,2%

Allikas: Johannes Stephan, *Evolving Structural Patterns in the Enlarging European Division of Labour: Sectoral and Branch Specialisation and the Potentials for Closing the Productivity Gap*, Halle: Institut für Wirtschaftsforschung Halle – IWH, 5/2003, 31, http://www.iwh-halle.de/projects/productivity-gap/publications/Report_WP1.pdf.

Majanduskasv või majanduse tootlikkuse kasv ei taga eraldi võetutena tingimata ettevõtete suutlikkust püsida edukalt üha intensiivsema konkurentsi globaalsel turul. Veidi põhjalikum analüüs näitabki, et nii Slovakkia kui Eesti kõrgem keskmine tootlikkuse kasvunäitaja aastas perioodil 1993/1994-1999/2000 võrreldes EL-15 riikidega ongi suures osas tulenenud tööhõive langusest ja hõive struktuursetest nihetest majandussektorite vahel. See annab alust arvata, et tootlikkuse kasvu tehnoloogiline komponent on olnud nende riikide arengus väiksem kui seda pelgalt tootlikkuse kasvu näitajate baasilt arvata võiks. Samas on teistes tabel 9 viidatud riikides peamiseks tööstuse tootlikkuse kasvu allikaks olnud tehnoloogiline areng.¹⁶⁶

Samal ajal peaks eeleldu aga olema Eesti majanduspoliitika kujundajatele selgeks viiteks täiendavate ettevõtete konkurentsivõime suurendamisele suunatud initsiatiivide vajalikkusest. Kuna kaubandusbilansi puudujääk moodustab Eesti jooksevkonto defitsiidist suurima osa – Eesti tööstuse tootlikkus on „vana Euroopaga” võrreldes Stephani vaadeldava kuue riigi seas üks madalamaid, kuid tööstuse tootlikkuse kasvu panus majandusarengusse samal ajal potentsiaalselt kõige suurem –, siis on edasises analüüsis (ja võimalikule Eesti tulevase majandusarengu strateegiale mõeldes) kõige otstarbekam keskenduda tööstuse, aga ka transpordi, laonduse ja side sektorite arengule.¹⁶⁷

¹⁶⁵ Panus majanduse tootlikkuse kasvu on arvatud kui osakaal tööhõivega kaalutud sektoraalsete tootlikkuse kasvude summas.

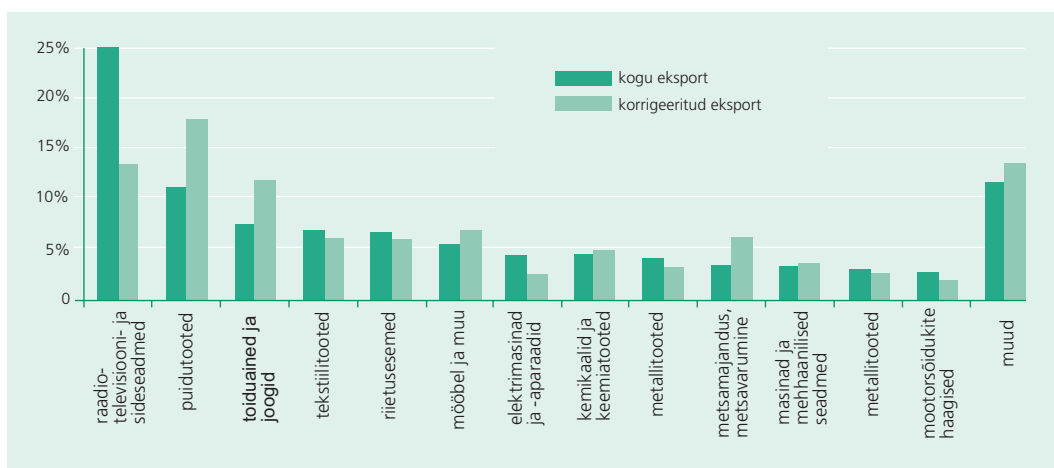
¹⁶⁶ Kui võrd Eestis on tootlikkuse kasv suur osa olnud tööstuse tugeval restruktureerimisel, sarnanes Eesti töötleva tööstuse struktuur sajandivahetusel Saksamaa omale. Täpsemalt üle 1/5 tööstuse tootlikkuse kasvust loetakse põhjustatuks hõive struktuursete nihete poolt ja seda ressursside madalama kasutusefektiivsusega majandusharude kulul. Kui ei oleks olnud just sellist tööjõu ümberpaigutust erinevate tootmisarude vahel, Eesti tootlikkuse kasv selles sektoris oleks olnud palju väiksem keskmisest 4,8% aastas perioodil 1993-2000. Vt Johannes Stephan, *Evolving Structural Patterns in the Enlarging European Division of Labour: Sectoral and Branch Specialisation and the Potentials for Closing the Productivity Gap*, Halle: Institut für Wirtschaftsforschung Halle – IWH, 5/2003, 50-51, http://www.iwh-halle.de/projects/productivity-gap/publications/Report_WP1.pdf.

¹⁶⁷ *Ibid.*, 33.

Euroopa Komisjoni poolt 2003. aastal avaldatud konkurentsivõime raport kordab üle paljude teadlaste järelduse, et mitmete Kesk- ja Ida-Euroopa riikide (sh Bulgaaria, Läti, Leedu, Poola ja Rumeenia) majandused on nii väliskaubanduse kui tööstuse spetsialiseerumise osas „lukustunud” traditsioonilistele suhteliselt vähe oskusi nõudvatele tööjõumahukatele aladele. Samas on Ungari, Tšehhi Vabariigi, Slovakkia, aga ka Eesti spetsialiseerumises suurenenud suhteliselt kiiresti tehnoloogiliselt keerukamate tööstusharude osakaal. Seejuures leitakse, et erinevate riikide spetsialiseerumise määravad paljus välismaised otseinvesteeringud, hariduse ja tööjõu pakkumise struktuur.¹⁶⁸

Samas, kuigi kõrgtehnoloogilistel tegevustel nagu info- ja telekommunikatsioonitehnoloogiad ja elektroonika, mis on nii Eesti, Ungari jt Kesk- ja Ida-Euroopa spetsialiseerumise ja kaubaekspordistruktuuri oluline osa, on nende panus ekspordi lisandväärtusse osutunud siiski märksa väiksemaks kui mitmetel hoopis traditsioonilisematel ressursimahukatel aladel. (Joonis 27) Selliste esmapilgul üllatavate arengute taga on üha laienev globaliseerumine ning vertikaalne kaubandus, kus sama tööstussektori hinnakonkurentsis on vähem läbilöögivõimelised funktsioonid odavamatesse Kesk- ja Ida-Euroopa riikidesse välja viidud, kuid kontroll tegevuse ja kasumi teenimise üle säilitatud.¹⁶⁹

Joonis 27. Kogu ja lisandväärtuse järgi korregeeritud kaubaekspordi struktuur 2001. aastal.



Allikas: Ülo Kaasik, *Eesti eksporditoodete lisandväärtus*, Eesti Panga Toimetised, 3, 2003, 11.

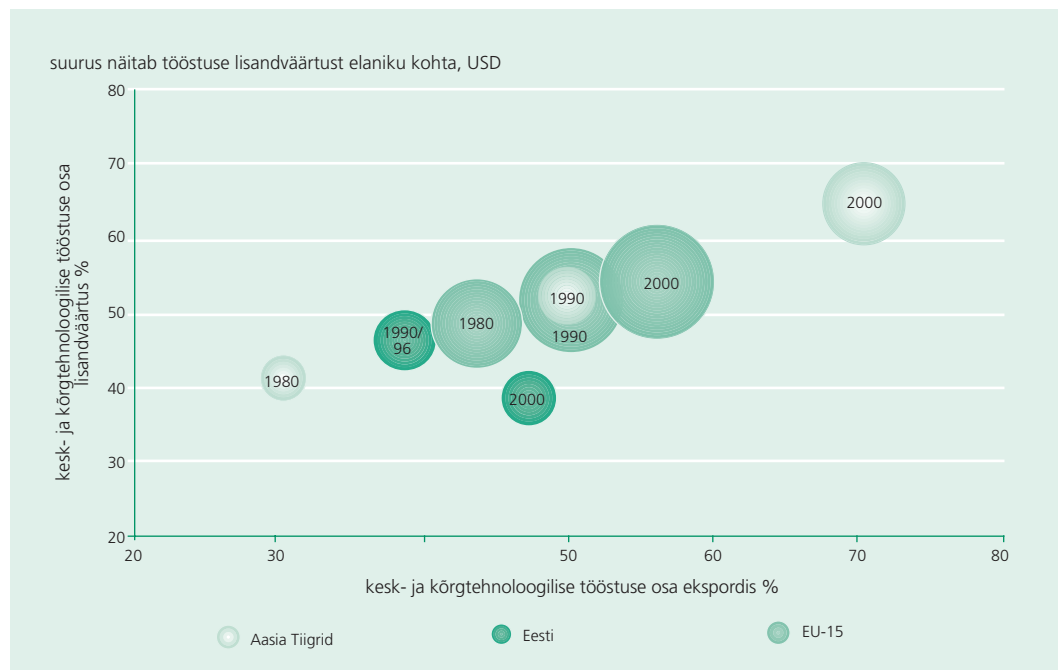
Tööstusharude sisese spetsialiseerumise detailsem analüüs näitab, et Balti riikide madalatehnoloogilistes tööstusharudes on 1995-2000 toimunud liikumine keskmise ja kõrgematehnoloogilistele tegevustele, kõrgtehnoloogilistes tööstusharudes on seevastu toimunud spetsialiseerumine madala- ja keskmisetehnoloogilistele tegevustele.¹⁷⁰

Ühelt poolt on välisinvesteeringutega kaasnenud tehnosiirdel, nagu investeeringutepõhise majandusega riikidele tüüpiline, olnud Eesti arengus äärmiselt oluline liikumapanev roll. Samas täheldame 1990ndatel aastatel Eesti tööstuse struktuurset taandarengut ning spetsialiseerumist madalamatehnoloogilistele ja ressursimahukamatele tegevustele, mis ei võimalda täna edasist sissetulekute tõusu riigis. (Joonis 28)

¹⁶⁸ *European Competitiveness Report 2003*, European Commission, 2004, 229, http://europa.eu.int/comm/enterprise/enterprise_policy/competitiveness/doc/compreg_2003_en.pdf.

¹⁶⁹ Eesti kontekstis on rahvusvaheliste korporatsioonide roll tuntav juba ainuüksi Eesti üheks suurimaks töandjaks tõusnud *Elcoteq Tallinn* AS-i näitel Eesti impordis-ekspordis. See, kas Eestit hinnatakse rahvusvahelises statistikas kõrgtehnoloogiliseks riigiks tulenevalt *Elcoteq Tallinn* AS-i ekspordipanusest, polegi nii oluline kui äratundmine, et vaja on saavutada kodumaiste ettevõtete integreerumine rahvusvaheliste tootmis- ja lisandväärtuse loomise ahelasse ning pidev väärtusahelas ülespoole liikumine. Vt ka Dieter Ernst ja Linsu Kim, „Global Production Networks, Knowledge Diffusion, and Local Capability Formation”, *Research Policy*, 31, 8-9, 2002, 1417-1429; Hubert Gabrisch ja Maria Luigia Segnana, *Vertical and Horizontal Patterns of Intra-industry Trade Between EU and Candidate Countries*, Halle, 2003, 32, <http://www.iwh-halle.de/projects/productivity-gap/>.

¹⁷⁰ Uwe Dulleck, Neil Foster, Robert Stehrer ja Julia Wörz, *Dimensions of Quality Upgrading in CEECs*, WIIW Working Papers 29, 2004, 11-12, <http://www.wiwi.ac.at/pdf/wp29.pdf>.

Joonis 28. Tööstuse areng Eestis, Lääne-Euroopas ja Kagu-Aasias, 1980-2000.¹⁷¹

Allikas: *Industrial Development Report 2004. Industrialization, Environment and the Millennium Development Goals in Sub-Saharan Africa*, UNIDO, UNIDO: Vienna, <http://www.unido.org/>, 2004; autorite arvutused.

Oma rolli on selles mänginud nii N. Liidu turu ära langemine kui karm majandusloogika, mille kohaselt hävineb turgude avamisel suhteliselt nõrgemal positsioonil oleva riigi kõrgematehnoloogiline tööstus esimesena.¹⁷²

Eesti edasine püsimine väljakujunenud hinnakonkurentsis eeldaks võimalikult madalamaid kulusid toote ühiku kohta ehk võimalikult odavamat tööjõudu ning väga kiiresti kasvavaid tootmismahutusi.¹⁷³ Eesti kesk- ja madalatehnoloogilised ettevõtted töötavad täna aga negatiivse mastaabiefekti tingimustes, st mahutade kasvades lisandväärtus ühiku kohta väheneb. See viitab üheselt nende poolt kasutatavate tehnoloogiliste lahenduste piiratusle ning väga tugevale hinnakonkurentstile. See omakorda tähendab ühelt poolt tugevat moderniseerumist kui teisalt ka majanduse tugevat kontsentreerumist ja spetsialiseerumise vähenemist.¹⁷⁴

Suurem osa Eesti tööstuse mahajäämusest tuleneb toiduainete-, tekstiili- ja puidutööstuste madalast tootlikkusest. Kuna Eesti tööstus on spetsialiseerunud praktiliselt täielikult puidutöötlemisega seotud aladele, siis on loogiline siduda ka Eesti majanduslik järelejätmine Lääne-Euroopale lähiaastatel valdavalt tootlikkuse kasvuga tänast spetsialiseerumist domineerivas puidutööstuses (sh mööbli- ja paberitootmine). (Tabel 10)

¹⁷¹ Joonisel on kasutatud järgnevate riikide andmeid. EU-15: Austria, Belgia, Taani, Soome, Prantsusmaa, Saksamaa, Kreeka, Iirimaa, Itaalia, Luxemburg, Holland, Portugal, Hispaania, Rootsi, Suurbritannia. Aasia tiigririd: Korea, Malaisia, Singapur, Tai. Kõikidel juhtudel on välja arvatud keskmised.

¹⁷² Vanek-Reinert efekt, Erik S. Reinert, *International Trade and the Economic Mechanisms of Underdevelopment*, Ph D. Thesis, Cornell University, Ann Arbor, Michigan, 1980; Erik S. Reinert (toimetaja), *Globalization, Economic Development and Inequality: An Alternative Perspective*, Cheltenham: Elgar, 2004; vt ka Erik S. Reinert ja Rainer Kattel, *The Qualitative Shift in European Integration: Towards Permanent Wage Pressures and a 'Latin-Americanization' of Europe?*, Tallinn: PRAXIS Working Paper no 17/2004, 2004 http://www.praxis.ee/data/WP_17_20042.pdf.

¹⁷³ Vt nt Marek Tiits, Rainer Kattel, Tarmo Kalvet, Rein Kaarli, *Eesti majanduse konkurentsivõime ja tulevikuväljavaated*, Tallinn: Teadus- ja Arendusnõukogu, 2003.

¹⁷⁴ Rainer Kattel ja Riivo Anton, „The Estonian Genome Project and Economic Development”, *TRAMES*, 1/2, 8, 2004.

Tabel 10. 1993/1994. ja 1999/2000. aasta võrdluses enim töötleva tööstuse tootlikkuse kasvu toetanud sektorid.

Eesti			Poola		
DN	Mööbel ja mujal liigitamata tootmine	18,8%	DA	Toiduainete, jookide ja tubaka tootmine	16,6%
DD	Puidutöötlemine ja puittoodete tootmine	15,6%	DK	Mujal liigitamata seadmete tootmine	9,1%
DL	Elektri- ja optikaseadmete tootmine	10,5%	DI	Mittemetallsetest mineraalidest tooted	8,3%
Kokku		44,9%	Kokku		34,0%

Tšehhi			Slovakkia		
DM	Transpordivahendite tootmine	15,9%	DM	Transpordivahendite tootmine	22,8%
DK	Mujal liigitamata seadmete tootmine	15,5%	DK	Mujal liigitamata seadmete tootmine	14,6%
DJ	Metalli ja metalltoodete tootmine	13,7%	DL	Elektri- ja optikaseadmete tootmine	12,7%
Kokku		45,1%	Kokku		50,1%

Ungari			Sloveenia		
DL	Elektri- ja optikaseadmete tootmine	22,6%	DJ	Metalli ja metalltoodete tootmine	17,1%
DA	Toiduainete, jookide ja tubaka tootmine	14,1%	DK	Mujal liigitamata seadmete tootmine	13,1%
DM	Transpordivahendite tootmine	16,6%	DB	Tekstiili ja tekstiiltoodete tootmine	12,4%
Kokku		53,3%	Kokku		42,6%

Allikas: Johannes Stephan, *Evolving Structural Patterns in the Enlarging European Division of Labour: Sectoral and Branch Specialisation and the Potentials for Closing the Productivity Gap*, Halle: Institut für Wirtschaftsforschung Halle – IWH, 5/2003, 51, http://www.iwh-halle.de/projects/productivity-gap/publications/Report_WP1.pdf.

3.3. *Acquis communautaire* ja innovatsioon

Välismaiste otseinvesteeringute kõrval on Euroopa Liidu *acquis communautaire*'i ülevõtmine olnud Kesk- ja Ida-Euroopas üks peamisi sotsiaal-majanduslikku arengut mõjutavaid tegureid. Osalt üldistest poliitilistest prioriteetidest ning osalt Eesti innovatsioonipoliitika piiratusest ja noorusest tingituna on Euroopa Liidu regulatsiooni ülevõtmise mõju Eesti tehnoloogilisele ja seeläbi ka sotsiaal-majanduslikule arengule olnud õigupoolest kaugelt suurem kui ametliku, peamiselt kohalike teadussaavutuste kommersialiseerimisele keskenduva innovatsioonipoliitika oma.¹⁷⁵

Jõukohases tempos rakendatav *acquis*, selle nõuete täitmiseks tehtavad investeeringud ja ühtsete standardite kasutuselevõtt toovad seevastu pikemas perspektiivis kõrvalefektina selgelt kaasa tootlikkuse kasvu ja tööstuse konkurentsivõime suurenemise. Kuigi *acquis* ei puuduta kõiki tööstusi päris ühtmoodi, on kokkuvõtteks siiski praktiliselt kõik tööstusharud sunnitud Euroopa Liidu regulatsiooni täitmiseks investeerima oluliselt nii toodete, töökeskkonna, tootmisprotsesside kui jäätmekäitluse jmt kaasajastamisse ehk innovatsiooni.¹⁷⁶

¹⁷⁵ Vt ka Rainer Kattel, Valitsemine innovatsioonipoliitikas: Eesti näide, raamatus Vello Pettai ja Eveli Illing (toimetajad), *Valitsemine ja hea valitsemine*. Tallinn: Poliitikauuringute Keskus PRAXIS, 2004.

¹⁷⁶ Ühisturu standarditest on kõige enam mõjutatud toiduainete- ja keemiatööstus, mille toodetest reguleerib *acquis* kuni 2/3. Olulisel määral on samuti ühisturu reeglites samuti mõjutatud masinate, transpordivahendite ja elektriseadmete tootmine. Tööttervishoiu ja -ohutuse alane regulatsioon puudutab seevastu enim puidu- ja keemiatööstust, konkurentsireeglite mõju on suurim metallitöötlemises. Kõige suurem vajadus investeeringuteks tuleneb aga hoopis Euroopa Liidu keskkonnanõuetest, mis mõjutavad enim söe- ja metalli- ning tselluloosi- ja paberitööstusi. Vt Peter Havlik, Michael Landesmann, Roman Römisch, Robert Stehrer ja Björn Gillsäter, *Competitiveness of Industry in CEE Candidate Countries: Composite Paper*, Viin: Vienna Institute for International Economic Studies, 2001.

Üheks iseloomulikuks näiteks sellest, kuidas vajadus Euroopa ühtse regulatsiooni täitmiseks sunnib majandusharu end radikaalselt uuendama, on Eesti energiasektor. Üle 90% Eesti elektritoodangust toodavad Narva elektrijaamad, mille kasutegur elektrienergia tootmisel on alla 30%. Vastavalt Euroopa Liidu keskkonnanõuetele tuleb hiljemalt 2015. aastaks kõik Narvas töötavad vanad energiaplokid sulgeda. Sel aastal peaks Narvas lõppema 3,9 miljardit krooni maksev kahe ploki üleviimine uuele tehnoloogiale. Need kaks uut ploki suudavad oma 430 MW koguvõimsusega katta vaid umbes veerandi Eestis praegu vajaminevast elektrilisest võimsusest. Seega tuleb Eesti energeetikas lähiaastatel teha väga suuri investeeringuid kas vanade elektrijaamade renoveerimiseks või uute elektrijaamade ehitamiseks, et tagada kodumaise energiatarbe rahuldamine ning keskkonnanõuete täitmine.¹⁷⁷

Pealesunnitud vajadus lääne standardite kiireks rakendamiseks võib mitmetele tööstusharudele Kesk- ja Ida-Euroopa riikides lühemas perspektiivis tähendada konkurentsivõime kadu, mis võib omakorda viia järskude struktuursete muutusteni majanduses ja ühiskonnas. Mitmetele uutele liikmesriikidele ning eelkõige just väikeettevõtetele (ning olukorras, kus üleminekuperioodi kehtestatud ei ole) võib vajadus Euroopa ühtset regulatsiooni täies mahus rakendada aga tähendada tõsisemaid probleeme. Neist suurimateks hinnatakse probleeme toiduainete-, keemia-, metalli- ja masinatööstuses ning energeetikas.¹⁷⁸

Eriti murettekitav on Kirde-Eesti seis, kus tööstuse tööhõive on suurem kui mujal Eestis. Ühelt poolt on tegu loodusressursirikka regiooniga ja Eesti peamise tööstuse paiknemiskohaga, kus kaevandus, keemia- ja tekstiilitööstus ning energiatootmine on eriti olulised. Samas olid sealsed rasketööstused suuresti orienteeritud N. Liidu turule ning ei olnud iseseisvumisel konkurentsivõimelised ja ei ole seda suuresti ka täna. Seetõttu on tööstuse restruktureerimine Kirde-Eesti üks peamisi väljakutseid; see on juba põhjustanud märkimisväärsed töökohtade kaotusi ja põhjustab tõenäoliselt veelgi. Küll aga antakse positiivne hinnang Eesti puidusektorile ning selle arenguperspektiividele.¹⁷⁹

Eelöeldust tulenevalt on Eesti innovatsioonipoliitika võimalused majandusarengu toetamiseks kõige suuremad erinevate puidutöötlemisega seotud alade kaasajastamisel ning liikumisel väärtusahelas järjest suurema lisandväärtusega tegevustele. Soome majandusareng 1970-1980. aastatel ja Rootsile järele jõudmiseks rakendatud poliitika pakuvad siin kindlasti ohtralt tänuväärset ja inspireerivat eeskju.¹⁸⁰

3.4. Inimressurss, tööhõive ja sotsiaalne jätkusuutlikkus¹⁸¹

Eesti majanduse ja tööstuse restruktureerimist ja kaasajastamist on iseloomustanud areng, mille käigus tootlikkuse kasvu aluseks olevad tehnoloogilised ja organisatsioonilised uuendused on toonud kaasa tööhõive languse. Oma roll on sellistes arengutes olnud nii sotsialistlikust personaliliigsusest vabanemisel kui tööjõudu säästvate uute tehnoloogiate kasutuselevõtul ja ebaefektiivsete ettevõtete sulgemisel. Paraku ei ole aga tootlikumad ettevõtted suutnud samas tempos uusi töökohti luua.¹⁸² (Joonis 29)

¹⁷⁷ Eesti Riiklik Arengukava Euroopa Liidu Struktuurifondide Kasutuselevõtuks, Ühtne Programmdokument 2004-2006, 2004, 60-65, http://www.struktuurifondid.ee/failid/RAK_VV_kinnitatud_muudet_VV_korraldus.pdf; Kütuse- ja energiamajanduse pikaajaline riiklik arengukava aastani 2015, Riigikogu, RTI, 88, 601, 2004, <http://www.mkm.ee/doc.php?7622>.

¹⁷⁸ Peter Havlik, Michael Landesmann, Roman Römisch, Robert Stehrer ja Björn Gillsäter, *Competitiveness of Industry in CEE Candidate Countries: Composite Paper*, Viin: Vienna Institute for International Economic Studies, 2001, 120-144.

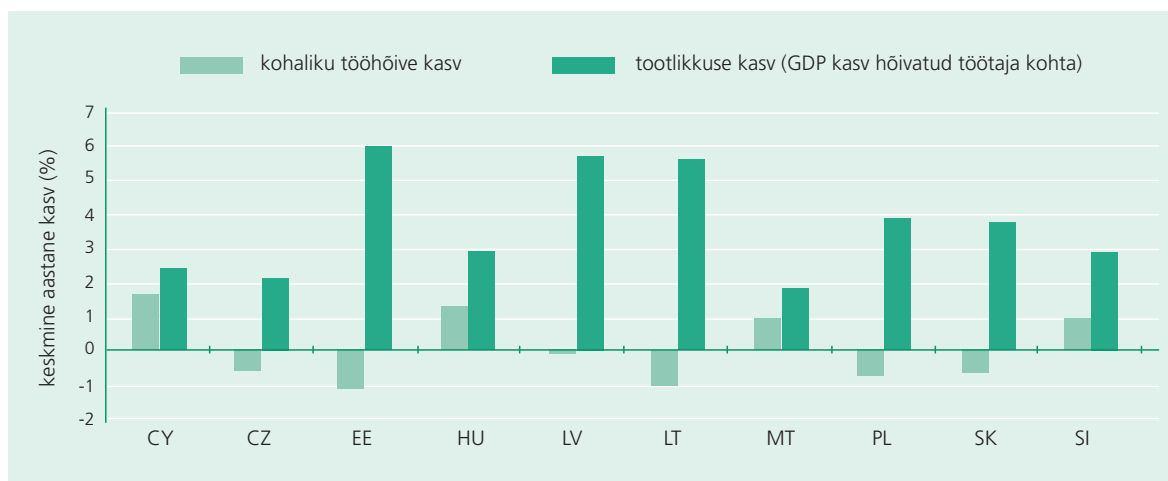
¹⁷⁹ *Ibid*, 149-150.

¹⁸⁰ Vt Tarmo Lemola, Transformation of the Finnish Science and Technology Policy, *Science Studies*, 1/2003, 52-67.

¹⁸¹ Põhjalikumaks ülevaateks vt *Human Development Report 2003*, United Nations Development Programme, UK: Oxford University Press, 2003; *Eesti inimarengu aruanne 2003*, Tallinna Pedagoogikaülikool, Tallinn, 2003.

¹⁸² Jaan Masso, Raul Eamets ja Kaia Philips, *Creative Destruction and Transition: The Effects of Firm Entry and Exit on Productivity Growth in Estonia*, Institute for the Study of Labor (IZA), Discussion Paper 1243, 2004.

Joonis 29. Keskmine SKP kasv Euroopa Liidu uutes liikmesriikides aastatel 1997-2002.



Allikas: *Jobs, jobs, jobs: Creating more employment in Europe, Report of the Employment Task Force chaired by Wim Kok*, Office for Official Publications of the European Communities, 2004, 91.

Kuigi Eesti kogutööhõive on 15 aastaga langenud 16%, on töötleva tööstuse tööhõive vähenenud aastast 1989 kuni 2003 ligi 60%, põllumajandussektoris isegi üle 67%. Kui aastal 1989 oli töötleva tööstuse osakaal kogu tööhõivest 26%, siis 2003. aastal oli see 23%; põllumajanduses vastavalt 18% ja alla 6%. Suhteliselt kõige suurem tõus tööhõives on seevastu aset leidnud kaubanduses, mille osakaal kogu tööhõives on kasvanud 7%-lt 14%-le. Kahekordistunud on hõive finantsvahenduses. Laenubuumi taustal on samuti täheldatav mõningane hõive kasv kinnisvaraäris. (Tabel 11)

Eesti tööhõive üldise langustrendi taustal on sisuliselt muutumatuks jäänud lihttööliste arv, oskus- ja käsitööliste arv on vähenenud samal ajal kaks korda (põllumajanduses ja kalanduses koguni kolm korda). Ametnike arv on vähenenud kolmandiku võrra, keskastme ja tippspetsialistide arv veerandi võrra.¹⁸³

¹⁸³ 15-69-aastased hõivatud soo ja ametirühma järgi (1989-2003), Eesti Statistikaamet, november 2004.

Tabel 11. Tööhõive: 15-69-aastased hõivatud tegevusala järgi (tuhandetes).

	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Põllumajandus, jahindus ja metsamajandus	150,8	140,2	132,2	117,5	96,2	82,8	58,7	55,3	49,7	48,6	43,6	38	36,8	38	33,9
Kalandus	26,5	24,3	23,1	20,2	15,6	12,8	5,8	4,9	6,8	4,8	3,1	2,9	2,7	1,9	2,3
Mäetööstus	12,3	12,3	12,1	12,5	11,4	11,1	9,2	8,8	7,1	7,5	7,9	7,2	5,8	5,7	5,6
Töötlev tööstus	214,9	212,1	202,3	183,1	151,1	140,5	157,7	148,4	136	131,3	122,4	128,9	133,5	127,3	133,5
Elektrienergia-, gaasi- ja veevarustus	18,6	19	18,7	18,3	18,3	19,2	15,4	15,7	16,6	17,2	16,4	14,7	11,4	10,5	10,2
Ehitus	64,9	66,1	65,7	60,2	51,6	48,6	34,5	35,5	44,8	44,1	38,9	39,7	39,3	38,9	42,9
Hulgi- ja jaemüük	61,6	63,2	65,6	71,9	80	85,9	80,1	82,5	86	85,4	81,5	79	83,4	85,7	80,1
Hotellid ja restoranid	18,8	18,2	19,1	18	17	18,2	17,2	17	14	13,7	13	19,9	17,3	17,9	17,3
Veondus, laondus ja side	65,6	68,3	68,2	62,3	59,1	57,4	63,7	61,9	56,3	54,9	59	56,7	53,6	53,7	56
Finantsvahendus	3,9	4,2	4,8	5,8	6,5	7,7	6,9	6,3	7	8,1	8,6	7,7	7,1	7,9	7,6
Kinnisvara-, üürimis- ja äritegevus	33,6	34	31,8	29	28,3	30	31,2	31	33,5	36,7	36,5	39,2	36,9	43,3	42,8
Avalik haldus ja riigikaitse	32,8	32	31,5	32,4	34,5	35,3	34,5	33,7	32,3	34,7	34,6	33,9	34,2	33,1	34,3
Haridus	51	48,7	47,6	48,3	48,7	46,9	53,8	54,1	55,6	53,2	49,8	44,2	50,5	54,8	55,7
Tervishoid ja sotsiaalhoid	50,5	49,5	50,4	48,2	46,9	46,1	35,7	35	35,1	33,4	30,8	28,1	30,4	31	35,7
Muud tegevusalad	32	33,6	33,5	33,7	33,7	32,8	29	29,2	32,1	28,8	29,3	28,2	29,4	29,6	30,2
Tegevusalad kokku	837,9	825,8	806,6	761,4	698,9	675,4	633,4	619,3	613	602,5	575,3	568,3	572,2	579,3	588,1
Tööhõive määr (%)	76,4	75,0	73,2	69,5	65,5	64,6	61,7	61,2	61,3	60,6	58,2	57,6	58,1	58,8	59,7

Allikas: Eesti Statistikaamet, oktoober 2004.

Tööhõive kesk- ja kõrgtehnoloogilistes töötleva tööstuse harudes on Eestis viimastel aastatel langenud ning oli 2003. aastal 3,4% (aastal 2001 oli see 4,9%), mis on vaid ligikaudu pool nii EL-15 kui ka EL-25 keskmisest näitajast. Sama kehtib ka tööhõive kohta kesk- ja kõrgtehnoloogiliste teenindussektori harude kohta¹⁸⁴ – Eesti tööhõive vastavas sektoris (2,3% aastal 2003) on 66% EL-15 ning 73% EL-25 vastavast näitajast.¹⁸⁵

Kuna majanduses on toimunud struktuursete muutuste taustal spetsialiseerumine vähem teadmiste- ja oskustemahukamatele tegevustele ning suur osa tööstusest kogeb negatiivset mastaabiefekti (vt ptk 3.2), siis pole üllatav, et töäjõukulude suurenemisel 1% võrra väheneb Eesti tööhõive 0,26%.¹⁸⁶ Siit johtub ka terav surve maksude alandamiseks ja miinimumpalga diferentseerimiseks (loe: alandamiseks), sest muidu ei õnnestu ettevõtetel seniste kulupõhiste konkurentsielustega konkurentsipüsida. Kuigi kulude vähenemine aitaks probleemsetel ettevõtetel lühiajaliselt töökohti säilitada, tähendab see tegelikult üksnes Eesti majanduse struktuursetele probleemidele lahenduste leidmise edasilükkamist.

Ehkki Eestis valitseb kõrge (ja sageli pikaajaline) tööpuudus, ei suuda ettevõtted leida sobiliku kvalifitsiooniga töäjõudu, olulisemaks probleemiks siinjuures on kvalifitseeritud teaduse- ja tehnikaerialade lõpetanute väikene arv.¹⁸⁷ (vt ka Tabel 12)

¹⁸⁴ Teadmistemahukate teenuste puhul tuleb tähele panna, et neid teenuseid iseloomustab riigi suurusest sõltumata teatud minimaalne hõive vajadus. Väiksema riigi puhul tähendab see seega suhteliselt suuremat osa kogu tööhõivest. Teiseks moodustavad eksporditavad teenused standardset teadmistemahukate teenuste nomenklatuurist suhteliselt väikese osa. Seetõttu jääb ka nende panus majandusarengusse ja konkurentsivõime tõstmisse, nagu on defineeritud autorite poolt, vaatamata kõigele piiratuks.

¹⁸⁵ *European Innovation Scoreboard 2004. Comparative Analysis of Innovation Performance*, European Commission, 2004, http://trendchart.cordis.lu/scoreboards/scoreboard2004/pdf/eis_2004.pdf; *European Innovation Scoreboard 2004. Annex 2. Country Pages EU25 + Candidate countries*, European Commission, 2004, http://trendchart.cordis.lu/scoreboards/scoreboard2004/pdf/eis_2004_annex2.pdf.

¹⁸⁶ Janno Järve, *Töäjõukulude mõju tööjõu nõudlusele Eesti tööstusettevõtetes*, Poliitikaanalüüs 1/2002, Tallinn: Poliitikauringute Keskus PRAXIS; Marit Hinnosaar, Tairi Rõõm, *The Impact of Minimum Wage on the Labor Market in Estonia: an Empirical Analysis*, Working papers of Eesti Pank, 8, 2003.

¹⁸⁷ Info- ja kommunikatsioonitehnoloogia sektori kohta vt Rainer Kattel ja Tarmo Kalvet, *Teadmispõhine majandus ning infotehnoloogiaalane haridus: hetkeolukord ning väljakutsed haridussüsteemile aastani 2008*, Poliitikauringute Keskus PRAXIS, 2005.

Tabel 12. Teaduse- ja tehnikaerialade¹⁸⁸ lõpetanute osakaal 20-29 aastaste noorte hulgas, 1993-2002.

	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Iirimaa	19,10	21,00	21,40	21,90	21,80	22,40		23,20	21,70	20,50
Soome	13,20	13,00	13,00	13,10	15,80	15,90	17,80	16,00	17,20	
Leedu					7,30	9,30	11,70	13,50	14,80	14,60
Rootsi	6,20	6,30	7,30	7,40	7,80	7,90	9,70	11,60	12,40	13,30
Jaapan			12,70	12,50		12,36	12,76	12,97	13,04	
EL-15					10,30	10,70	11,12	11,43	12,38	12,47
Bulgaaria					6,00	5,50	6,50	6,60	7,90	11,70
EL-25					9,28	9,67	10,12	10,45	11,30	11,49
US	10,30	10,90	11,20	11,50		9,60	9,70	10,20		
Sloveenia					6,30	8,00	8,40	8,90	8,20	9,50
Läti					6,90	5,90	6,30	7,50	7,60	8,10
Eesti					4,20			7,00	7,30	6,60
Holland	5,50	5,40	5,60	6,60		6,00	5,80	5,80	6,10	6,60
Ungari					5,00	5,00	5,10	4,50	3,70	4,80

Allikas: *European Innovation Scoreboard 2004, Comparative Analysis of Innovation Performance*, European Commission, 2004; *European Innovation Scoreboard 2004. Annex 2. Country Pages EU25 + Candidate countries*, European Commission, 2004, <http://trendchart.cordis.lu/scoreboards/scoreboard2004/>.

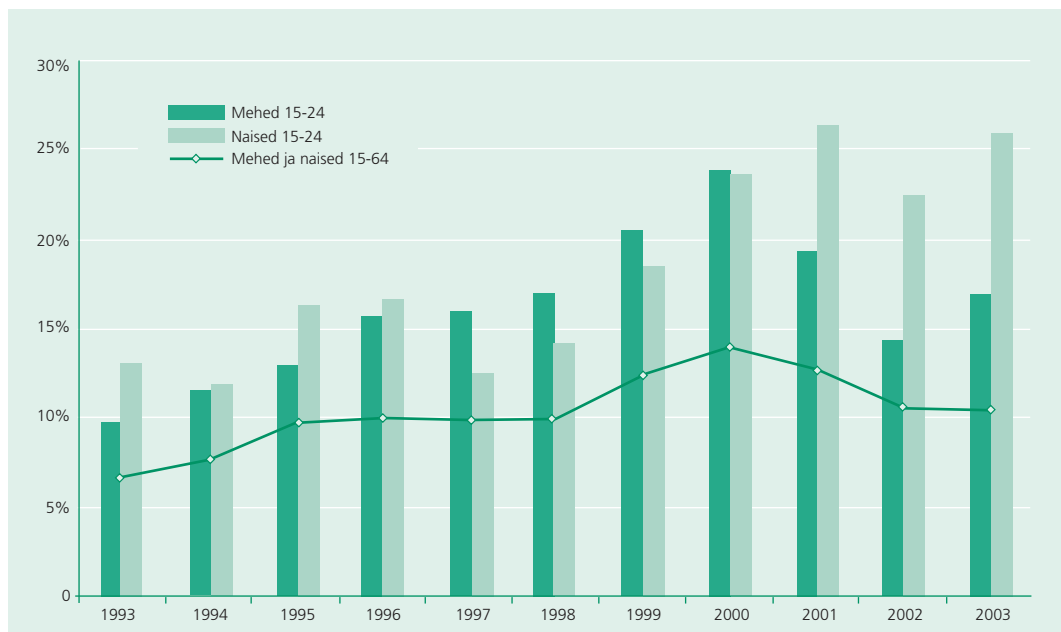
Varem aktiivsed kuid töökoha kaotanud inimesed, kes vajaksid ümberõpet, leiavad olemasolevate oskustega rakendust ainult miinimumpalga lähedase palgaga või ei leia üldse uut tööd. Üleüldise elatustaseme säilitamise või tõusu seisukohalt on aga nii tööjõu tootlikkus kui hõivatute hulk mõlemad ühtmoodi olulised.¹⁸⁹ Eriti probleemne on eelpooltoodu kontekstis 15-24-aastaste tänane kõrge töötuse määr, mis ulatub meestel 17% ja naistel isegi 26%-ni.¹⁹⁰ (Joonis 30)

¹⁸⁸ Sisaldab täppis-, loodus- ja inseneriteaduste (*S&E*) lõpetajaid kõrghariduse astmel (haridusaste 5A või kõrgem) järgmistel aladel: bioteadused (ISC42), füüsikalised loodusteadused (ISC44), matemaatika ja statistika (ISC46), arvutiteadused (ISC48), tehnikaalad (ISC52), tootmine ja töötlemine (ISC54) ning arhitektuur ja ehitus (ISC58).

¹⁸⁹ Kuigi rakendatud ka N. Liidus, ei ole täieliku tööhõive poliitika kui Euroopa Liidu Lissaboni strateegia keskse elemendina kuidagi seotud sotsialistliku liikumisega. Peale 1930. aastate „suurt depressiooni“ lähtus enamus arenenud tööstusriike arusaamast, et täieliku tööhõive tagamine on üks riigi olulisi ülesandeid. Suuremate tööjõukulude katmise peamise allikatena nähti seejuures nõudluse ja tootlikkuse kasvu. Analooiliselt oli ka 19. sajandil Napoleon III poliitikas nälja ja vastuhakkude ärahoidmiseks olulisel kohal vaeste tööhõive tagamine majandusliku surutise ajal. Seega kuigi tehnoloogiast tingitud tööjõukohtade vähenemine on mingil määral kõrgetehnoloogiale ümber orienteerumise lõiv, on olulised siinjuures preventatiivsed lahendid tööjõu taseme säilitamiseks. Seepärast üleminek uutele kõrgetehnoloogilistele valdkondadele ning ulatuslikule struktuursele muutusele peab algama ikkagi olemasoleva tööjõudu absorbeeriva traditsioonilise tööstuse kaasajastamist, mille mahud võimaldaksid füüsilist laienemist ning saadaolevad ressursid seda ka toetaks.

¹⁹⁰ Vt ka *Labour Market and Social Policies in the Baltic Countries*, OECD, 2003, <http://213.253.134.29/oecd/pdfs/browseit/1403021E.PDF>.

Joonis 30. Töötuse määr Eestis 1993-2003.



Allikas: Statistika andmebaas, Eesti Statistikaamet, aprill 2004.

Kuigi Eesti 2003. aasta 60% tööhõive määr on võrreldav Euroopa Liidu keskmisega, jääb see USA 70% tasemest oluliselt maha. Lühem tööaeg, madalam hõive ning tootlikkus on ühtlasi ühed peamised põhjused, miks Euroopa majanduslikult Ameerika Ühendriikidest maha jääb. Kuigi *Lissaboni strateegia* eesmärk on jõuda Euroopas 2010. aastaks 70% tööhõiveni, ei tundu selle eesmärgi saavutamine kuigi realistlik. Samas ei tähenda see, et seatud eesmärkide saavutamine oleks muutunud Euroopa konkurentsivõime seisukohalt *vis-à-vis* USA, Hiina ja Kagu-Aasia kuidagi vähem kriitiliseks.¹⁹¹

Sellal kui EL-15 riigid investeerivad aktiivsetesse tööturumeetmetesse keskmiselt 1% SKP-st, investeerivad uued liikmesriigid 0,2% SKP-st. Kuigi Eesti aktiivne tööturupoliitika on tulemuslik ning iga Eestis tööturukoolitusse pandud kroon toob ühiskonnale tagasi 3 krooni, oli aktiivse tööturupoliitika kulutuste osakaal Eestis 2002. aastal ainult 0,08% SKP-st.¹⁹²

Tõrjutute arvu kasv seostub omakorda paratamatult varandusliku kihistumise suurenemisega. Nii ongi enamus Kesk- ja Ida-Euroopa üleminekuriike viimase 15 aasta jooksul kogenud varandusliku ebavõrdsuse järsku kasvu.¹⁹³ Nii üleminekuaja ebakindlusel kui sellel, et kahe lapsega peredest elab Eestis allpool vaesuspiiri 30% ja 3-lapselistest peredest 45% (vaesusriskis koguni 60%),¹⁹⁴ on omakorda selge mõju demograafilistele arengutele. Kui vaadata sissetulekute jagunemist erinevates Euroopa Liidu uutes liikmesriikides, siis Eestis on sissetulekute jagunemine ebahütlaseim. (Joonis 31)

¹⁹¹ Eestis eeldaks 2010. aastaks 70% hõive eesmärgi saavutamine hõive kasvu 60-70 tuhande töötaja võrra viie aasta jooksul. Vt ka *Facing the Challenge: The Lisbon Strategy for Growth and Employment, Report from the High Level Group Chaired by Wim Kok*, Euroopa Komisjon, November 2004, 11-12, http://europa.eu.int/comm/lisbon_strategy/pdf/2004-1866-EN-complet.pdf; *Employment in Europe 2004: Recent Trends and Prospects*, European Commission, 2004; *The EU Economy: 2004 Review*, European Commission, Brussels, 2004, 4.

¹⁹² Reelika Leetmaa, Andres Vörk, Raul Eamets, Kaja Sõstra, *Aktiivse tööpoliitika tulemuslikkuse analüüs Eestis*, Tallinn: Poliitikauuringute Keskus PRAXIS, 2003; *Key Structural Challenges in the Acceding Countries: The Integration of the Acceding Countries into the Community's Economic Policy Co-ordination Processes*, European Economy, Occasional papers no. 4, European Commission, July 2003.

¹⁹³ *Transition: First Ten Years*, World Bank, Washington D.C. 2002, 9.

¹⁹⁴ *Leibkonna sissetulekute ja kulutuste uuring*, Statistikaamet, 2000.

Joonis 31. Sissetulekute tase ning jagunemine erinevates Euroopa Liidu uutes liikmesriikides.



Allikas: Tobias Hüsing, *The Impact of ICT on Social Cohesion: Beyond the Digital Divide*, Paper presented at the 14th Economic Forum, September 9-11, 2004, Krynica Zdrój, Poland, 2004, 8, <http://fiste.jrc.es/download/impact%20of%20ict%20on%20social%20cohesion%20-%20huesing%20-%20final%20draft%20.pdf>.

Kui Euroopas langeb tööhõive seoses rahvastiku vananemisega kiiresti juba praegu, siis Eesti tööjõu pakkumine püsib ilma migratsioonita 2015. aastani enam-vähem senisel tasemel, hakates seejärel viimase kümnekonna aasta vältel kogetud madala sündivuse tõttu kiiresti langema.

Nende trendide kõige käegakatsutavama väljendusena hakkab 16–18-aastaste arv Eestis juba 2007. aastast väga kiiresti vähenema, jõudes 2015. aastaks pooleni 2003. aasta tasemest.¹⁹⁵ See aga tähendab omakorda õppekohtade vajaduse vähenemist põhi- ja keskkooli järgses kõrg- ja kutsehariduses poole võrra, teisalt peaksime aga *Lissaboni strateegiat* järgides aastaks 2010 suurendama täiendusõppes osalevate 24–65-aastaste inimeste arvu 2,4 korda.¹⁹⁶

Samuti on 2020. aastaks loomuliku iibe tulemusena Eestis 15-24-aastaste vanusegrupis inimesi üle kahe korra vähem kui 2000. aastal. (Joonis 32) Kui täna on Eestis iga pensionäri kohta neli tööalist, siis 2025. aastal on see suhe ÜRO hinnangul üks kolmele ja 2050. aastal enam kui üks kahele.¹⁹⁷ Kõikjal Euroopas üsna kiiresti vananev rahvastik toob paratamatult kaasa üsna terava konkurentsi immigrantidele: seda eriti kõrge kvalifikatsiooniga spetsialistide osas.¹⁹⁸

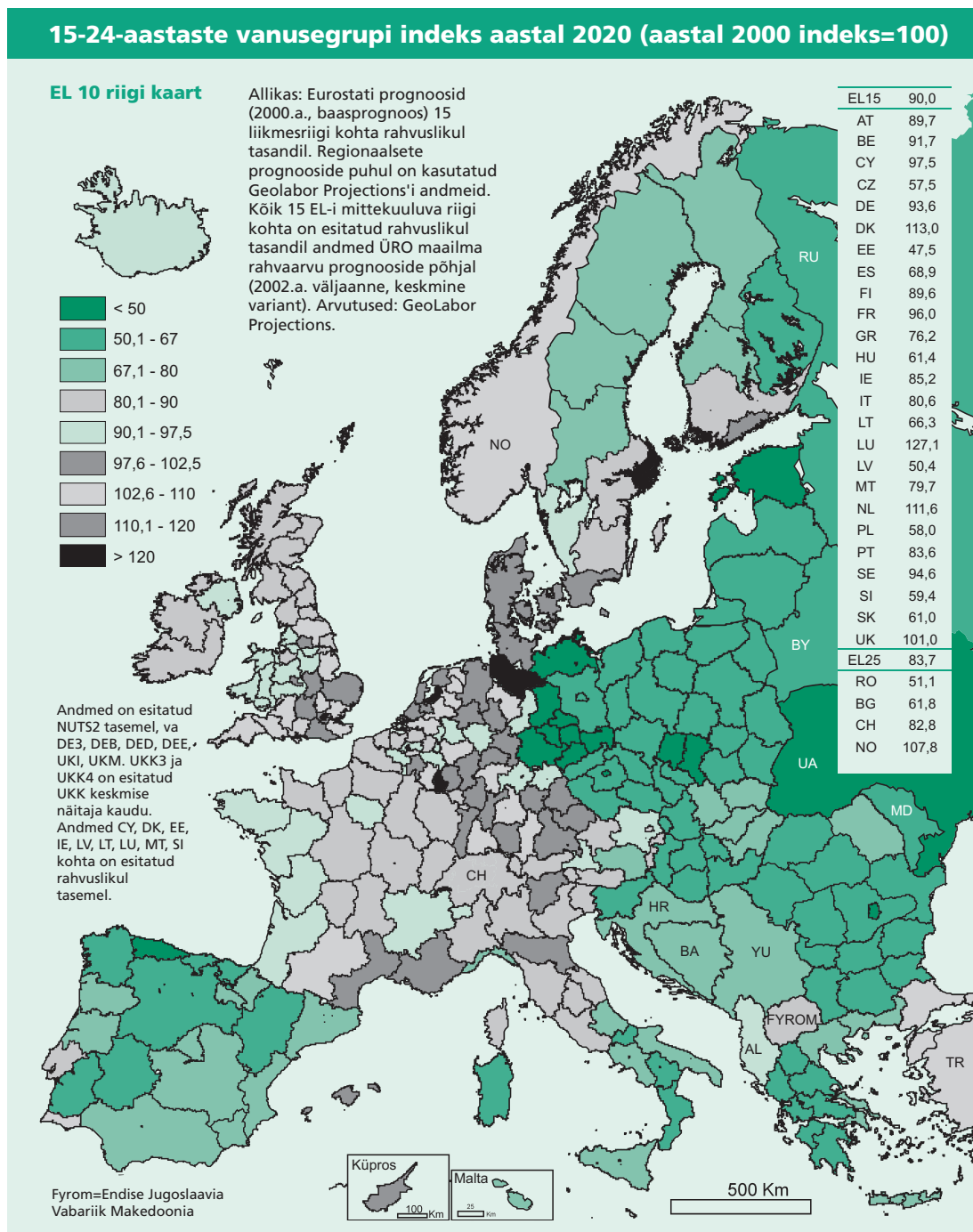
¹⁹⁵ Reelika Leetmaa, *Eesti tööturg ja Lissaboni strateegia eesmärgid*, ettekanne, Tartu, 5. november 2004.

¹⁹⁶ Tiina Annus, Jussi S. Jauhiainen, Katrin Jõgi, Jaak Kliimask, Liis Kraut, Mihkel Laan, Rivo Noorkõiv, Garri Raagmaa, Aloysius Ferdinand Maria (Loek) Nieuwenhuis, *Kutseõppeasutuste võrgu korraldamine lähtuvalt regionaalsest spetsialiseerumisest*, Tallinn: Poliitikauuringute Keskus PRAXIS, 2003, <http://www.praxis.ee/data/Koolivqrk0.pdf>.

¹⁹⁷ *World Population Prospects: The 2002 Revision Population Database*, United Nations, <http://esa.un.org/unpp>, December 2003.

¹⁹⁸ Vt nt *Best Before 01012015, Future Makers – Finland 2015*, Sitra, 2003, http://194.100.30.11/suomi2015/suomi2015_7/english/Best_%20before_01012015.pdf.

Joonis 32. 15-24 aastaste arv 2020. aastal (2000. aasta = 100%).



Allikas: Géry Coomans, *Atlas of Prospective Labour Supply*, Geolabour, Dublin 2004, <http://www.geolabour.com>.

Eesti ees seisavad samuti suured väljakutsed seoses tervishoiuga. Lisaks vajadusele näiteks reformida Eesti haiglavõrk ning tagada tervishoiusüsteemi areng, on Eesti ees suured väljakutsed seoses AIDSi – hinnatakse, et hiljemalt kümne aasta pärast on Eestis iga kolmas enneaegne surm põhjustatud AIDSi.¹⁹⁹ Sarnaselt on USA Luure Keskagentuur (CIA) hoiatanud Venemaal seoses HIV/AIDSi epideemilise levikuga võimenduvate sotsiaalsete, majanduslike, tervishoiualaste ja sõjaliste probleemide eest. ÜRO arenguprogrammi hinnangul toob HIV epideemia Venemaal kaasa SKP 10-12% languse.²⁰⁰ Eesti olukord on veel keerulisem. Endise N. Liidu aladel levib viirus kõige kiiremini Eestis; HIVi nakatunute suhtarvult elaniku kohta järgnevad Venemaa, Ukraina, Läti ja Valgevene. AIDSi haigestunute osakaal elanikkonnas on seejuures Eestis ligi kaks korda suurem kui Valgevenes.²⁰¹

OECD hinnangul ei jäta kõrge töötus, tagasihoidlikud sissetulekud ja paljudest Euroopa riikidest ebaühtlasem sissetulekute jaotus Eesti valitsusele õigupoolest kuigi palju manööverdamisruumi. Eesti tööpoliitika kõige peamiseks eesmärgiks peab olema sellise institutsionaalse raamistiku loomine, mis toetaks innovatsiooni ja uute töökohtade loomist.²⁰²

¹⁹⁹ Endise sotsiaalministri Marko Pomerantsi ettekanne valitsuskabineti istungil, 18. november, 2004.

²⁰⁰ *The Next Wave of HIV/AIDS: Nigeria, Ethiopia, Russia, India, and China*, Central Intelligence Agency, 2002, 28, http://www.cia.gov/nic/PDF_GIF_otherprod/HIVAIDS/ICA_HIVAIDS20092302.pdf.

²⁰¹ Vt ka Olusoji Adeyi, Enis Baris, Sarbani Chakraborty, Thomas Novotny, Ross Pavis, *Averting AIDS Crises in Eastern Europe and Central Asia - A Regional Support Strategy*, World Bank, September 2003; Ruta Kruuda, Maris Jesse, Kadi Viik, *HIV/AIDSi ennetustegevuse hindamine Eestis 2004*, PRAXISE Toimetised, 16/2004, http://www.praxis.ee/data/toimetised_16_2004_templatis0.pdf.

²⁰² *Labour Market and Social Policies in the Baltic Countries*, OECD, Paris 2003.

4. Eesti konkurentsipositsioon Euroopas

4.1. Meie laste majanduslikest võimalustest

1928. aastal valimiskampaaniat teinud Herbert Hoover uskus tormiliselt arenevasse „uue ajastu” Ameerikasse ega peljanud seda ka välja öelda: „Oleme täna Ameerikas vaesuse lõplikule kaotamisele lähemal kui ükski teine maa kunagi ajaloos”. Valijatele see sõnum meeldis. Aasta hiljem USA presidendiks saanud Hoover uskus individualismi, turgude efektiivsusesse, rahvusvahelisse kullastandardisse ja tasakaalustatud riigieelarve võidukäiku. Rõhk valitsuse efektiivsuse suurendamisele, maksude alandamine, mitte regulatsioon vaid ettevõtete ja valitsuse koostöö ja küllap Ameerika kiirelt arenev industriaalmajandus teeb ülejäänud, kõlasid tollased juhtlauseid.²⁰³ Isegi *Ladies' Home Journal* kuulutas: õigupoolest peaks igaüks olema rikas, sest 20 aastaga terve varanduse kogumiseks pole vaja rohkem kui investeerida igal nädalal õige pisut.

1929. aasta oktoobris kukkus Ameerikas börs kokku. Järgnenud majanduslik kollaps ja läänemaailma laastanud „suur depressioon” seadsid aga Hooveri nii kindlana näinud usu vabasse ettevõtlusesse naiivsesse, kui isegi traagilisse valgusesse. Ehkki maailma 1930ndatel aastatel „suurest depressioonist” välja toonud John Maynard Keynes ei uskunud plaanimajanduse võimalikkusesse, pühendas ta ühe oma kirjatöödest siiski sellele, et kirjeldada kapitalistliku majanduse arenguperspektiive järgmiseks sajaks aastaks (*sic!*).²⁰⁴ Seega on riigi ja ettevõtluse vastandamine destrukttiivne, ega aita kuidagi kaasa ühiskonna arengule.

Inimesele on tildiselt omane kujutleda tulevikku stabiilsuse ja heaolu otsingul seniste positiivsete arengute veelgi soodsama jätkuna. Paraku pakub aga ajalugu ohtralt näiteid nii valitsuste kui turgude ebaõnnestumisest. Ebaõnne ega ebakompetentsuse eest ei ole keegi kaitstud, kummatigi seda veel avatud majandusega väikeriigis, mis on paljus globaalsete arengute meelevallas. Nii on ka tänases maailmamajanduses nafta hinna tõusu, poliitiliste pingete kasvu ja käimasoleva sõjategevuse taustal globaalses majanduses mitmeid arengud, mis põhjustavad tuleviku suhtes ebakindlust. Tuleviku parim garant on seepärast mõistlik tasakaal riikliku regulatsiooni ja vabaturu reeglite vahel.

Kui 1997. aastal tõi suutmatuse välisvõlga refinantseerida ja „kuuma raha” väljavoolust tingitud välisreservide ammendumine esmalt Tais ja seejärel reas Kagu-Aasia riikides kaasa dollari fikseeritud valuutakursist loobumise ja terava majanduskriisi, siis nüüdseks näib olukord olevat ümber pöördunud sarnanedes mõneti Ameerika majandusprobleemidega 1980ndate aastate lõpus. USA kogeb suurt kaubandusdefitsiiti ja välisvõla kiiret kasvu,²⁰⁵ mis on toonud kaasa dollari kursi languse 1990ndate aastate alguse tasemele. Viimastel aastatel kiirelt kasvanud majandustega Aasia riigid on aga kujunenud USA valitsuse suurimateks võlausaldajateks. (Joonis 33) Mida enam dollari kurss langeb, seda vähem atraktiivseks Ameerika võlakirjad Aasia keskpankadele võimaliku investeeringuobjektina muutuvad. Fikseeritud kursiga jüaani tõttu ei leevenda samuti dollari kursi langus Ameerikat Hiina impordist tulenevast väliskaubanduse puudujäägist. Samas on aga Aasia riikidel ka raske fikseeritud valuutakursist loobuda, kuna näiteks jüaani võimalik 20% kallinemine dollari suhtes tähendaks ainuüksi Hiinale 100 miljardi dollarilist kaotust (ca 8% Hiina SKP-st) välisvaluuta reservides, millele lisanduks tagasilöökk Ameerika-suunalises ekspordis.²⁰⁶

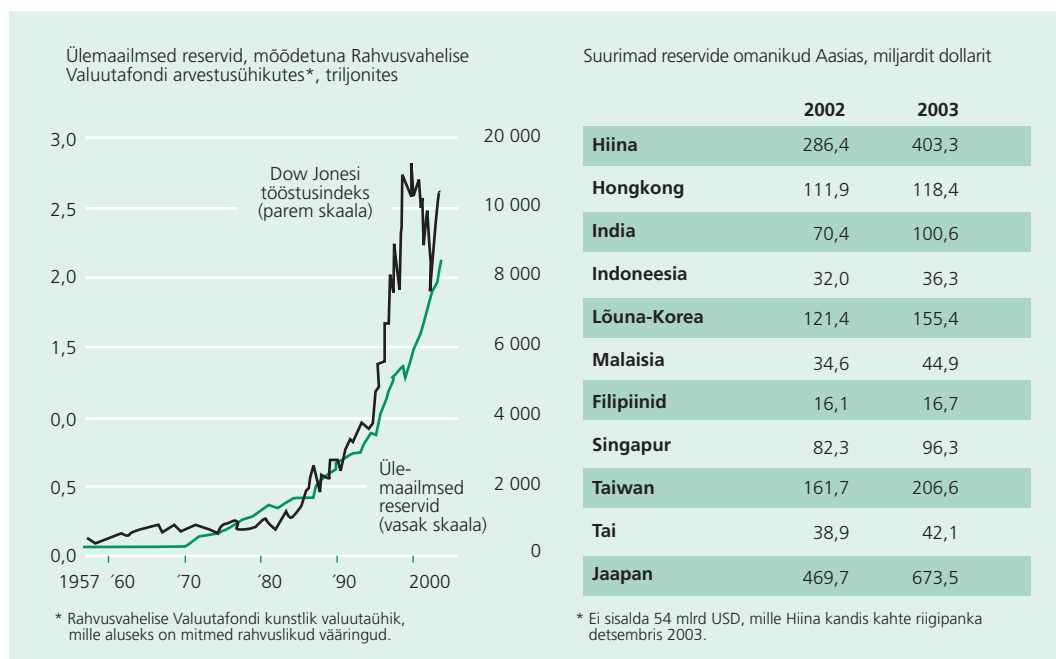
²⁰³ Ronald Edsforth, *The New Deal: America's Response to the Great Depression (Problems in the American History)*, Blackwell Publishers, 2000, 11-13.

²⁰⁴ John Maynard Keynes, *Economic Possibilities for Our Grandchildren*, ilmunud John Maynard Keynes, *Essays in Persuasion*, New York: W.W.Norton & Co., 1963 [1932], 358-373.

²⁰⁵ Vt ka W Joseph Stroupe, „Crisis towers over the dollar”, *Asia Times*, 25.11.2004, http://www.atimes.com/atimes/Global_Economy/FK25Dj03.html; Brett Arends, „On State Street”, *Boston Herald*, 23.11.2004, <http://business.bostonherald.com/businessNews/view.bg?articleid=55356>.

²⁰⁶ Vt nt Robin Shepherd, „New Europe's economic challenges”, *United International Press*, 10.12. 2004; Brian Bremner ja Pete Engardio, „The Makings of a Meltdown”, *The Economist*, 13.12. 2004; Michael R. Sesit „Currency Reserves, and Concerns, Build Up”, *Wall Street Journal Europe*, 11.02. 2004; Richard Duncan, *The Dollar Crisis: Causes, Consequences, Cures*, John Wiley & Sons, 2003.

Joonis 33. Kasvav finantsmull?



Allikas: Michael R. Sesit, „Liquidity pool Amassed By Asian Central Banks Sparks Inflation Worries”, *Wall Street Journal Europe*, 02.02. 2004.

Samal ajal kui Aasia tiigid ja Hiina naudid viimase 50 aasta vältel rakendatud järjekindla majanduspoliitika vilju, domineerib Venemaa Euroopa Liidu kui ühe peamise sihtturu suunalises ekspordis kasvav spetsialiseerumine loodusressursi ja/või odava tööjõu põhiste tegevusaladele. Hiljutine nafta hinna tõus on küll Venemaa majanduslikku olukorda parandanud, kuid ainuüksi sellest elanike sissetulekute kasvuks pikemas perspektiivis siiski ei piisa. IMFi ja Maailmapanga hinnangul viib seniste arengute jätkumine nafta hinna languse korral Venemaa kergesti „Hollandi tõvena” tuntud klassikalisse majanduskriisi.²⁰⁷

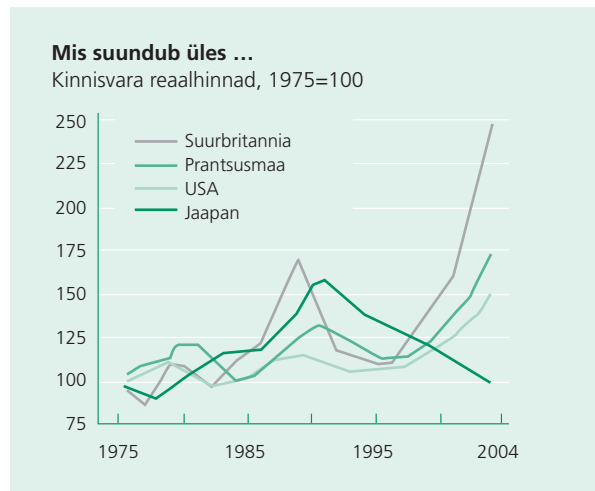
Lääneriikide suhtelise majandusseisaku taustal on viimastel aastatel toimunud massiivne portfelliinvesteeringute ja odava laenuraha vool suhteliselt kiiremini kasvava majandusega arenevatele turgudele, põhjustades sealsete börsiindeksite kiire tõusu.²⁰⁸ Kuigi see näib mitmetes uutes Euroopa Liidu liikmesriikides esmapilgul üsna positiivse arenguna, viitavad kõrge jooksevkonto defitsiit ja suur rahvusvaheline võlakooormus siiski võimalikule ebastabiilsusele. 2003. aastal vähemalt kolmel korral tagasi löödud spekulatiivsed rünnakud forint vastu ja Ungari keskpanga poolt valitsussektori välisvõla refinantseerimiseks 10%-le tõstetud forinti baasintress viitavad seejuures, et sealne olukord on regioonis üks keerulisemaid.²⁰⁹

²⁰⁷ Karoly Attila Soos *et al.*, „Russian manufacturing industry in the mirror of its exports to the European Union”, *Russian Economic Trends*, 11, 2002, 31-43; „IMF tells Russia to focus on inflation, not growth”, *Agence France Press*, 17.11. 2004, <http://uk.biz.yahoo.com/041116/323/f6qqr.html>.

²⁰⁸ Bratislava börsiindeks on 2004. aastal tõusnud 77 protsenti, Budapesti ja Tallinna börsiindeksid 53 protsenti. Praha börsil on toimunud 49-protsendiline tõus. Vt „Eastern European bourses enjoy boom”, *Agence France Press*, 13.12.2004.

²⁰⁹ Vt nt *Economic Survey of Europe, 2004 issue 1*, New York: United Nations Publications, 2004, 51-52.

Joonis 34. Kinnisvara reaalhind, 1975 = 100.



Allikas: „The global housing market: Flimsy foundations”, *The Economist*, 09.12.2004.

Kuigi kinnisvarabuume on ajaloos esinenud varemgi, on juhtivate valuutade ülimadal baasintress seekord käivitanud esimese tõeliselt globaalse kinnisvarabuumi. Inglismaal on kinnisvara reaalhindade laenukoormuse kiire kasvu toel tõusnud 1997. aastaga võrreldes ligi 2,5 korda, Prantsusmaal ja USAs on tõus olnud veidi väiksem. (Joonis 34) Kinnisvara hinnad on märkimisväärselt tõusnud ka Austraalias, Iirimaa ja Hispaanias, mitmetes Kesk- ja Ida-Euroopa riikides ja mujal. Majandus on aga tsükliline ning igale tõusule järgneb üsna kindlalt langusperiood.

Kuivõrd kinnisvara hinnatõus on olnud globaalne fenomen, siis kujuneb intresside tõusu ja hinnalangusega kaasnev tagasilöökk majanduses IMFi hinnangul samuti globaalseks.²¹⁰

Isegi majandusteoorias ei olda veel mõne aasta eest surmkindlateks peetud majandusseadustes enam nii veendunud. Näiteks Paul Samuelson, üks tänapäevase majandusteooria rajajatest, kelle õpikutest on õppinud enamuse tänaseid makromajanduse asjatundjaid, on üks neist, kes nimetab David Ricardo ja John Stuart Mill'i töödele viidates „populaarseks ebatõeks” globaliseerumise ja vabakaubanduse (Ameerikale) alati kasulikuks pidamist.²¹¹

Nõndasamuti kaldutakse aga Lõuna-Ameerikas üha enam pidama senist „Washingtoni konsensuse” põhist reformipoliitikat läbikukkunuks. Globaalpoliitikas suurema kaalu omandamiseks on 12 riiki leppinud kokku arendada juba 2019. aastaks välja Euroopa Liidu järgi modelleeritud *Lõuna-Ameerika ühendus*, sh regionaalne parlament, ühisturg, ühine valuuta jne.²¹²

²¹⁰ *World Economic Outlook*, IMF, September 2004, 71-89.

Majandustsüklite ja kinnisvara hinna muutuste seoste kohta vt Ronald Kaiser, „The Long Cycle in Real Estate”, *Journal of Real Estate Research*, vol 14, 3, 1997, 233-257.

²¹¹ Paul A. Samuelson, „Where Ricardo and Mill Rebut and Confirm Arguments of Mainstream Economists Supporting Globalisation”, *Journal of Economic Perspectives*, 18, 3, 2004, 135-146.

²¹² *Declaración del Cusco sobre la Comunidad Sudamericana de Naciones III Cumbre Presidencial Sudamericana*, 8. December 2004, http://www.comunidadandina.org/documentos/dec_int/cusco_sudamerica.htm; John Williamson, *From Reform Agenda to Damaged Brand Name: A short history of Washington Consensus and suggestions for what to do next*, Finance & Development, IMF, September 2003, <http://www.imf.org/external/pubs/ft/fandd/2003/09/pdf/williams.pdf>.

Me ei tea, milliste lahenditeni eelpool viidatud arengud maailmamajanduses, -poliitikas ja teaduses jõuavad,²¹³ kuid nii neil kui mitmetel muudel sotsiaal-majanduslikel, tehnoloogilistel, keskkonnavalastel jm globaalarengutel on kindlasti märkimisväärne mõju ka Eesti tulevikule. Vaatamata sellele, et väliskeskkond ei allu meie kontrollile, on pelgalt heale õnnele panustamine tulevikule mõeldes siiski üks kõige riskantsemad strateegiad. Erinevate tulevaste arengute analüüs aitab pikemaajalisi strateegiaid ette valmistada, suurendades valmisolekut erinevates oludes tegutseda ja kaitses loodetavasti teatud määral ka ebameeldivate üllatuste eest.

Sarnasest arusaamast ajendatuna asus ka *RAND Corporation* peale II maailmasõda Ameerika sõjalise planeerimise tugevdamiseks aktiivselt võimalikke tulevasi ohte kaardistama ja nendega seotud arengutsenaariume läbi töötama. 1970ndatel aastatel võttis Jaapan paljud Ameerikas kasutatud tulevikuseire metodoloogiad üle, rakendades neid äärmiselt edukalt tehnoloogilise ja sotsiaal-majandusliku arengu teenistuses. Pealesõjaaegsest „Jaapani majandusimist” inspireerituna on tulevikuseiret vahelduva eduga püüdnud rakendada valdav osa arenenud riike, aga ka Hiina jpt. Kuigi tulevikuseire eesmärk ei ole ennustamine, aitab laia ekspertide ringi kaasav professionaalselt läbi viidud protsess lähendada erinevate ühiskondlike gruppide arusaamu soovitatavast tulevikust, sisaldades seeläbi ka teatud annuse isetäituvat ettekuulutust (*self-fulfilling prophecy*).²¹⁴

4.2. Euroopa Liit ja muutuv rahvusvaheline tööjaotus

Majandusteororia on sisuliselt alati lähtunud Adam Smithi poolt kuulsaks kirjutatud põhimõttest, et heaolu ja turu suuruse vahel on positiivne seos.²¹⁵ Nii pakub Euroopa Liidu laienemine mitmeid uusi võimalusi. Suuremad turud ja madalamad tootmiskulud pakuvad tohutuid võimalusi kaubavoogude kasvaks, investeerimiseks ja majandusarenguks kogu Euroopas. Teisalt ühendab Euroopa Liit majandusi, mida iseloomustavad suured palga- ja arengutaseme erinevused,²¹⁶ tekitades nii põhimõttelisi küsimusi kõikidele liikmesriikidele üheaegselt sobilike poliitikate võimalikkusest ja erinevate riikide vastastikusest sõltuvusest.

Lääne-Euroopa firmadele annab Euroopa Liidu laienemine võimaluse hinnakonkurentsiasjustesse sattunud tootmisüksuste ümberpaigutamiseks, samuti suuremaks mastaabisäästuks. Samal ajal pakuvad need arengud uutele liikmesriikidele niiväga vajaliku juurdepääsu suuremale turule, kapitalile ja tehnoloogiale.²¹⁷

Prima facie, Euroopa Liidu ajaloo suurim laienemine kümne riigi võrra, on ka seega Eesti ettevõtjatele ja majandusele tervikuna väga hea uudis. Samas ei ole aga laienemisega seotud võimaluste realiseerumine nii lihtne. Elanike madalama sissetulekute taseme tõttu on uued liikmesriigid sihtturuna investoritele siiski Lääne-Euroopast suhteliselt vähem atraktiivsed. Samuti pole uute liikmesriikide turud, Poola ehk välja arvatud, eraldi võetuna väga suured. Kuigi Kesk- ja Ida-Euroopa riikide palgatase on üldiselt järginud tootlikkuse kasvutrendi, milles on alates 1991. aastast aset leidnud märkimisväärne kasv, välistab praegune jätkuvalt suhteliselt madal tootlikkus siiski kiire palgatõusu.

Alates David Ricardost on *suhteline konkurentsieelis*, mis tuleneb erinevusest tööjõu tootlikkuses, olnud rahvusvahelise kaubanduse seletamisel klassikaliseks lähenemisviisiks. Ricardo uskus, et tootlikkuse erinevus erinevates riikides tuleneb üht või teist valdkonda soosivast majanduskeskkonnast või „kliimast” riigis.

²¹³ Ühe aktuaalsema teemana võib siinjuures välja tuua nafta hinna jätkuva tõusu ja prognoosid fossiilse kütuse varude kestuse kohta. Nii nagu 1970ndate naftakriisi ajal on ka nüüd alternatiivsete energiatehnoloogiate arendamine taas tugevalt päevakorral. Kui 1970ndatel arvati, et olene tehnoloogilises mõttes *hydrogen* lahendustest 20 aasta kaugusel, siis praktiliselt sama hinnang kehtib ka täna, kuna vahepeal ei ole väga tugevaid investeringuid sellele alale tehtud. Täpsemateks arenguteks vastavas valdkonnas vt „Hydrogen not a solution for the short term, says UK economist”, *EurActive.com*, 13.10.2004, http://www.euractiv.com/Article?tcmmuri=tcmm:29-130838-16&type=News&_lang=EN.

²¹⁴ Vt nt Denis Loveridge, *Foresight: A Guide for Sponsors, Organisers and Practitioners*, PREST, University of Manchester, 1999; James Gavigan et al, *A Practical Guide to Regional Foresight*, FOREN network, 2001.

²¹⁵ Väikeriikide majanduspoliitika eripärade kohta vt nt E.A.G. Robinson (toimetaja), *Economic Consequences of the Size of Nations*, London: Macmillan, 1963.

²¹⁶ Julie Pellegrin, *The Political Economy of Competitiveness In an Enlarged Europe: Who Is In Charge?*, <http://www.ciaonet.org/isa/pej01/>; vt ka Julie Pellegrin, *Political Economy of Competitiveness in Enlarged Europe*, Palgrave Macmillan 2001.

²¹⁷ Julie Pellegrin, *The Political Economy of Competitiveness In an Enlarged Europe: Who Is In Charge?*, <http://www.ciaonet.org/isa/pej01/>. http://europa.eu.int/comm/enterprise/enterprise_policy/industry/doc/sec_234_200n.d

Kuna iga majanduskeskkond soosib alati mingeid alasid enam kui teisi, siis on ettevõtjatel mõistetavalt kasulikum investeerida pigem neisse valdkondadesse, kus teenimisvõimalused on suuremad. Ettevõtjate investeerimisotsused sõltuvad seetõttu riigi tegevusest majanduskeskkonna arendamisel.²¹⁸ Siit ka arusaam, et Euroopa Liit nagu iga teine vabakaubanduspiirkond on liitunud riikidele kasulik oskusliku/eduka spetsialiseerumise korral.

Analüüsides Euroopa Liidu laienemise mõju tulevasele rahvusvahelisele spetsialiseerumisele, eristatakse enamasti kaht tööstuste gruppi. Aladel, kus kaubavahetus Lääne-Euroopa ning Kesk- ja Ida-Euroopa vahel oli enne laienemist enamvähem tasakaalus, nähakse kasvava mastaabisäästu tulemusena mõlemas regioonis ette täiendavat majanduslikku tõusu. Samas usuvad Baldwin, Francois, Portes jt, et neis sektorites, kus Lääne-Euroopal on olnud kaubavahetuses Kesk- ja Ida-Euroopaga tugev ülejääk (nt keemia-, kummi- ja plasttooted, transpordivahendid ja erinevad kapitalikaubad jmt), langevad Kesk- ja Ida-Euroopa riigid turgude täielikul avamisel konkurentsist täiesti välja. Kõige enam võidavad seejuures vastavates sektorites Kesk- ja Ida-Euroopasse eksportivad riigid.²¹⁹

Kuivõrd Euroopa Lepingute raames on Euroopa Liidu ühisturg kehtinud juba alates 1. jaanuarist 1995 praktiliselt kõikidele uute liikmesriikide tööstustoodetele ning Eesti on loobunud omalt poolt igasugustest kaubandustõketest, siis taolist eelpool viidatud arengut 1990ndate aastate teisel poolel olemegi näinud, mida on küll osaliselt leevendanud teenindussektori kasv.²²⁰ Tulevikku vaadates on Euroopa Liidu liikmelisuse mõjud seotud pigem *acquis* täieliku rakendamisega jmt (vt ka ptk 3.3 ja 4.3), mitte enam kaubandusrežiimi muutusega.

Kuigi suurem turg võimaldab kõrgemat spetsialiseerumist, on nii eelöeldust tulenevalt kui ajaloolises plaanis on ühtmoodi selge, et kapitali, kaupade, teenuste ja tööjõu vaba liikumine kui niisugune ei taga elatustasemete iseeneslikku võrdsustumist. Sarnaselt ei ole ka Euroopa Liidu liikmelisus enamusele äärealadel olevatele madalatehnoloogilise spetsialiseerumisega „kohesiooniriikidele”, vaatamata massiivsetele regionaalpoliitilistele investeeringutele, elatustaseme ühtlustumist tuumikuga kaasa toonud.²²¹

Üheks drastilisemaks näiteks on siin muutumas endise Ida-Saksamaa areng, mida võiks tänu suurtele rahavoogudele Lääne-Saksamaalt pidada ehk üheks kõige positiivsemaks integratsiooni näiteks, kus mitte ainult ei avatud turge, vaid osana Lääne-Saksamaa institutsionaalse korralduse ülevõtmisest harmoniseeriti ka tööturu- ning sotsiaal- jpt poliitikaid. Kahe Saksamaa ühinemine, mis on läinud maksma 1250 miljardit eurot, on aga jõudnud sisuliselt katastroofiliste tulemusteni. Üheks silmatorkavamaks arengutrendiks on kiirelt arenevate majandusosaaside teke üksikutes linnades, mis on ümbritsetud väga kiirest taandarengust ning massilisest tööpuudusest.²²²

²¹⁸ Suhteliste konkurentsieliste teooria eeldab, et eri riikide majanduskeskkond erineb tootmisfaktorite so maa, tööjõu, loodusressursi, kapitali kättesaadavuse osas. Selle teooria tänapäevased versioonid tegelevad sageli ainult ühe tootmisfaktoriga: tööjõu tootlikkusega erinevates riikides. Paraku jätavad need käsitlused täiesti kõrvale sellised majandusarengu seisukohalt olulised tegurid, nagu tehnoloogiline areng ja mastaabiefekt. Samuti ignoreerib suhtelise eelse teooria täielikult mitmeid teisi väikeriigi jaoks üliolulisi piiriüleseid mõjusid, nt tööstusharude sisest kaubavahetust ja välisinvesteeringuid. Põhjalikumalt vt Dornbusch 1977; Michael E. Porter, *The Competitive Advantage of Nations*, London, Macmillan, 1990, 11-21.

²¹⁹ Frank Barry, Aoife Hannan, *Will Enlargement Threaten Ireland's FDI Inflows?*, Quarterly Economic Commentary, Economic and Social Research Institute, Dublin, December 2001, 55-67, 55; Richard Baldwin, Joseph F. Francois ja Richard Portes, "The Costs and Benefits of Eastern Enlargement: The Impact on the EU and Central Europe", *Economic Policy*, 12.04.1997, 125-176.

²²⁰ Üsikusid erandid on seotud terase, söe ja tekstiilitoodetega, mille osas rakendus täielik vabakaubandus mõnevõrra hiljem. Vt *Impact of Enlargement on Industry*, SEC(2003) 234, European Commission, 2003, 5.

²²¹ Sellal kui rikkad Lääne-Euroopa riigid spetsialiseerusid 16-17. sajandil väga tugevalt ja kontsentreerisid oma tööjõu kõrge tootlikkusega sektoritesse, kujunesid Ida-Euroopa ja Baltimaad peamiselt Euroopa toorme ja põllumajandussaadustega varustajateks. Vt nt Angus Maddison, *The World Economy: Millennial Perspective*, OECD, Pariis, 2001, 75-80; Daniel Chirot (toimetaja), *The Origins of Backwardness in Eastern Europe. Economics and Politics from the Middle Ages Until the Early Twentieth Century*, University of California Press, 1991.

²²² Vt *Der Spiegel*, <http://www.spiegel.de/politik/deutschland/0,1518,294097,00.html>.

Selline ebaühtlane siseriiklik areng ei iseloomusta ainult Saksamaad või Euroopat. *New York Times* ja *Business Week* näevad Ameerika keskklassi palkade kiiret vähenemist, mis viitab perifeeriaste tekkele ka teistes väga kõrgelt arenenud riikides, ja sisuliselt ainult kinnitab asjaolu, et tööstuste klasterdumine ei ole enam esmajoonel geograafilise asukohaga seotud.²²³ Sellal kui veerand Ameerika tööjõust on lõksus madalapalgalistel, sisuliselt perspektiivitutel töökohtadel, toimub massiivne töökohtade väljaränne suhteliselt madalama elatustasemega Aasia riikidesse. (Tehnoloogilise arengu ja majandustegevuste ümberpaiknemise kohta vt ka ptk 1.4). Tegu ei ole pelgalt odavate töökohtade, vaid ka suhteliselt tehnoloogiamahukate tegevuste ümberpaiknemisega. *Boston Consulting Group*, *RAND Corporation* jt tuntud analüütikud viitavad, et osa keerukast tööstustoodangu tootmisest on kiiresti liikumas Hiinasse, kuna sealses tootmises on võimalik vähem kasutada automatiseeritud tootmist, pruukides selle asemel odavat oskustööjõudu.²²⁴

Kui teised riigid, sh Eesti, püüaksid oma senise suhtelise hinnapõhise konkurentsieelise säilitamiseks näiteks Hiinaga taolisel viisil võistleva asuda, siis saavad mõistetavalt ainsateks konkurentsieelisteks olla veelgi odavam tööjõud, madalamad maksud, nõrgem haridus- ja sotsiaalsüsteem jne. Kokkuvõtvalt nimetatakse taolist strateegiat „võidujooksuks põhja” (*race to the bottom*).²²⁵

Adam Smith'i ajendas rahvaste rikkusest kirjutama kihistumine ja viletsus Inglismaal, mida ta põlastavalt „kaupmeeste riigiks” kutsus. Erinevalt merkantilistidest, kes olid veendunud, et ühiskondliku õnne nimel peab enamus jäämahi vaeseks ja ignorantseks, kirjeldas Smith *Rahvaste rikkuses* kõigi liikmete heaolu kui kapitalistliku turumajanduse arengu olulist alust.²²⁶ Ajaloos on küllalt näiteid sellest, et ülekohtuselt suur ühiskondlik ebavõrdsus viib varem või hiljem valitsejate kukutamisele või, mis veel halvem, kõva korra ihalusele ning vaba ja demokraatliku ühiskonna hääbumisele.²²⁷

USA kodusõja aegse presidendi Abraham Lincolni poliitika põhja- ja lõunaosariikide ühendamisel, mille keskmes oli sotsiaalne mobiilsus, tehnoloogiline areng ja riiklike huvide eelistamine grupihuvidele, on osutunud ühiskonna heaolu suurendamisel palju tänuväärsemaks lähenemiseks. Just selle järgi ongi Ameerikat tuntud kõikide võimaluste maana, kus igast ajalehepoisist võib saada miljonär.²²⁸

Mittemidagi tegemine ehk majanduse struktuursete probleemide ja sotsiaalse tasakaalustamatuse ignoreerimine ei paku Eesti tulevikule mõeldes kuigi atraktiivseid arenguperspektiive. *Lissaboni strateegia* kontekstis peavad avaliku poliitika kujundajad siinjuures pöörama ettevõtete rahvusvahelise konkurentsivõime kõrval märksa rohkem tähelepanu kogu ühiskonna heolule – Eesti ei konkureeri Euroopa Liidus mitte ainult oma toodete ja teenustega, vaid samavõrd ka suutlikkuses pakkuda atraktiivset elukeskkonda, kus inimestele meeldib elada. Lõpuks võimaldab just see meelitada rohkem välisinvesteeringuid, millega kaasnevad omakorda soodsamad tingimused täiendavate kõrgemapalgaliste töökohtade loomiseks; lihtsustab juurdepääsu rahvusvahelistele turgudele, kõrgtehnoloogiale, kapitalile jne.

²²³ Vt nt “The Wal-Martization of America”, *New York Times* editorial, 15.11.2003; Aaron Bernstein, “Waking up from the American Dream”, *BusinessWeek*, 01.12.2003; Elieen Appelbaum et al, *Low-wage America: How employers are reshaping opportunity in the workplace*, Russell Sage Foundation, 2003.

²²⁴ *Made in China. Why Industrial Goods are going next*, The Boston Consulting Group, 2003.

²²⁵ Hiinas on toimumas massiivne linnastumine ning majanduskasv liigub üha enam rannikult sisemaale. Ka suhteliselt suur sotsiaalne tasakaalustamatus on enam talutav, kuna ka kõige vaesemate elanikkonna gruppide sissetulekud on hakanud suurenema. Inimesed on oma laste tuleviku suhtes varasemast optimistlikumad.

²²⁶ Adam Smith, *The Wealth of Nations*, London, Campbell, [1776] 1991, Book I, VIII.

²²⁷ Kuigi Aristoteles uskus, et ühed inimesed on sündinud valitsema ja teised alluma, hoiatas ta 350 e.m.a oma *Poliitikas* (vt raamat V, IX) siiski ülemääraste disproportsioonide eest ühiskonnas, mida ta pidas ohtlikuks nii valitsejatele kui riigikorrale. Vt ka Robert Heilbroner, *The worldly philosophers. The lives, times, and ideas of the great economic thinkers*, Touchstone Books, 7. trükk, 1999, 40-74; Fareed Zakaria, *The Future of Freedom: Illiberal Democracy and Home and Abroad*, W.W. Norton Company, New York & London, 2003.

²²⁸ Robert Hormats, “Abraham Lincoln and the Global Economy”, *Harvard Business Review*, August 2003, 58-68; Aaron Bernstein, “Waking up from the American Dream”, *BusinessWeek*, 01.12.2003.

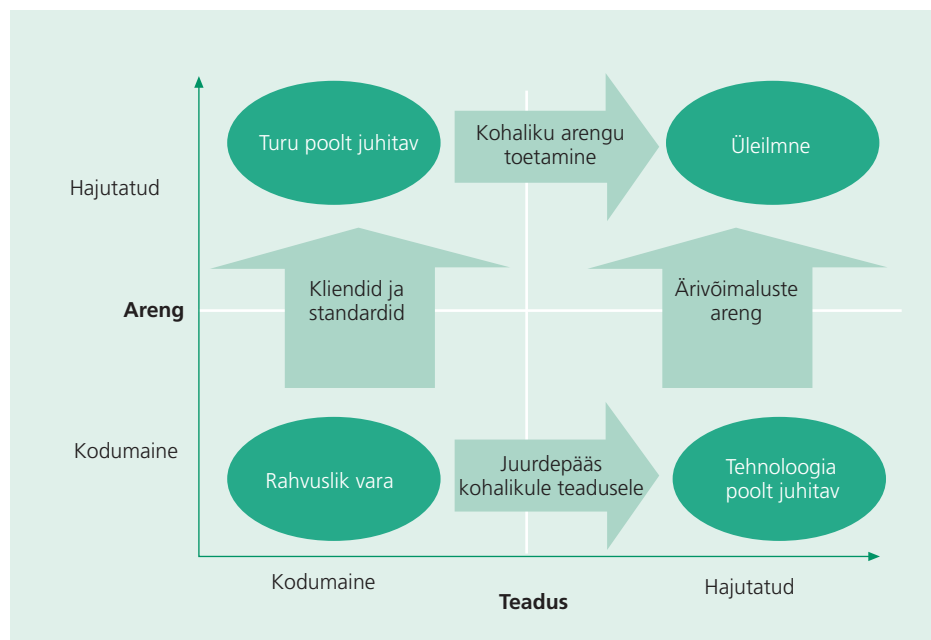
Eeldame seepärast järgnevates stsenaariumites ka Eesti puhul väga suurte sotsiaalsete disproportsioonideta arengut, keskendudes töökohtade loomise ja sissetulekute suurendamise eelduseks olevale majanduslikule spetsialiseerumisele ehk majanduse struktuuri muutmisele enam teadmiste- ja tehnoloogiamahukaks. Järgnevates stsenaariumites kirjeldatud võimalikud arengud ei ole üksteist välistavad; samuti ei hinda me siin nende realiseerumise tõenäosust, mis on muuhulgas paljus sõltuv Eesti enda lähiaastate otsustest ja otsustamatata jätmistest.

Eesti majanduse ja tööturu struktuursete probleemide lahendamine peab omama üsna selget ettekujutust sellest, millist majanduse struktuuri ja millist rolli Eestile Euroopas (maailmas) üldse lähema 10-20 aasta jooksul soovime, millist spetsialiseerumist see eeldab hariduselt ja teaduselt jpm eluvaldkondadelt. Kuigi tulevikku ennustada ei ole võimalik, vajab Eesti selget pikemaajalist visiooni, kuidas ees seisvatele demograafilistele ja sotsiaal-majanduslikele väljakutsetele vastu minna.

4.3. Stsenaarium I: Skandinaavia perifeeria

Teadus- ja arendustegevuse rahvusvahelistumine on enamasti seotud ettevõtete sooviga saada parem juurdepääs välismaistele tehnoloogiatele või kohandada oma tooteid vastavalt välisuru nõudluse eripäradele, sealsetele standarditele vmt. (Joonis 35) Siinjuures tuleks erilist tähelepanu pöörata suurriikidele ja rahvusvahelistele korporatsioonidele, kuivõrd just nemad domineerivad kõrgtehnoloogilist turgu ja investeringuid teadus- ja arendustegevusse. Tänapäeval on 30-40% globaalsetest kaubandusest firmasisene, st tuleneb rahvusvaheliste firmade endi tootmis- ja müügivõrgustikest.

Joonis 35. Peamised trendid ja tegurid teadus- ja arendustegevuse rahvusvahelistumisel.



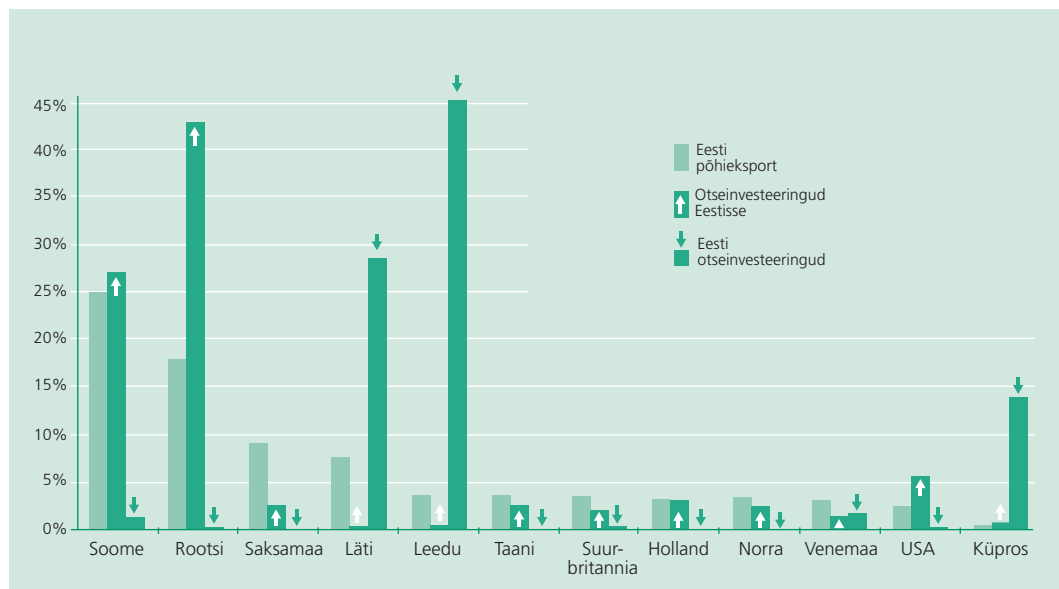
Allikas: Maximilian von Zedtwitz ja Oliver Gassmann, "Market versus technology drive in R&D internationalization: four different patterns of managing research and development", *Research Policy*, 31, 2002, 569-588, 581.

Professionaalne välisinvesteeringute strateegia võimaldab saavutada lühikese ajaga küllalt drastilisi muutusi tööstuse ja kogu majanduse struktuuris. Hea ajastus, kaasaegse infrastruktuuri (sh haridus ja teadus) ja sobiliku kvalifikatsiooniga tööjõu olemasolu ning annus head õnne on kõik kriitilise tähtsusega. Soodne maksupoliitika ja riigipoolsed rahalised toetused ei mängi aga eraldivõetuna teadus- ja tehnoloogiamahukate investeeringute taotlemisel kuigi suurt rolli. Rahvusvahelised korporatsioonid näevad neid pigem täiendava soodustusena kui peamise otsustuskriteeriumina.²²⁹

Samuti on Iirimaa Euroopa Liiduga liitumise järgsele kogemusele tuginedes kerge näidata, et liitumise järgsete välisinvesteeringute voogude geograafiline ja sektoriaalne jaotus ei pruugi sarnaneda liitumiseelsete investeeringute voogudega. Iirlastel oli üksjagu õnne, et liitumisjärgsed välisinvesteeringud tulid varasemast majanduslikust spetsialiseerumisest oluliselt erinevatesse sektoritesse. Kuigi Iirimaa Euroopa Liiduga liitumise eel keemia- ja metallitööstuses konkurentsieelised puudusid, edenesid just need sektorid liitumise järgsel perioodil tänu massiivsetele välisinvesteeringutele kõige enam.²³⁰

Eesti on kujunenud 1990. aastatel üheks mõtteliseks osaks Põhjamaade rahvusvahelistest majandusklastritest. 2003. aasta lõpu seisuga pärineb 70% Eestisse tulnud välismaistest otseinvesteeringutest Soomest ja Rootsist. Eesti põhieksporti olulisemateks sihtmaadeks olid samuti 2004. aastal Soome ja Rootsi. Eesti investeeringutes välismaale domineerisid Läti ja Leedu. Finantssektor on seejuures teinud 2/3 Eestist välismaale suunatud investeeringutest. (Joonis 36)

Joonis 36. Eesti põhieksporti olulisemad sihtmaad ja Eesti välismaiste otseinvesteeringute struktuur riikide lõikes, 2003.



Allikas: Eesti Statistikaamet, Eesti Pank, juuni 2004, autorite arvutused.

Eesti tööstuses olid 10% või suurema väliskapitali osalusega ettevõtted 1999. aastal Kesk- ja Ida-Euroopa riikide võrdluses selgelt kõige domineerivamal positsioonil. Kuigi väliskapitali kaasasid alla kolmandiku ettevõtetest, pärines neilt enam kui 90% Eesti tööstuse müügikäibest ning teadus- ja arendustegevusse

²²⁹ Cees van Beers, *The role of foreign direct investment on small countries' competitive and technological position*, Government Institute of Economic Research, Helsinki, 2003.

²³⁰ Frank Barry, Aoife Hannan, Will Enlargement Threaten Ireland's FDI Inflows?, *Quarterly Economic Commentary*, Economic and Social Research Institute, Dublin, December 2001, 55-67, 55; Frank Barry, Aoife Hannan, *FDI and the Predictive Powers of Revealed Comparative Advantage Indicators, 2001*, käsikiri, <http://www.ucd.ie/~economic/staff/barry/fdi.html>.

tehtavatest investeeringutest. Kodumaisele kapitalile kuuluvate ettevõtete suhteliselt suurem osakaal töötleva tööstuse tööhõives viitab samas aga väliskapitali kaasavate ettevõtete oluliselt kõrgemale tööjõu tootlikkusele.²³¹ (Tabel 13)

Nii on võimalik ka Eesti seniseid ja võimalikke tulevasi arenguid vaadata Kagu-Aasia kiire arengu analüüsimisel väga populaarse „lendavate hanede” (*flying geese*) mudeli abil. Selle mudeli kohaselt aitavad kiire majandusareng arenenud riigis ning sealsete majandustegevuste järkjärguline ümberpaigutamine naaberriikidesse omakorda ka viimaseid majandusarengus edasi. Elatusaseme tõustes ja suhteliste kulueeliste kadumisel loobutaksegi *catching-up* riigis järjest madalama teadmiste- ja tehnoloogiamahukusega majandustegevustest.²³²

Tabel 13. Välisinvesteeringupõhised vs kodumaised tööstusettevõtted, 1999.²³³

	Bulgaaria	Tšehhi	Eesti	Ungari	Leedu	Läti	Poola	Rumeenia	Slovakkia	Sloveenia	Keskmine
Ettevõtteid kokku	1334	1168	373	360	171	194	1540	1711	151	1093	801
sh. välisinvest. põhised:	95	191	108	84	6	36	198	289	9	118	113
% ettevõtete arvust	7,1	16,4	29,0	23,3	3,5	18,6	12,9	16,9	6,0	10,8	14,4
% müügi käibest	26,6	62,3	92,1	96,4	9,1	51,7	53,3	30,9	8,5	38,0	46,9
% tööhõivest	15,2	30,0	56,0	48,9	3,4	31,6	18,8	19,4	6,2	17,3	24,7
% T&A investeeringutest	33,7	34,8	90,1	36,9	18,0	19,0	56,5	32,1	32,7	14,5	36,8
palgatase suhtena kodumaiste ettevõtete omasse	1,73	1,34	1,41	1,31	1,00	1,00	0,74	1,21	1,25	1,16	1,22

Allikas: Jože P. Damijan *et al*, *Technology transfer through FDI in TOP-10 transition countries: How important are direct effects, horizontal and vertical spillovers?*, Institute of Economic Research, Working Paper 17, Ljubljana, February 2003.

Väliskapitali domineeriva rolli tõttu on seega Eesti majanduse seniste struktuursete muutuste selgitamisel ja tulevaste võimalike arengute üheks vahetumaks viisiks Põhjamaade majandusklastrite laienemise ja arengu kirjeldamine. Sisuliselt näeme me Soome majandusklastrite arengus Eesti majanduse struktuursete muutuste peegelpilti.²³⁴

- **Puidu- ja metsandusklastri**, sh mööblitootmine, kirjastamine ja trükindus ning esialgu veel tagasihoidlike tulemustega paberitootmine, osakaal on Eestis 1992-2002. aastal kasvanud enam kui 2 korda, ulatudes 27%-ni Eesti tööstustoodangust. Väliskaubanduse näitajate järgi on kütuse, transiidi ja tekstiilitööstuse kõrval selle valdkonna näol tegemist Eesti ühe peamise suhtelise eelisega.²³⁵

²³¹ Vt ka Helena Hannula ja Katrin Tamm, *Restructuring and Efficiency in Estonian Manufacturing Industry: The Role of Foreign Ownership*, University of Tartu, *Faculty of Economics and Business Administration Working Paper Series* 15/2002.

²³² Kaname Akamatsu, „Waga kuni yomo kogyohin no susei” [Trend of Japanese Trade in Woolen Goods], *Shogyo Keizai Ronso*, 13, 1935, 129–212; Kiyoshi Kojima, „The „flying geese” model of Asian economic development: origin, theoretical foundations, and regional policy implications”, *Journal of Asian Economics*, 11, 2000, 375–401; Jože P. Damijan ja Matija Rojec, *Foreign Direct Investment and the Catching-up Process in New EU Member States: Is There a Flying Geese Pattern?*, *WIIW Research Reports* 310, October 2004.

²³³ Antud statistika kirjeldab 100 ja enam töötajaga töötleva tööstuse ettevõtteid (Sloveenia puhul on erandina kaasatud 10 ja enam töötajaga ettevõtteid). Eesti andmed 1998. aasta seisuga.

²³⁴ Vt ka K. Alho, C. Hazley, Hannu Hernesniemi, M. Widgrén, *The Effects of the Eastern Enlargement of the EU on Production Structure in Finland*. ETLA Discussion Paper No 752 (in Finnish), ETLA 2001.

²³⁵ Vt ka Urnas Varblane ja Kadri Ukrainski (toimetajad), *Eesti puidusektori konkurentsivõime*, Tartu Ülikooli Kirjastus, Tartu 2004; Doris Hanzl, Waltraut Urban, *Competitiveness of Industry in CEE Candidate Countries: Forest-based Industries*, Vienna Institute for International Economic Studies, Vienna, 2000.

Eestis toimuv toorme ümbertöötlemine on positiivse arengutrendina üha enam asendamas toorpuidu väljavedu. Eesti puidusektor on integreeritud läbi omandi- ja kaubandussuhete väga tihedasti laiemasse Skandinaavia puiduklastrisse.²³⁶ Balti riikides on Põhjamaade ettevõtted seejuures peamiselt huvitatud toormest, samuti tööjõumahukaks tootmiseks soodsast asukohast kontinentaal-Euroopa eksportturgude läheduses. Soomes ja Rootsis on aga olulisel kohal metsa- ja puidutöötlemismasinate ja kõrgekvaliteedilise paberi tootmine, disain jmt suhteliselt suurema lisandväärtusega alad.

Acquis keskkonnanõuetel on nii Eesti kui Läti puidutöötlemisele väga märkimisväärne mõju, samas on ettevõtete valmisolek suhteliselt madal. Seepärast on küllalt tõenäoline, et need ettevõtted, kes ei ole suutelised tehnoloogiliselt piisavalt kiirelt uuenema, lähevad välisomandusse või on sunnitud tegevuse lõpetama.²³⁷

- **Toiduainetetööstus** on tootmismahude ja tööhõive mõttes nii Eestis kui enamuses uutes Euroopa Liidu liikmesriikides üks olulisemaid tööstusharusid, mis annab Poolas ja Balti riikides ligi 25% tööstustoodangust. Eestis on see näitaja väga kiiresti langenud 1992. aasta 32%-lt 2002. aasta 17%-le. Samas on jätkuvalt tegemist Eesti majandusele küllalt olulise sektoriga, mis moodustab 20% kogu tööstuse tööhõivest. Kuigi Balti riigid on oma odavama toorme ja madalamate tööjõukuludega Soomele vahetud konkurendid, näevad Soome ettevõtjad samas investeerimisvõimalusi, et alustada tootmist oma kaubamärkide all. Väliskapital osaleski ca 25% ulatuses Eesti toiduainetetööstuse ettevõtetes. Et Euroopa Liidu nõuete täitmine on toiduainete tööstuses väga kulukas ja Balti riikides valmisolek selleks samas väga madal, siis on ka sellel alal küllalt tõenäoline mitmete seni kodumaisele kapitalile kuulunud ettevõtete minek välisomandisse.²³⁸
- **Tekstiili- ja rõivatööstuse** osatähtsus Eesti tööstustoodangus on viimase 10 aastaga samuti langenud ligi kaks korda, moodustades 2002. aastal siiski umbes 10% tööstustoodangust ja 18% tööstuse tööhõivest. *Acquis* nõuete täitmisega tekstiilitööstusel eeldatavalt olulisi probleeme ei ole, küll aga on probleem suurenevate õmblustöö tööjõukulude ning väikeste mahudega, mis ei võimalda kasutada India jt allhanget. Tööjõu kasvava hinna tõttu ja rahvusvaheliste kaubanduspiirangute kadumise tõttu on selles tööstusharus ainsateks väljavaadeteks tihe koostöö ja klasterdumine teiste tööstusharudega (nt mööbli tootmine), keskendumine teatud kõrgtehnoloogilisele teadmistemahukale toodangule (nt teatud eriomadustega kangaste tootmine, rõivastesse integreeritud infotehnoloogilised lahendused vmt).²³⁹
- **Metalli- ja metalltoodete tootmine** moodustab 7% tööstustoodangust. Kuna tegemist on enamasti äärmiselt kapitalimahuka tegevusalaga, siis on Eestil selles valdkonnas ainuüksi kodumaise ettevõtluse baasilt maailmas läbi lüüa keeruline. Väliskapital on kaasatud 21% vastava valdkonna ettevõtetesse. Küll on aga üsna tõenäoline teatud osa Skandinaavias kulueeliseid kaotavate tegevuste (nt erinevate masinate ja seadmete osade tootmise vmt) järk-järguline ületoomine Balti riikidesse.
- **Info- ja kommunikatsioonitehnoloogia**, sh elektriseadmete, optika- ja täppisinstrumentide tootmine, moodustab ca 6% Eesti tööstustoodangust, seda vaatamata ülisuurele osakaalule ekspordis. Eesti on selles kontekstis Soomele ja Rootsile huvipakkuv nii uue tärkava turuna kui järjest enam ka tööjõumahukale elektroonika komplekteerimisele suhteliselt soodsa asukohamaana. Nii ongi *Elcoteqi* Tallinna tehasele lisandumas rida väiksemaid elektroonikatootjaid, kes oma tootmist Pärnusse, Elvasse jm ümber paigutavad.²⁴⁰

²³⁶ Väliskapitali osakaal Eesti puidutööstuses on vähemalt 57%, mööblitööstuses 13%. Vt Evis Sinani, Klaus Mayer, *Identifying Spillovers of Technology Transfer from FDI: The case of Estonia*, Copenhagen Business School, April 2001, 26.

²³⁷ Peter Havlik, *Competitiveness of Industry in CEE Candidate Countries*, European Commission, DG ENTR, February 2002, http://www.wiiw.ac.at/pdf/competitiveness_composite.pdf.

²³⁸ *Ibid*; Statistika Andmebaas, Eesti Statistikaamet, 2004, <http://www.stat.ee>.

²³⁹ Ka suur osa Mehhiko tekstiilitööstusest on liikumas Hiinasse, kus töölised teenivad Mehhiko 2,45 USD asemel tunnis kõigest 0,68 USD. Rahvusvaheliste kaubanduspiirangute kaotamise mõjust tekstiilitööstusele vt ka: *A New World Map in Textiles and Clothing: Adjusting to Change*, OECD, Pariis 2004; "The textile industry: The looming revolution", *The Economist*, 11.11.2004; Paul Magnusson, "Who'll Survive The Textile Trade Shakeout?", *BusinessWeek*, 20.12.2004.

²⁴⁰ Tarmo Kalvet, *The Estonian ICT Manufacturing and Software Industry: Current State and Future Outlook*, Institute for Prospective Technological Studies - Directorate General Joint Research Centre, European Commission: Sevilla, 2004, <http://www.jrc.es/home/publications/publication.cfm?pub=1200>.

- **Keemiatööstuse** osakaal tööstustoodangus on samuti vähenenud 1992. aastast 2 korda ja moodustab tagasihoidliku 4%. Nafta- ja keemiatoodete tootmisel on väliskapitali kaasatud 20%, kummi- ja plasttoodetes 57% ettevõtetesse. Keemiatööstusel on probleeme *acquis* nõuetega nii ühisturu kui keskkonnaregulatsiooni osas.
- **Ehituse ja ehitusmaterjalide tootmise** alal on Eesti Põhjamaade ettevõtjatele üheaegselt nii paljutootav uus turg kui suhteliselt odava tööjõu allikas. Soome ja Rootsi investoritele on logistilistel põhjustel atraktiivsemad just lähemalasuvad riigid. Kuigi kinnisvara- ja ehitussektor on kogenud viimastel aastatel väga kiiret arengut, võib globaalse kinnisvarabuumi ammendumine anda selles sektoris tõsiseid tagasilööke, millega kaasneks tööpuuduse kasv jm negatiivsed arengud.
- **Veondus ja transpordi**, eriti aga ida-lääne suunalise transiidi- (nt kütuse transiit Venemaalt Lääne-Euroopasse) alane konkurents naaberriikidega sõltub aga peamiselt logistikasüsteemide efektiivsusest ehk madalamatest kuludest. St. Peterburgi sadamate hoogsa laienemise kontekstis on aga transiittooraine ja -kaupade ümbertöötlemise ehk töötleva tööstuse arendamine ilmselgelt üks peamisi võimalusi transiidi-koridori konkurentsivõime tõstmiseks ehk Eestis loodava lisandväärtuse suurendamiseks.

Kuna mitmetel Eesti madala- ja keskmisetehnoloogilistel tööstustel on *acquis* nõuete täitmisega probleeme ja selliseid tegevusalasid iseloomustab järjest suurenev majandustegevuse kontsentreerumine, siis on neis valdkondades Skandinaavia investorite poolne suurenev aktiivsus Eesti ettevõtete ülevõtmiseks küllalt tõenäoline. Nii nagu see on juba sündinud finantssektoris, on see nüüd osaliselt juba ka toimumas puidu- ja toiduainete tööstuses ning metalli- ja metalltoodete tootmises.

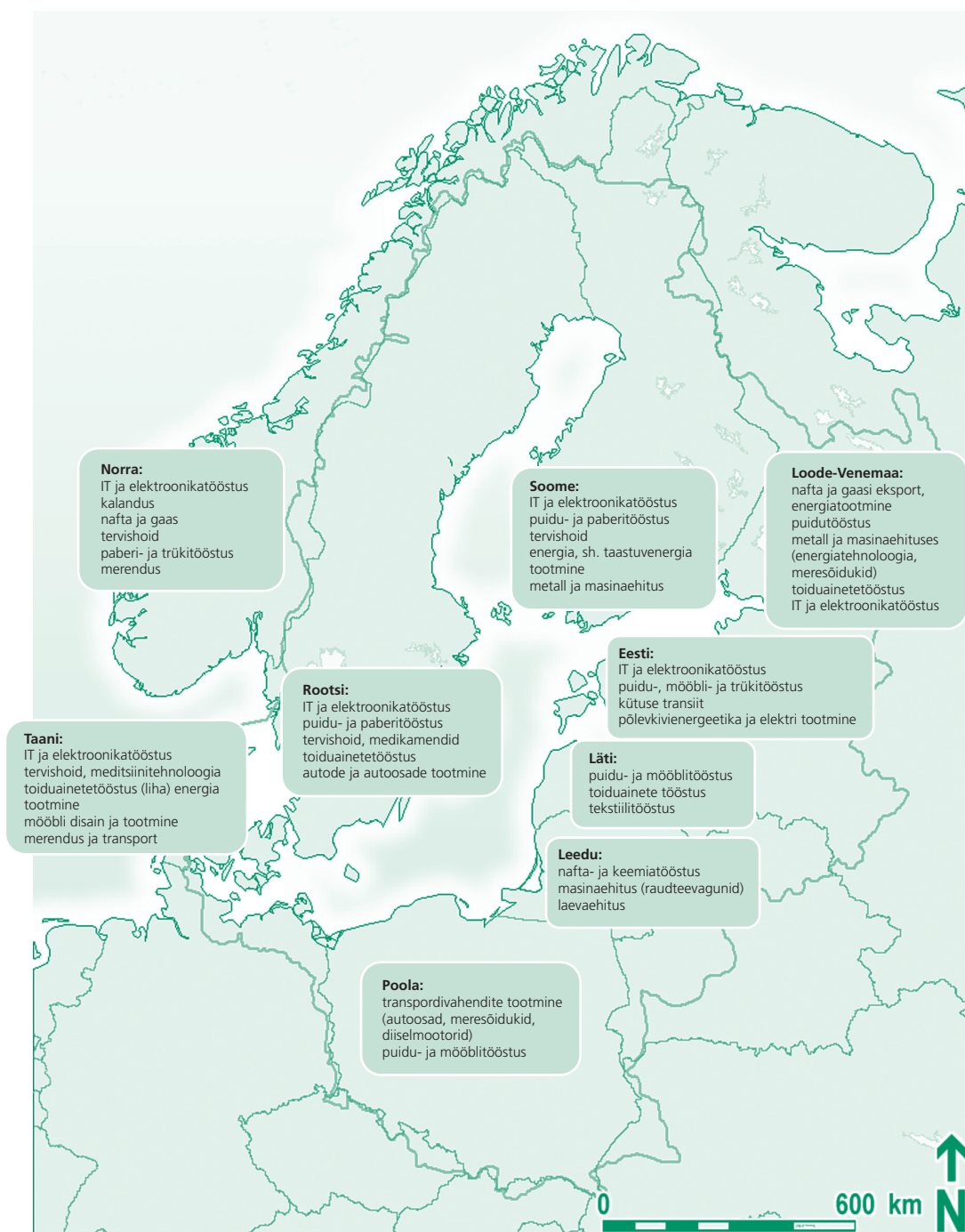
Eesti tulevikule mõeldes pole samas mingit põhjust keskenduda üksnes Soome ja Rootsiga toimuvale majanduslikule integratsioonile.²⁴¹

Globaalses majanduses on Soome ja Rootsi kaheldamatult konkurendid. Nii transpordi- kui telekommunikatsioonisüsteemide alal on nende spetsialiseerumise profiil üsna sarnane. Isegi kui Soomes on parem innovatsiooni- ja ärikeskkond, on Rootsi riik lihtsalt suurem ja ainuüksi seetõttu ka struktuurseteks muutusteks vajalik kompetentsibaas märksa laiem. Sellal kui Helsingil on geograafilise läheduse tõttu tihedamad suhted Eestiga, püüab Stockholm tugevdada oma rolli Läänemere regiooni geograafilise keskmene. Geograafilistest eelistest tulenevalt on tõenäoline ka Soome ja Rootsi omavahelise koostöö edendamine.²⁴²

²⁴¹ Eesti ekspordi lisandväärtuse võrdlemine riikide lõikes näitab, et Eesti eksport Soome ja Rootsi on teiste sihtmaadega võrreldes oluliselt vähemtasuv. Samuti on perioodil 1994-2001 ekspordi panus Eesti majanduskasvu kujunemisse vähenenud. Kui ekspordihüliku keskmine panus Eesti SKP-sse on 1994. aastaga võrreldes Euroopa Liidu suunalises ekspordis 2001. aastaks vähenenud 19%, siis Soome suundunud ekspordi puhul on vastav näitaja 28% ja Rootsi puhul 12%. Vt Ülo Kaasik, *Eesti eksporditoodete lisandväärtus*, Eesti Panga Toimetised, nr 3, Tallinn 2003, 9.

²⁴² Kai Böhme, Åge Mariussen, Lars Olof Persson, „Strategies for competition and co-operation between metropolises in the Baltic Sea region”, Regional Studies Association, Gdansk, Poland, 15-18. September 2001.

Joonis 37. Majanduslik spetsialiseerumine Läänemere regioonis.



Allikas: Nordisk cluster mapping, Oxford Research, January 2002; UNCTAD/WTO International Trade Centre, February 2005,
<http://www.intracen.org>; autorite kohandus.

Kuivõrd Berliin ja St. Peterburg on olnud ajalooliselt Põhja-Euroopa kõige olulisemad linnad, siis on nii Stockholm kui Helsingi äärmiselt huvitatud koostööst inim- ja loodusressursi poolest rikka Loode-Venemaaga.²⁴³ Tänapäeval on St. Peterburg tõusev rahvusvaheline kaubandus- ja turismikeskus. Pikemas perspektiivis on seetõttu üsna tõenäoline, et St. Peterburg ja Berliin taastavad suure osa oma kunagisest tähtsusest ja kujunevad ida-lääne vahelises kaubanduses peamiseks keskusteks.²⁴⁴

Taolise arengu eelduseks on sellise innovatsioonisüsteemi kujunemine, mis integreeriks St. Peterburgi teadus- ja tehnoloogiakeskkonna Lääne tehnoloogiate, tööstuste ja globaalsete turgudega. On küllalt tõenäoline, et St. Peterburg hakkab tulevikus mängima olulist rolli informatsiooni- ja kommunikatsioonitehnoloogia sektoris, pakkudes seega tugevat konkurentsi nii Soomele kui Rootsile.²⁴⁵

Integreerunud Øresundi regiooni kaudu mängib Läänemerele transpordi alal järjest tugevamat rolli ka Taani. Samuti on Øresundi regioonil suur potentsiaal teadmispõhise majanduse arendamiseks nii infotehnoloogia, biotehnoloogia, uue meedia kui meditsiinisektoris.²⁴⁶ Hamburg, Varssavi, Berliin, aga ka Øresundi regioon on oma arengus Läänemere regioonile orienteeritud suhteliselt vähe. Need suurlinnad keskenduvad oma arengus pigem suhetele kontinentaal-Euroopaga. Kuna enamuse puhul neist on samas tegu Euroopa metropolidega, on nad Eestile pigem olulised Läänemere regiooni kaasavedajatena, kusjuures Läänemere regioon võib moodustada neile toetava tagala.²⁴⁷

Välisinvesteeringute vastuvõtuks ja tehnosiirdeks soodsate tingimuste loomisele keskendumine ongi lähi- ja keskmises perspektiivis Eesti majanduspoliitika jaoks nii uute töökohtade loomise kui tööjõu tootlikkuse kasvu tagamisel tõenäoliselt kõige tulemuslikum viis.²⁴⁸

Edukaks konkureerimiseks naaberriikidega eeldab see Eesti haridussüsteemi, täiend- ja ümberõppe ning rakendusliku teadus- ja arendustegevuse struktuurset kohandumist vastavalt piiriüleste majandusklastrite arengule ning majandustegevuste ümberpaiknemisele Läänemere regioonis.

Samas on oluline mõista, et välisinvesteeringute sissevool ei pruugi olla alati automaatselt kodumaise ettevõtluse ja riigi kui terviku sotsiaal-majanduslikku arengut soosiv. Mitmed Kesk- ja Ida-Euroopa riikides läbi viidud uurimused viitavad, et seni on välisinvestorite huvi olnud peamiselt ekspluateerida ja mitte arendada sihtmaades kohalikke ressursse. Nii on ka Põhjamaade senised investeeringud Balti riikidesse olnud peamiselt kantud soovist laiendada koduturgu, so peamiselt turgu- ja ressursi-hõivava iseloomuga. Seda ei ole põhjust välisinvestoritele kuidagi pahaks panna. Hoopis olulisem on mõista, et Eesti senine strateegia välismaistele ettevõtetele kuluefektiivse keskkonna pakkumiseks on küll töökohtade loomise ja elatustaseme säilitamise seisukohalt suhteliselt soodne, kuid ei paku enamasti erilisi võimalusi arengukiirenduseks.²⁴⁹

²⁴³ Arengute kohta St. Peterburgis ja Loode-Venemaal vt Grigory Dudarev, Sergey Boltramovich, Pavel Filippov and Hannu Hernesniemi, *Advantage NorthWest Russia, The New Growth Centre of Europe?* SITRA, Helsinki, 2004, 291, <http://www.sitra.fi/julkaisut/raportti33.pdf>.

²⁴⁴ Kai Böhme, Åge Mariussen, Lars Olof Persson, „Strategies for competition and co-operation between metropolises in the Baltic Sea region”, Regional Studies Association, Gdansk, Poland, 15-18. September 2001.

²⁴⁵ St. Peterburgi regiooni konkurentsivõime ja arengupotentsiaali kohta vt ka Grigori Dudarev, Hannu Hernesniemi, Pavel Filippov, *Emerging Clusters of the Northern Dimension – Competitive Analysis of Northern Russia – A Preliminary Study*, ETLA, Helsinki 2002; Sergey Boltaramovich, Pavel Filippov, Hannu Hernesniemi, *The Innovation System and Business Environment of North-West Russia*, ETLA Discussion Paper no 953, December 2004.

²⁴⁶ Kai Böhme, Åge Mariussen, Lars Olof Persson, „Strategies for competition and co-operation between metropolises in the Baltic Sea region”, Regional Studies Association, Gdansk, Poland, 15-18. September 2001.

²⁴⁷ *Ibid.*

²⁴⁸ John Zysman ja Andrew Schwartz (toimetajad), *Enlarging Europe: The Industrial Foundations of a New Political Reality*, University of California International and Area Studies Digital Collection, Research Series #99, 1998, <http://repositories.cdlib.org/uciaspubs/research/99/>; Johannes Stephan, *Evolving Structural Patterns in the Enlarging European Division of Labour: Sectoral and Branch Specialisation and the Potentials for Closing the Productivity Gap*, 2003, 23, <http://econwpa.wustl.edu:8089/eps/dev/papers/0403/0403003.pdf>

²⁴⁹ *Ibid.*; vt nt kaHarley Johansen, „Nordic Investments in the Former Soviet Baltic Frontier: A Survey of Firms and Selected Case Studies”, *Geografiska Annaler*, Series B Human Geography, 82, 4, 2000, 207-219; Frank Barry, Aoife Hannan, *Will Enlargement Threaten Ireland's FDI Inflows?*, Quarterly Economic Commentary, Economic and Social Research Institute, Dublin, December 2001, 55-67, 56-57; Katrin Männik, The Role of Foreign Direct Investments in Technology Transfer to Estonia, raamatus Urmas Varblane (toimetaja), *Foreign Direct Investments in Estonian Economy*, Tartu Ülikooli Kirjastus, Tartu 2001, 216.

Enamus Läänemere regioonis ümberpaiknemise võimalust otsivatest majandusharudest on paraku kasvavalt ressursi- ja kapitalimahukad alad, kus domineerivad maailmaturul tehnoloogia ja uute lahenduste pakkujatena üksikud tuntud kaubamärgid. Eesti tööstuse rahvusvaheline läbilöök on neil aladel ainuüksi kodumaise tootmise piiratud mastaapide ja kaubamärkide väheste tuntuse tõttu üsna keeruline. Peale selle tuleb Eesti madala- ja keskmistehnoloogilisel tootmisharudel üha enam vastu seista madalale hinna konkurentsile. Samas ei suuda kohalikud ettevõtted peamiselt välismaal toodetud komponentide komplekteerimisele või väärtusahela teatud üksikutele isoleeritud segmentidele spetsialiseerudes kuidagi omandada majanduslikuks iseseisvuseks vajalikku kompetentsibaasi. Nii Ungari, Šotimaa kui Mehhiko *maquila-tööstuse* (nn „duaalsed majandused“, kus domineerivad tugevad välisinvesteeringupõhised ettevõtted, samas kui kodumaine ettevõtlus jääb neist nii tootlikkuses kui kasumi teenimise võimes kaugele maha) käekäik möödunud kümnendil on kõik õpetlikud näited sellest, et standardiseeritud tööjõumahukale tegevusele orienteeritud välisinvesteeringud osutuvad asukohamaal hinnataseme tõustes ja muude eeliste puudumisel üsna mobiilseteks ning liiguvad kiiresti edasi madalama elatustasemega riikidesse, nagu Venemaa, Ukraina ja teised endise N. Liidu regioonid või ka Hiina.²⁵⁰

Seega Eesti tulevikuperspektiivide seisukohalt ei peaks meid huvitama ainult kulueeliste säilitamisele suunatud maksukonkurents ja kõrgema elatustasemega naaberriikide vajadus oma majanduse vähem teadmistemahukaid funktsioone madalamate kuludega piirkondadesse välja viia. Edukaks globaalses majanduses konkureerimiseks on oluline mõista ka juhtriikide strateegilisi arengusuundi ning ponnistusi järjest uute tehnoloogiliste konkurentsieeliste loomiseks. Iseseisva innovatsioonipoliitika nõrkus saab sisuliselt tähendada ainult *Eesti 2010* tulevikustsenaariumites kirjeldatud lõuna-soomestumise trendi jätkumist ehk „Eesti sulaseelu Euroopas”.²⁵¹

4.4. Stsenaarium II: Traditsiooniliste sektorite aktiivne kaasajastamine

OECD analüüside kohaselt tuleneb ligi pool arenenud tööstusriikide majanduse tootlikkuse kasvust infotehnoloogia laialdasest rakendamisest nii tööstuses kui teenindussektoris.²⁵²

Nokia edu 1990ndatel aastatel tugineb suuresti Soome riigi aastakümnete pikkustele ponnistustele kodumaise tööstuse üles ehitamisel. Nokia, mis investeerib üksinda teadus- ja arendustegevusse ca 1% Soome SKP-st aastas,²⁵³ ongi koos oma äripartnerite võrgustikuga sisuliselt Soome info- ja kommunikatsioonitehnoloogia klaster. Kuigi mastaabid on erinevad, on Soome ühele suurele ettevõttele tuginev mudel kujunenud mõneti sarnaseks Jaapani *keiretsu* või Korea *chaebol*-i põhisele arengumudelile, kus heaolu ja riigi areng on eluliselt sõltuv mõne üksiku suure tööstuskonglomeraadi heast käekäigust.²⁵⁴

Samas ei saa eesmisev kümnend kindlasti olema Nokia senise meeletu edu drastiliste muutusteta jätk. GSM süsteemi asemele on astumas 3. põlvkonna mobiilside – uus ala, kus valitseb maailmas nii intellektuaalse omandi jagunemises, tehnoloogiate standardiseerimises kui turgude kasvupotentsiaalis 10-20 aasta tagusega võrreldes täiesti teistsugune situatsioon. Uued mobiilside süsteemid on ühelt poolt järjest keerukamad ja samas tööstusharu arenguks ülikriitilise tähtsusega intellektuaalne omand jaotunud varasemast märksa suurema hulga ettevõtete vahel. (Tabel 14)

²⁵⁰ Vt ka *Impact of Enlargement on Industry*, SEC(2003) 234, European Commission, 2003, 15.

²⁵¹ Vt *Üleriigiline planeering "Eesti 2010"*, <http://www.sisemin.gov.ee/atp/failid/tais2010.pdf>.

²⁵² *The Sources of Economic Growth in OECD Countries*, OECD, Paris 2003, <http://www1.oecd.org/publications/e-book/1103011E.PDF>.

²⁵³ Vt ka *Research and Development in Finland 2004*, Statistics Finland, 2004.

²⁵⁴ Yoon Heo, "Development strategy in Korea reexamined: an interventionist perspective", *The Social Science Journal*, 38, 2001, 217-231; Michael E. Porter, *The Competitive Advantage of Nations*, London, Macmillan, 1990.

Nii on koos teadmiste ja tehnoloogia globaalse leviku ning samaaegse infotehnoloogia süsteemide keerukuse kasvuga ja kaubamärkide olulise kasvuga turunduses üha suurem osa uurimis- ja arendustegevusest liikumas Põhja-Ameerikast ja Lääne-Euroopast Aiasse (Hiina, India) ning Ladina-Ameerikasse.²⁵⁵ Jaapan ja Kagu-Aasia uued tööstusriigid on mitmetes tehnoloogiaalvaldkondades Skandinaavialt juhtpositsioonid juba üle võtnud või neid üle võtmas.²⁵⁶ Näiteks *LG Electronics* soov osta *Siemens* mobiiltelefonide üksust, *Ericssoni* koostöö *Sony*-ga. Sellised arengud ei puuduta mitte ainult mobiilsidet, vaid ka tervel real muid varem USA või Lääne-Euroopa poolt domineeritud alasid, nagu näiteks displeid, andmekandjad jmt.²⁵⁷ Samuti on plahvatuslikult arenemas meeletu rahvaarvu, tehnoloogilise ja turupotentsiaaliga Hiina ja India.

Tabel 14. GSM ja 3. põlvkonna mobiilside arenguks oluliste patentide omandi jaotus.

	Oluliste patentide arv	Olulisi patente omavate firmade arv	Olulisi patente omavad põhilised ettevõtted							
			Nokia	Ericsson	Philips	Motorola	Alcatel	Siemens	Qualcomm	Others
GSM	2,024	24	41%	360	171	194	1540	1711	151	1093
UMTS	3,499	30	27%	84	6	36	198	289	9	118

Allikas: Petri Rouvinen, Pekka Ylä-Anttila, Little Finland's Transformation to a Wireless Giant, 94, Chapter 5 raamatus S. Dutta, B. Lanvin & F. Paua (toimetajad), *The Global Information Technology Report 2003-2004*, New York: Oxford University Press 2003, 87-108.

Seejuures on ka Eesti vahetus naabruses asuval St. Peterburgi regioonil head eeldused suhteliselt madalate kulude kombineerimiseks teadmistepõhise majanduse kiire arendamisega. (Tabel 15) Loode-Venemaa teadus ongi järjest enam integreerumas lääne tööstuste ja globaalsete turgudega. Erinevad suuretted, nagu *Sun Microsystems*, *Intel*, *Motorola*, *LG Electronics*, *Siemens*, *Togethersoft* (*Borland*) jpt, on olnud või loonud omale Venemaal uurimis- ja arenduskeskused. Inteli Venemaa haru juht Steve Chase kirjeldab seejuures uut tööjaotust tunnustavate sõnadega: „Kiired projektid andke ameeriklastele, suured indialastele ja võimatud venelastele. Venelased on kõige võimelised”.²⁵⁸

²⁵⁵ Nii *Forrester Research*-i kui Euroopa Liidu hinnangul võib Euroopa lähema 10 aasta jooksul seoses infotehnoloogia töökohtade liikumisega odavamaks (kuid üldse mitte vähem kvalifitseeritud) tööjõuga regioonidesse kaotada kuni 1,2 miljonit töökohta. Enim on neist trendidest mõjutatud Suurbritannia, Prantsusmaa, Itaalia, Holland. Aintüksi Suurbritannia kaotab selliste arengute tõttu 2015. aastaks ligi 3% oma töökohtadest. Euroopa kulud *off-shore* teenustele kasvavad samas 2004. aasta 1,1 miljardilt eurolt 2007. aastaks enam kui 3,6 miljardile eurolle. Vt ka David Metcalfe ja Sonoko Takahashi, *Two-speed Europe: Why 1 Million Jobs will Move Offshore*, Forrester Research, 18.08.2004; European Foundation for the Improvement of Living and Working Conditions, *Outsourcing of ICT and related services in the EU: A status report*, European Commission, Luxembourg 2004.

²⁵⁶ Timo Hämäläinen, Catching-up and forging ahead: Explaining the postwar growth experience in Finland, June 2000, käsikiri avaldamiseks kogumikus „National Competitiveness and Economic Growth: The Changing determinants of Economic Performance in the World Economy“; Dan Steinbock, *Finland's Wireless Valley: Domestic Policies, Globalising Industry*, Tekes, November 2002, http://www.tekes.fi/eng/publications/Finlands_Wireless_Valley.pdf.

²⁵⁷ Samas on toimumas ka vastupidine liikumine, kus erinevad Aasia investorid ostavad tehnoloogilise *know-how* hankimise eesmärgil Euroopas ja Ameerikas madala- ja keskmistehnoloogilistes tööstusharudes raskustesse sattunud ettevõtted ning uurimis- ja arenduslaboreid, või kus kohalikku tootmisbaasi vajatakse lihtsustamaks Kagu-Aasia ettevõtete eelpool nimetatud regioonide turule sisenemiseks (sellistest arengutest tulenevaid Aasia investeeringuid on üsna palju nt Tšehhis, kus on tekkimas teatud „ülerrahvastatus”).

²⁵⁸ Sergey Boltaramovich, Pavel Filippov, Hannu Hernesniemi, *The Innovation System and Business Environment of North-West Russia*, ETLA Discussion Paper no 953, December 2004, 40.

Tabel 15. Programmeerija keskmine aastapalk USA dollarites.

Poola ja Ungari	4800 .. 8000
India	5880 .. 11000
Filipiinid	6564
Malaisia	7200
Venemaa	5000 .. 7500
Hiina	8952
Kanada	28174
Iirimaa	23000 .. 34000
Iisrael	15000 .. 38000
USA	60000 .. 80000

Allikas: Merrill Lynch, „Smart Access Survey”, *CIO Magazine*, November 2002.

Vaatamata sellele, et infotehnoloogia- ja elektroonikatooted moodustasid 2004. aasta alguses ca 25% Eesti põhieksportidest, pole Eesti kodumaise infotehnoloogia tööstuse globaalselt oluliseks tegijaks muutumine lähiajal kuigi tõenäoline. Samas esindab Elcoteq-i jt Põhjamaade elektroonikatootjate ülisuur osakaal Eesti ekspordis mõnes mõttes ka seni kasutamata potentsiaali. Kuna elektroonika tootmise valdkonnas üha tihedamaks muutuv globaalses konkurentsivõimelises marginaalid vähenevad, siis otsivad paljud lepingu alusel tellimustoodangut valmistavad (*contract manufacturing*) firmad maailmas võimalusi väärtusahelas ülespoole liikumiseks, sh püüdes käivitada oma uurimis- ja tootearendustiksusi. Paralleelselt on näiteks mobiiltelefonide arendamises ja tootmises käivitumas protsess, mis on mõneti võrreldav omaaegse IBM personaalarvutite platvormi avamisega kolmandatele tootjatele. Kuivõrd Eesti ettevõtetel ja teadusasutustel õnnestub taolises tegevuses oma nišš leida ning ühtlasi tööstusharu Eestis kinnistada, sõltub otseselt suutlikkusest pakkuda globaalsetele tööstusgigantidele sobiliku kvalifikatsiooniga teadlasi ja insenere.

Taiwani infotehnoloogia tööstuse areng on siinkohal üks suurepäraseid eeskujusid sellest, kuidas ühes riigis ehitada üles oma tööstust läbi kodumaiste väikeste ja keskmiste ettevõtete klasterdumise toetamise ja lülitumise globaalsesse tootmisvõrgustikesse – täites esmalt lihtsamaid tootmisfunktsioone, liikudes sealt edasi oma disainiga kui kellegi suurema turujõuga ettevõtte kaubamärgi all turustatavatele toodetele, et püüda pikemas perspektiivis jõuda omatoodanguga turule ka päris oma kaubamärkide all.²⁵⁹

Ühelt poolt on tehnoloogiliste konkurentsivõimeliste areng tugevalt sõltuv varasematest investeeringutest haridusse, teadus- ja arendustegevusse. Samas, nii kummaline kui see ka esmapilgul ei tundu, on Eestil oluline Taiwani kogemusest õppida samuti seda, kuidas seniseid suhteliselt tagasihoidlikke tööstus- ja tehnoloogiainvesteeringuid hoolikalt strateegilise eelisena välja mängida. Väljakujunenud tööstusharudes tegutsevatel suurettevõtetel on nimelt igati mõistetu kalduvus kaitsta oma varasemaid massiivseid investeeringuid tehnoloogiasse ja tootmisesse. See sunnib aga neid ignoreerima teatud uusi, seniseid arengutrende katkestavaid tehnoloogiaid, millel on ometi potentsiaal muuta radikaalselt mängureegleid ja ärimudeleid kogu majandusharus. Kuigi suurettevõtted ei anna oma positsioone käest kergelt, on see piisavalt ettenägelikult tegutsemisel siiski väiksematele tegijatele oluline võimalus.²⁶⁰

²⁵⁹ Dieter Ernst, „Catching-up, crisis and truncated industrial upgrading. Evolutionary Aspects of Technological Learning in East Asia's Electronics Industry”, UNU INTECH Lisboa Conference, September 1998.

²⁶⁰ Võrdluseks P2P failijagamistarkvara mõju muusika- ja filmitööstusele, või Interneti-telefoni süsteemide eeldatav mõju traditsioonilise telefonise ärimudelitele.

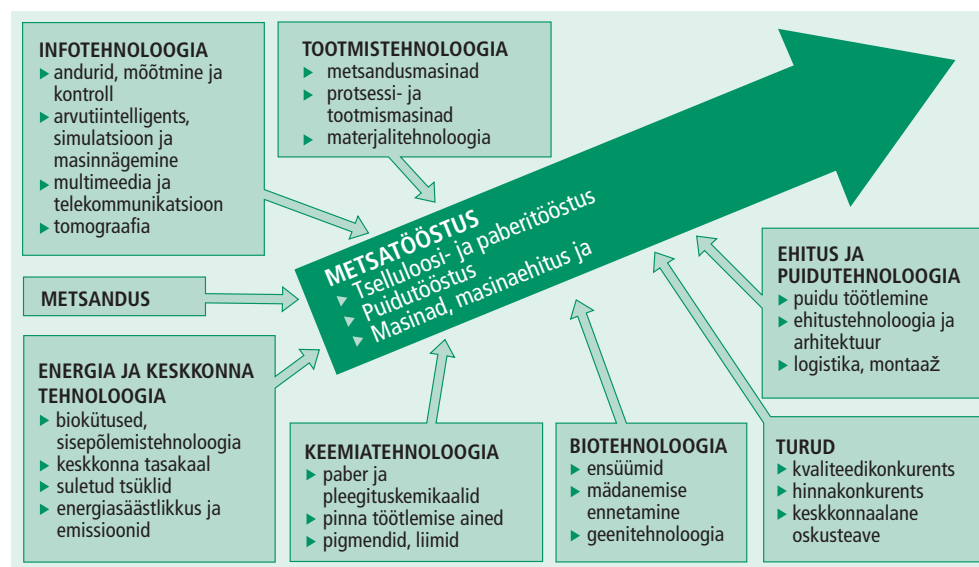
Kuna Eesti infotehnoloogia ettevõtetel ei ole väljakujunenud situatsioonis üldiselt varasemaid pikaajalisi ja massiivseid investeeringuid, siis peaks see andma neile teatud võimaluse olla heas mõttes ootustirik, püüdes oma tooteid, teenuseid ja organisatsiooni uuendades liikuda teatud uutesse teadmiste- ja tehnoloogiamahtudesse. Süsteemiintegraatoritele võiks see tähendada investeeringuid teatud universaalsete mastaabiefekti saavutamist võimaldavate toodete või teenuste loomisesse. Mikroelektroonikas ja elektroonikatööstuses laiemalt tähendab see aga ennekõike hoolikat tööstusharu ja tehnoloogilise arengu analüüsimist ja võimaluste otsimist ning valmistumist näiteks optoelektronika või bio-nanoelektronika-alasteks vmt spetsiifilisteks tehnoloogilisteks läbimurreteks. (Vt ptk 2.4 eespool)

Samas on oluline mõista, et Soome ja Iirimaa on Euroopas praktiliselt ainsad riigid, kus infotehnoloogia tööstusel on majandusarengus äärmiselt oluline roll. Valdavas osas Euroopast on infotehnoloogia peamine panus tootlikkuse kasvu seotud infotehnoloogia laialdase rakendamise, sellega seotud tehniliste ja organisatsiooniliste ümberkorraldustega kõigvõimalikel muudel elualadel.

Kuigi empiirilised uurimused kinnitavad, et elatustaseme tõusu seisukohalt kasulik püüda spetsialiseeruda võimalikult kõrgematehnoloogiliste majandustegevuste madalama lisandväärtusega otsa kui madalatehnoloogiliste valdkondade kõrgemasse otsa, on ainuüksi kõrgtehnoloogilise tööstuse arendamine väikeriigis seotud väga suurte riskidega (vt ptk 1.5 eespool).²⁶¹ Eesti majanduse tänaste konkurentsieelistega arvestades tuleb seejuures eriti oluliseks pidada nii infotehnoloogia kui teiste uute (võtme)tehnoloogiate mõistlikku rakendamist puiduklastri, toiduainete- ja tekstiilitööstuste, energeerika jm seniste tugevuste edasiarendamisel.²⁶² (vt ka Joonis 38)

Paraku puudub Eestil enamuses traditsioonilistes valdkondades täna sisuliselt tehnoloogiline kompetents ka selleks, et isegi sisseostetud kõrgtehnoloogia põhjal edasi areneda. Siin saab ainult riik initsiatiivi haarata ning erinevate riigihangete ja -tellimuste kaudu tekitada esmaseid võrgustike, koostöövorme ning tooteid.

Joonis 38. Uue tehnoloogia roll metsandusklastri arengus.²⁶³



Allikas: Alfred Watkins ja Natalia Agapitova, *Creating 21st Century National Innovation System for a 21st Century Latvian Economy*, Policy Research Working Paper 2357, World Bank, 2004, 25.

²⁶¹ R. Stehrer, J. Würz, *Industrial Diversity, Trade Patterns and Productivity Convergence*, WIIW Working Papers No. 23, November 2002.

²⁶² Eesti teaduse kui tööstuse võimekuses rakendada ja uuendada tuleviku bio- ja nanotehnoloogilisi lahendusi on oluline, kui soovime Eestis ka 20 aasta pärast näha keemiatööstust, masinaehitust jt tänaseid kesktehnoloogilisi tööstusharusid.

²⁶³ Biotehnoloogia potentsiaalset metsatööstuses vt ka Staffan Laestadius, "Biotechnology and the Potential for a Radical Shift of Technology in Forest Industry", *Technology Analysis & Strategic Management*, 12, 2, 2000.

Analoogiliselt on 1960-1970ndate aastate massiivsed investeeringud metsandusklastri arenguks olulisse tehnosiirdesse ning uurimis- ja arendustegevusse aidanud ka Soomel muutuda sellel alal kõige kaasaegsema tootmisega riigiks maailmas. Tänapäeval moodustavad kõrgekvaliteediline paber, metsandustehnoloogia ja selle valdkonnaga seotud konsultatsiooniteenused jne olulise osa Soome ekspordist. Spetsiifilised tehnoloogiaprogrammid võtmetehnoloogiate kasutamiseks konkurentsieeliste edasiarendamisel on jätkuvalt üks Soome tehnoloogiapoliitika keskseid elemente.²⁶⁴

Samas oleks vale piirduda Eesti tuleviku spetsialiseerumisvõimalustele mõeldes kitsalt kohalikele või lähiregiooni konkurentsieelsetele. Nii Rootsi terasetööstuse ja masinaehituse, Põhjamaade mobiilside kui Jaapani robotitööstuse areng on kõik näited sellest, kuidas globaalselt üliedukas tööstusharu võib saada alguse teatud spetsiifilistel aladel eksisteerinud nõrkuste ületamiseks tehtud investeeringutest teadusesse ja tehnoloogiaarendusse. Rahvastiku kiirest vähenemisest tulenevalt on ka Eestil küllalt oluline leida võimalusi uute tehnoloogiate kasutamiseks halduses, haridussüsteemis, sotsiaalsfääris jmt valdkondades.

Üks selliseid, Eesti avalikkuses enam tähelepanu leidnud valdkondi on meditsiin, mida on lisaks finantseerimism- ja võimalikele struktuursetele probleemidele (või siis neist tulenevalt) tabanud arstide massiline lahkumine. Samas on tervishoiusüsteemi puhul praktiliselt igas riigis tegemist ühe teadmistemahukama valdkonnaga, mis võib kogu riigi sotsiaal-majanduslikule arengule tugevasti kaasa aidata. Laienenud Euroopa Liidu tingimustes on siin kasvõi üks, võimalik et kõige vahetum, näide seotud võimaluste otsimisega piiriüleseks tervishoiuteenuste pakkumiseks naaberriikide kodanikele.

Laiemalt on loodusteaduste ja tervishoiuga seondud olnud traditsiooniliselt üks Euroopa olulisemaid tugevusi, kuid mitte enam. Euroopa on küll jätkuvalt farmaatsiatoodete tootmise osas maailmas liidripositsioonil, kuid innovatsioonialane eestvedamine on nihkunud farmaatsiatööstuses järk-järgult Ameerikasse. Kui USA vastavad teadus- ja arendusinvesteeringud kasvasid 1990-2002. aastal 5 korda, siis Euroopas kõigest 2,5 korda.²⁶⁵

Farmaatsiatööstuse üldist olukorda muudab veelgi keerukamaks Hiina, Taiwani, Mehhiko päritolu odavate geneeriliste ravimite pealetung kui illegaalsete koopiaravimite osakaalu suurenemine turul. Sellal kui geneeriliste ravimite tootmine on liikumas Aiasse, on traditsioonilisem teadus- ja arendustegevuse mahukas farmaatsiatööstus liikumas Kesk- ja Ida-Euroopasse. Skandinaavia on aga kujunemas kuumaks investeeringute sihiks tänu spetsiifiliselt biotehnoloogia mahukale farmaatsiatööstusele. Momendil ei ole Eesti eelised võimaliku farmaatsiatööstuse investeeringute sihtmaana kõige tugevamad. Kõige soodsamaid tingimusi suudaks Eesti pakkuda geneeriliste ravimite tootmise asukohamaana.²⁶⁶

Samas on biomeditsiin olemasolevat teaduskompetentsi arvestades momendil ehk Eesti sisuliselt ainus võimalus arendada Skandinaavia biomeditsiini klastrist 10-15 aasta perspektiivis välja kohalikku majandusarengusse panust andev (ehk siis ka tegelikku tootlikkust ja reaalpalka kasvatav) biotehnoloogia sektor. (Joonis 39) Samas on meil täna kasutada ainult seda inimressurssi, millesse 5 või enam aastat tagasi otsustasime investeerida. Seega on ka Eesti tänased biotehnoloogia-alased edusammud valdavalt seotud 20 aasta taguste investeeringutega.

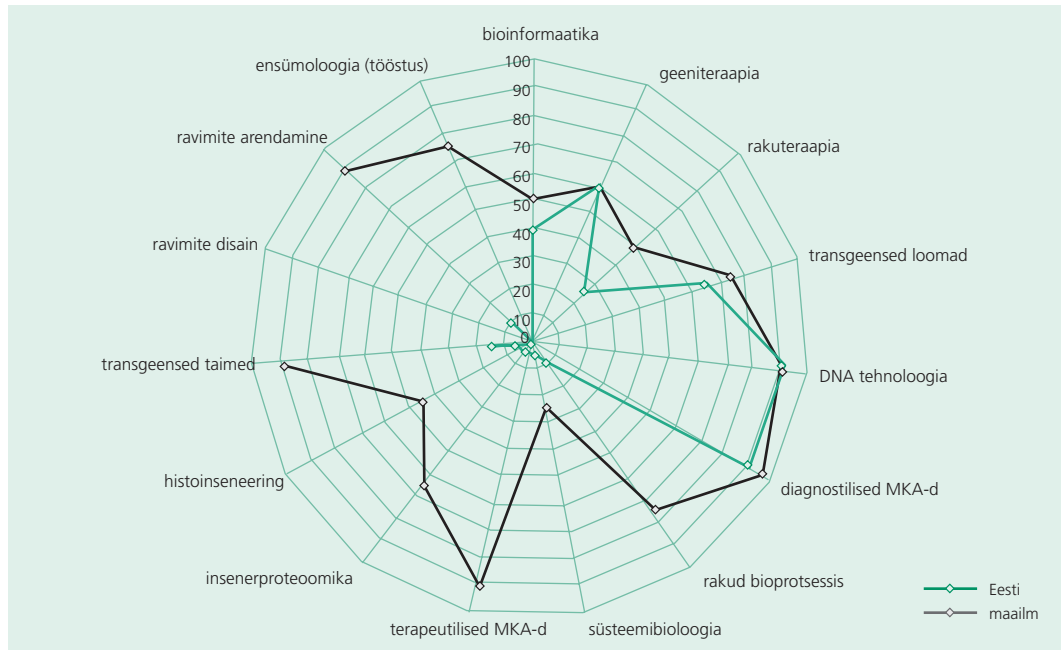
Veel kümnekond aastat tagasi oleks teatud farmaatsiatööstuse osade toomine Eestisse tähendanud sisuliselt kogu SKP suurust investeeringut, mis on ilmselgelt absurdne – kolmanda astme kliinilisteks katsetusteks ei piisaks ka kogu Eesti elanike arvust – siis täna ei ole selles mitte midagi võimatut, sest mainitud osa farmaatsiatööstusest ei pea olema üldse mitte väga suur ning teatud ülesanded liiguvad just nimelt odavamaks kuid kvaliteetsema tööjõu otsingul traditsioonilisest farmaatsiatööstusest lahku biotehnoloogia sektorisse. Kõige suurem väljakutse Eesti poliitikale seisneb aga selles, et ka biomeditsiini arendamine ei tohi toimuda eraldi olemasoleva tööstuse ja oskuste arengust.

²⁶⁴ Vt nt Tarmo Lemola, "Transformation of Finnish Science and Technology Policy", *Science Studies*, 16, 1, 2003, 52-67; *The future is knowledge and competence, Technology Strategy – review of choices*, Tekes, 2002.

²⁶⁵ I. Brodie *et al*, *EU Life Sciences – Driving Change in the European Life Sciences Industry*, Gap Gemini Ernst & Young, Utrecht 2004, 10; vt ka Rainer Nitsche, Tom Wilsdon, *Innovation in the pharmaceutical sector*, Charles River Associates, 8. November 2004.

²⁶⁶ I. Brodie *et al*, *EU Enlargement – Driving Change in the European Life Sciences Industry*, Gap Gemini Ernst & Young, Utrecht 2004, 54-62, http://www.de.cappgemini.com/servlet/PB/show/1303401/EU_Life_Sciences.pdf; Biotehnoloogia alastest arengutest Soomes ja Rootsis vt ka Gabriela von Blankenfeld-Enkvist *et al*, *OECD Case Study on Innovation: The Finnish Biotechnology Innovation System*, Innomarket, Turku, jaanuar 2004; Anna Nilsson *et al*, *Knowledge Production and Knowledge Flows in the Swedish Biotechnology Innovation System*, Centre for Medical Innovations, Karolina Institutet, <http://www.ki.se/cmi/publications/KnowledgeProductionandKnowledgeFlows.pdf>.

Joonis 39. **Biotehnoloogiate valmisolek kommertsiaalseks rakendamiseks, Eesti tugevused ja nõrkused.**²⁶⁷



Allikas: Autorid.

Kuigi biotehnoloogia-alane diskussioon keskendub väga sageli biomeditsiinile ja farmaatsiatööstuse arengule ja on juhuslikult ka Eesti naaberriikide üks tugevamaid spetsialiseerumisvaldkondi, oleks sügavalt ekslik piirduda tulevikule mõeldes üksnes selle alaga.

4.5. Stsenaarium III: Panus uutele kõrgtehnoloogilistele majandusharudele

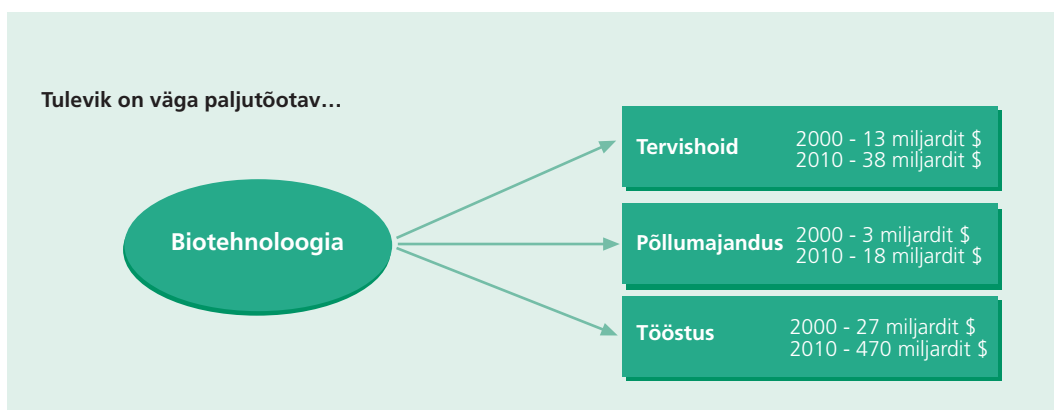
Teadmiste ja tehnoloogia levik ning Aasia riikide kiire tehnoloogiline areng sunnivad omakorda USA-d, nagu ka Lääne-Euroopat suhteliselt kõrgema elatusaseme säilitamiseks panustama radikaalselt uutesse tehnoloogilistesse valdkondadesse. Vastavalt 2. peatükis kirjeldatule on suure tõenäosusega nendeks tehnoloogiateks bio- ja nanotehnoloogiad.

Tehnoloogiline areng ja kasvav spetsialiseerumine võimaldab ühelt poolt muuta senist majandustegevust efektiivsemaks, kuid teisalt tekivad sellise arengu käigus ka täiesti uued kapitalikaubad ja turud. Nii nagu infotehnoloogia paradigma tõi kaasa personaalarvutid, interneti ja palju muid varem ettekujuteldamatuid uusi tooteid ja teenuseid ning nende kasutamiseks vajaliku infrastruktuuri, võib sarnaseid arenguid eeldada ka seoses bio- ja nanotehnoloogiaga. Paraku me veel lihtsalt ei tea, kuidas taolised radikaalselt uued tooted välja hakkavad nägema, milliseid teadmisi ja oskusi nende loomiseks täpselt vaja on või milliseks võivad eelnevast tulenevalt pikemas perspektiivis kujuneda Eesti konkurentsieelised ja spetsialiseerumine maailmas.

²⁶⁷ Antud joonis on koostatud Fraunhofer ISI poolt 2002. aasta sügisel läbi viidud uuringus väljatoodud Eesti biotehnoloogia sektori kompetentside baasilt. Käesoleva raamatu koostamisel üritati neid erinevate biotehnoloogia huvigruppide koostöös hinnanguliselt tehnoloogia arengukõverale asetada ning võrrelda Eesti ja maailma kompetentsi. Seega peegeldab see tabel eelkõige biotehnoloogia ekspertide enda arusaama olemasolevatest kompetentsidest ja suhtelisest konkurentsipositsioonist maailmas. Vt ka Fraunhofer ISI, *Research on the Estonian Biotechnology Sector Innovation System*, Tallinn: Enterprise Estonia, 2003, <http://www.isi.fhg.de/publ/downloads/isi03b59/estonian-biotechnology.pdf>.

Usutavasti ületab ainuüksi biotehnoloogia turu maht juba 2005. aastal 100 miljardi euro piiri. Kümneni lõpuks on globaalse biotehnoloogia ja sellega seotud sektorite turumaht tõenäoliselt rohkem kui 2000 miljardit eurot.²⁶⁸

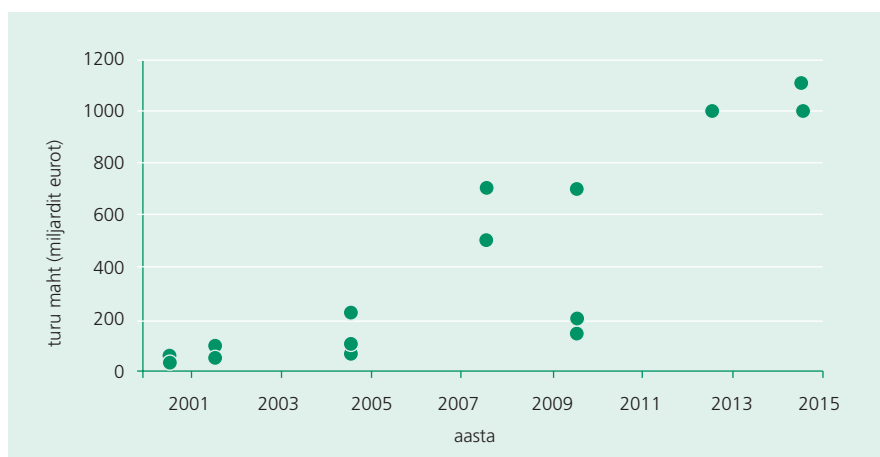
Joonis 40. Hinnangud biotehnoloogia turumahu kasvule.



Allikas: McKinsey & Company and Piper Jaffray Ventures

Analoogiliselt usub Euroopa Komisjon nii USA Rahvusliku Teadusfondi (NSF), *US. Nanobusiness Alliance*-i kui mitmete teiste analüütikute hinnangutele tuginedes globaalset nanotehnoloogia ja nanotehnoloogia-põhiste toodete turgu kasvavat 2015. aastaks enam kui triljonile eurole.²⁶⁹ (Joonis 41)

Joonis 41. Eldatav nanotehnoloogia turu kasv.



Allikas: Towards a European strategy for nanotechnology, Euroopa Komisjon, COM(2004) 338 final, 12.5.2004.

²⁶⁸ *Life sciences and biotechnology — A strategy for Europe*, Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the Economic and Social Committee and the Committee of the Regions, European Commission, 2002, 12. Vt ka *Emerging Biotechnology Players. From Innovation to Realization*, Datamonitor, 2002.

²⁶⁹ Erinevate institutsioonide nanotehnoloogia turgu puudutavaid prognoose võrreldes on oluline tähele panna, et USA päritolu prognoosid on üldiselt märksa optimistlikumad kui Euroopa või Jaapani omad. Siit ka selge vahe USA ja teiste riikide nanotehnoloogia investeringutes elaniku kohta (Tabel 3, ptk 2.4).

Järgmised 10-20 aastat saavad nii bio- kui nanotehnoloogias plahvatuslikult kasvavate teadus- ja arendusinvesteeringute mõjul olema uute domineerivate tehnoloogiliste platvormide kujunemise, uute „võitja võtab kõik” tüüpi turgude tekke ja üliterava tehnoloogilise konkurentsi aeg. Taolist panustamist uutele baastehnoloogiatele võib mõneti võrrelda kasiinoga, kus osalevad valitsused ja suurettevõtted on sunnitud tegema miljarditesse eurodesse, dollaritesse või jeenidesse ulatuvaid panuseid, kusjuures nii mängureeglid kui teised mängus osalejad selguvad alles kunagi märksa hiljem, siis kui partii täies hoos.²⁷⁰

Väiksemate riikide jaoks on üks võimalus investeerida aladele, mis ühel või teisel põhjusel suurte poolt kõrvale jäetud. Nii on linnriik Singapuri valitsus asutanud 600 miljoni dollarilise biotehnoloogia investeringute fondi, mis keskendub peamiselt tüvirakkudega seonduvale jt kõige kaasaegsematele biotehnoloogia harudele. Singapur ei ole seejuures kaugeltki ainus, kes püüab võita USA keskvalitsuse tüvirakkude-alaseid biotehnoloogia uuringuid blokeerivatest seisukohtadest. Austraaliast, Hiinast, Indiast, Jaapanist, Koreast jt rääkimata on USA Kalifornia osariigist Arnold Schwarzenegger isikuliselt otsustanud investeerida eeloleval kümnendil tüvirakkude uurimisega seotud biotehnoloogiasse miljardeid dollareid.²⁷¹

Võrreldavad pikaajalised mastaapsed investeeringud baasuuringutesse, mille pinnalt võiks loota edukaid *spin-off*e kõrgetehnoloogilise tööstuse tekkeks, on Eesti oludes praktiliselt välistatud. Vajalike investeeringute absoluutmahud ja seonduvad riskid on lihtsalt liiga suured. Samas on Eestil Iirimaa 1980-1990ndate aastate kogemust tundes ja aktiivse suunatud välisinvesteeringute hankimise poliitika abil siiski sellest võimalik osa saada.²⁷² Iirimaa on õnnestunud USA kõrgetehnoloogiliste investeeringute riiki meelitamisel edukalt ära kasutada oma Euroopa Liidu liikmelisus. Logistika, tööjõu pakkumise, kultuurilise läheduse jm soodsate tegurite taustal ei olnud Iirimaaale massiivseid investeeringuid teinud USA töösturite eesmärk kokkuvõtteks midagi enam ega vähem kui luua omale Euroopa turule sisenemiseks tootmisbaas. Kuna Iirimaa õnnestus tänu USA investeeringutele siseneda tärkavatesse uutesse tööstusharudesse märksa varem ja jõulisemalt kui enamusel teistel Euroopa Liidu liikmesriikidel, andis see läbi üsna drastiliste muutuste majanduse struktuuris kogu majandusele ja ühiskondlikule arengule olulise kiirenduse.²⁷³

Kaasaegne Soome on näide riigist, kus üheks välismaiste otseinvesteeringute riiki tuleku peamiseks ajendiks on teatud spetsiifiliste kompetentside ja nende ümber koondunud tugevate majandusklastrite olemasolu. Varasem tiipkasemal teadus- ja arendustegevuse olemasolu on selliste investeeringute taotlemisel absoluutselt kriitilise tähtsusega.²⁷⁴

Arenevatele riikidele, nagu Eesti, on jõukohasem taotleda sarnaselt Iirimaaaga uute turgude hõlvamisest huvitatud investeeringuid, hoolitsedes seejuures pingsalt, et tehinguga kaasneksid lisaks tootmisele ka teatud teadus- ja arendustegevusega seotud funktsioonid. Kuigi Eesti on küll logistilistel, kultuurilistel jpm põhjustel ilmselt Iirimaaaga USA investeeringute konkureerimisel ebasoodsamas positsioonis, tasub Eestil võimalusi bio- ja nanotehnoloogia-alaste investeeringute hankimiseks nii USA-st, Kaug-Idast kui mujalt äärmiselt tõsiselt uurida. Iirimaa kogemus näitab, et sellise lähenemise õnnestumise absoluutselt kriitiliseks eelduseks on väga hea arusaam uute tööstusharude tekkest ja kujunemist nii Ameerikas, Aasias kui mujal, samuti väga proaktiivne lähenemine konkreetsetele ettevõtetele, pakkudes neile soodsaid tingimusi tootmise käivitamiseks Euroopas.

²⁷⁰ Vt Brian W. Arthur, "Increasing Returns and the New World of Business", *Harvard Business Review*, July-August 1996, 100-109.

²⁷¹ Bruce Einhorn, Jennifer Veale, Manjeet Kripalani, "Asia is stem cell central", *BusinessWeek*, 15.01.2005; "Schwarzenegger in stem cell research", *BBC News*, 19.10.2004.

²⁷² Välisinvesteeringute asukohavalikute ja investeerimisotsuste analüüsimise kohta vt John H. Dunning, "The eclectic paradigm as an envelope for economic and business theories of MNE activity", *International Business Review*, 9, 2000, 163-190.

²⁷³ Meeldetuletuseks aga niipalju, et enne Iirimaa liitumist Euroopa Liiduga olid sinna tulevad välisinvesteeringud samuti turgu otsiva iseloomuga, seda enam, et enamus neist pärines pigem Suurbritanniast ja kontinentaal-Euroopast kui USA-st. Vt Frank Barry, Aoife Hannan, *Will Enlargement Threaten Ireland's FDI Inflows?*, Quarterly Economic Commentary, Economic and Social Research Institute, Dublin, December 2001, 55-67, 60; "Investment in Finland reaches a market of 80 million people", *EnterpriseFinland*, 31.3.2004.

²⁷⁴ Siinjuures vt ka Cees van Beers, *The Role of Foreign Direct Investments on Small Countries' Competitive and Technological Position*, Government Institute for Economic Research, Helsinki, 2003, 116, <http://extranet.vatt.fi/knogg/Reports/t100.pdf>.

Mõistetavalt ei ole olemas üheseid kriteeriume tärkavate tööstusharude kasvu prognoosimiseks, küll aga on üldise orientiirina abi teadus- ja arendustegevusse tehtud investeeringute mahtude, samuti riskikapitali kaasamist puudutavate näitajate, publitseerimis- ja patenteerimisandmete jmt võrdlemisest.²⁷⁵ Tabel 16 toobki ära juhtivad institutsioonid nanotehnoloogia patente järgi. Ka siin on juhtivatel positsioonidel eelkõige USA ettevõtted ja uurimisinstitutsioonid. USA ja *IBM* on vastavalt riigi ja ettevõtteks ühtlasi ka juhtivatel kohtadel patente tsiteerimise võrdluses, st nii USA kui *IBM* patente tsiteeritakse kõige enam.²⁷⁶

Tabel 16. 20 USA Patendiametis aastatel 1976-2002 enim nanotehnoloogia-alaseid patente registreerinud institutsiooni.

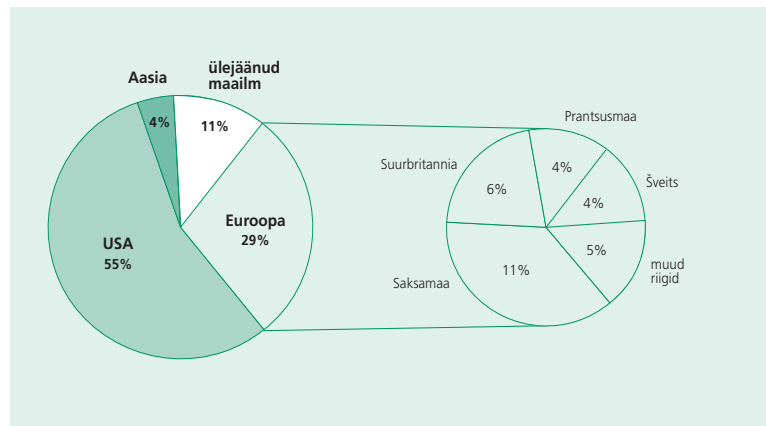
Koht	Omaniku nimi	Patentide arv	Patendi keskmine iga
1	International Business Machines Corporation	1302	6,74
2	Xerox Corporation	957	7,55
3	Minnesota Mining and Manufacturing Company	807	7,69
4	Eastman Kodak Company	708	10,38
5	Motorola, Inc.	508	7,16
6	The Regents of the University of California	491	4,13
7	NEC Corporation	483	4,42
8	Micron Technology, Inc.	457	2,53
9	Canon KaDushiki Kaisha	408	5,52
10	E. I. Du Pont de Nemours and Company	367	11,45
11	General Electric Company	367	11,54
12	Texas Instruments Incorporated	366	7,77
13	Hitachi, Ltd.	335	6,43
14	Ameerika Ühendriigid mereministri isikus	330	8,63
15	The Dew Chemical Company	327	11,04
16	Kabushiki Kaisha Toshiba	317	5,47
17	Abbott Laboratories	297	6,62
18	Advanced Micro Devices, Inc	295	2,61
19	Massachusetts Institute of Technology	271	8,28
20	Merck & Co., Inc.	251	8,63
	Keskmine	482,2	7,23

Allikas: Huang et al., „International nanotechnology development in 2003: Country, institution, and technology field analysis based on UPTSO patent database“, *Journal of Nanoparticle Research*, 6, 2004, 325-354, 336.

²⁷⁵ Patendistatistika vmt ei ole siiski kõikvõimas. Erinevate tehnoloogiavaldkondade analüüsimisel tuleb arvestada, et konkurentsituatsioon, nagu ka ettevõtete poolt erinevates tööstusharudes kasutatavad strateegiad turu hõlvamiseks, on valdkonniti väga erinevad. Statistikat iseloomustab samuti teatud loomupärane inert ja vastumeelsus klassifikaatorite jmt muutmiseks, mis viib enamasti tärkavate tööstuste ignoreerimiseni kuni nad on nii suured ja olulised, et neid lihtsalt ei ole enam võimalik ignoreerida. Siit ka Robert Solow kuulus tsitaat 1980ndatel aastatel: „arvutid on kõikjal, ainult mitte tootlikkuse statistikas“.

²⁷⁶ Huang et al., „International nanotechnology development in 2003: Country, institution, and technology field analysis based on UPTSO patent database“, *Journal of Nanoparticle Research*, 6, 2004, 325-354, 345-346.

Joonis 42. 1997-2002. aastal loodud uued nanotehnoloogia ettevõtted.



Allikas: CEA, Bureau d'Etude Marketing.

Pea-asjalikult ajaloolistel põhjustel ei ole Eesti kompetentsibaas uutes võtmetehnoloogiates tegelikult üldse mitte kõige halvemas seisus.²⁷⁷ Eesti jääb küll bio- ja nanotehnoloogia, neuroteaduste ja immunoloogia alal Skandinaaviast teaduspublikatsioonide arvult elaniku kohta suurusjärgu võrra maha, kuid on samas igati liirimaaga võrreldaval tasemel. (Tabel 17)

Tabel 17. Teaduspublikatsioonid ja tsiteerimine miljoni elaniku kohta.

	Bioinformaatika		Geneetika		Nanotehnoloogia		Neuroteadused		Immunoloogia	
	Publ.	Tsit.	Publ.	Tsit.	Publ.	Tsit.	Publ.	Tsit.	Publ.	Tsit.
Eesti	17,0	67,4	129,9	341,5	44,7	104,4	217,2	592,1	186,0	472,8
Läti	3,0	0,4	17,5	28,1	23,8	15,3	35,8	53,2	49,0	120,5
Leedu	3,1	11,4	22,0	113,3	28,1	24,2	34,8	67,4	33,1	60,4
Soome	80,1	279,7	1153,2	5651,2	148,3	295,7	1417,3	3963,2	1745,2	5506,3
Rootsi	115,8	440,4	965,3	4240,8	296,3	720,7	1611,6	4565,8	2148,4	7398,1
Taani	94,7	406,2	868,6	3482,7	191,7	726,2	1083,5	2825,2	1507,7	5093,1
Island	117,5	110,4	1421,0	8799,9	60,5	138,9	609,0	1299,9	901,0	2706,6
Iirimaa	27,5	87,4	270,4	1103,4	94,3	246,9	462,0	1188,3	539,0	1713,0
Poola	5,6	7,6	49,9	85,2	33,1	23,2	105,2	105,7	92,7	131,2

Allikas: Mapping excellence in Science and Technology across Europe, <http://www.cwts.nl/ec-coe>, December 2003.

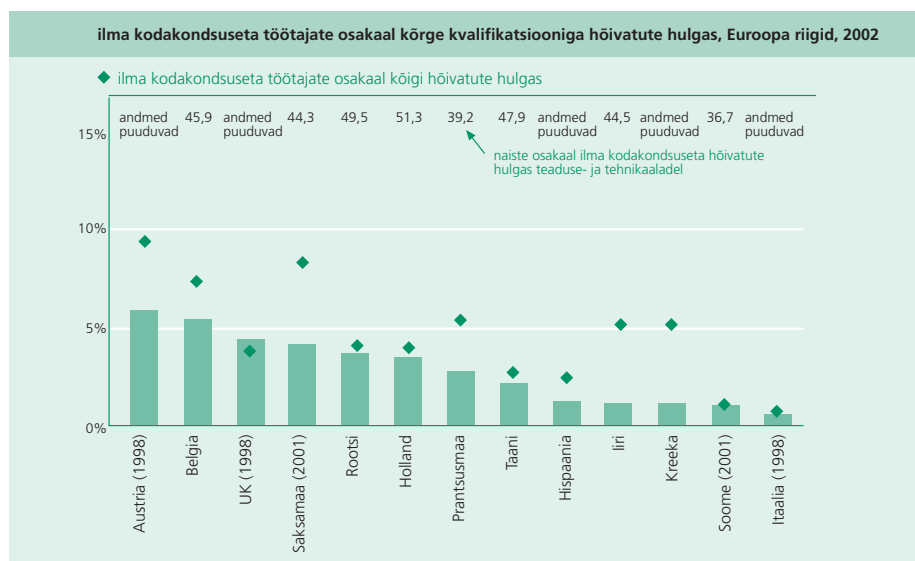
Samas on ka Iirimaa iseseisvale teaduspoliitikale kuni kõige viimase ajani suhteliselt vähe tähelepanu pööratud. Et seda parandada ja leevendada tippspetsialistide puudust, on Iirimaa viimastel aastatel asunud aktiivselt meelitama kõikjalt maailmast kohale info- ja biotehnoloogia alal hädavajalikke teadlasi ja insenere.²⁷⁸

²⁷⁷ Kui biotehnoloogia alal on olemas Eesti kompetentsibaasi kaardistav Fraunhofer'i uurimus, siis nanotehnoloogia puhul pole isegi päris selge, milline on Eestis kompetentsibaas ja milline on täna Eesti majanduses domineerivate ettevõtete võime nanotehnoloogia rakendamiseks. Arvatavasti on see äärmiselt tagasihoidlik.

²⁷⁸ Vt nt Science Foundation Ireland, <http://www.sfi.ie>.

Selleks, et teiste riikidega sammu pidada, on ka Eestil vaja bio- ja nanotehnoloogia kompetentsibaasi oluliselt laiendada. Kuigi Iirimaa demograafiline situatsioon on Eesti omast tunduvalt palju parem (Joonis 32 ptk 3.4), võib näiteks Eesti ühiskonnal olla Lääne-Euroopast või ka Põhjamaadest märksa suurem valmisolek võtta vastu Aasia päritolu üliõpilasi, luues Eestile pikemas perspektiivis olulise konkurentsieelse. Euroopa väikeriigina on sedalaadi rahvusvahelistumine Eestile ilmselt üsna paratamatu. (Joonis 43)

Joonis 43. Võõrtöötajate osakaal kõrge kvalifikatsiooniga Euroopa töötajates, 2002.



Allikas: OECD Science and Innovation Policy: Key Challenges and Opportunities, 2004, 37, <http://www.oecd.org/dataoecd/18/17/23706075.pdf>.

Bio- ja nanotehnoloogia-alase tipptasemel kompetentsibaasi loomine eeldab lisaks hariduse pakkumise märkimisväärsele laiendamisele²⁷⁹ ka senisest oluliselt aktiivsemat ning selgepiirilist riigipoolset toetust spetsiifiliselt bio- ja nanotehnoloogia-alastele baasuuringutele ja tehnoloogiaarendustele. Kõike seda on mõtet teha, kui on tagatud väga tugev intellektuaalse omandi kaitse, mis tagab muuhulgas tõhusama erialaajakirjades avaldatavate teadustulemuste tõhusama kaitse jpm.

Kuivõrd erasektori investeeringud teadus- ja arendustegevusse on Euroopas nii sektoraalselt kui konkreetsete tööstusharude sees väga tugevalt kontsentreerunud, siis saab sinne teadus- ja arendustegevus toimuda ainult ettevõtete välisomanike osalusel. Eestil on seetõttu küllalt kriitiline leida võimalusi senisest märksa aktiivsemaks osalemiseks nii Põhjamaade kui Euroopa teadus- ja arendusprogrammides, samuti sobilikes käivitumisfaasis olevates Euroopa tehnoloogia platvormides.²⁸⁰

Arenevatel riikidel nagu Eesti on välisinvesteeringute põhise arengu puhul samas põhjust ettevaatusele, kuna mõne üksiku sektori hea areng (näiteks bio- või nanotehnoloogia) ei pruugi automaatselt omada märkimisväärset positiivset mõju Eesti elanike heaolule. Seda näiteks juhul kui uus kõrgtehnoloogiline sektor kujuneb suurema rahvusvahelise tootmisvõrgustiku väikeseks osaks, millel pole traditsioonilise majandusega erilist seost ja kus loodav lisandväärtus liigub Eestist välja. See tähendab, et samaaegselt bio- ja nanotehnoloogia teadmiste baasi tugevdamisega tuleb Eestil kaasajastada olemasolevat tööstust, eriti mis puudutab suure tööhõive ning eksportmahtudega sektoreid Eestis, nagu puidu-, toiduaine-, tekstiili- ja keemiatööstus jmt.

²⁷⁹ Kuivõrd nanotehnoloogia seab suuresti küsimuse alla kogu senise teaduse valdkondadeks jagamise, siis tuleks ka juba keskkoolist alates uurida võimalusi, kuidas muuta Eestis teaduse ja tehnoloogiaerialade õpetamist.

²⁸⁰ Enamuses Euroopa riikides teevad suuremad 20-30 ettevõtet sisuliselt enamuse kogu tööstuse teadus- ja arendustegevuse investeeringutest. Vt *Monitoring industrial research: the 2004 EU industrial R&D scoreboard, volume I*, European Commission, 2004, <http://eu-IRIScoreboard.jrc.es/>; Euroopa tehnoloogiaplattformide kohta vt lähemalt <http://www.cordis.lu/technology-platforms/>.

5. Poliitikasoovitused

Eelnevas toodud analüüs ei pretendeeri mingil juhul Eesti eeloleva kümnendi arenguid kirjeldavale lõplikule tõele. Õigupoolest on üsna ebatõenäoline, et mõni kirjeldatud stsenaariumitest realiseeruks iseeneslikult täpselt kirjeldatud viisil, pigem realiseerub mingi kombinatsioon neist. Võimalike pikemaajaliste arengusuundade läbimängimise eesmärk ei ole tuleviku ennustamine. Selle töö väärtus seisneb pigem võimalike erinevate strateegiade eelduste, kaasnevate ohtude ja võimaluste välja toomises.

Kuigi juhul määngib oma osa, sõltub see, milliseks nii ettevõtjate investeerimisvõimalused kui kogu Eesti edasine areng tegelikult kujuneb, siiski avaliku sektori tegevusest (või ka tegevusetusest) Eesti majanduskeskkonna kujundamisel. Ilma pikemaajalise selge tulevikuvisionita ei saa see tegevus aga kuidagi edukas olla.²⁸¹

Ehkki Euroopa Liidu *Lissaboni strateegia* ja *Teadmistepõhine Eesti* on olnud majanduse konkurentsivõime teema poliitilisse fookusesse tõstmisel äärmiselt olulised strateegilised dokumendid, puuduvad Eestis täna mehhanismid, mis tagaksid Eesti majanduse tegeliku liikumise suurema teadmistemahukuse suunas. Kuna Eesti majanduse konkurentsivõime olulistes valdkondades puudub regulaarne poliitikate ja nende koostööde hindamine, siis on ka avalik poliitika selgelt ebapiisav, ilma kindla eesmärgita ning suutmatu lahendama sotsiaal-majandusliku arengu ees seisvaid struktuurseid probleeme.²⁸²

Eesti innovatsioonipoliitika ei ole täna näiteks sisuliselt mitte ühtegi meetet, mis võimaldaks lahendada majandusarengut ja eksporti enim mõjutavate puidu- või elektroonikatööstuse tootlikkuse kasvu pidurdavaid tegureid, samuti pole olemas ühtki meetet, mis aitaks spetsiifiliselt kaasa uute kõrgtehnoloogiliste majandusharude tekkele. Nende kahe ettevõtete grupi vajadused on aga teineteisest radikaalselt erinevad.

Kuna avaliku poliitika kujundamise ja koordineerimise mehhanismid on äärmiselt nõrgad, siis on ka haridus-, teadus- ja arendustegevuse, tööhõive-, innovatsiooni- jne poliitikad senistes raamides marginaalse mõjuga.

5.1. Klastripõhine majanduspoliitika

Sisuliselt seisab Eesti avaliku sektori ees esmase ülesandena küsimus: kuidas tagada erasektori probleemide süstemaatiline kajastamine poliitika kujundamises ja hindamises. Seega on vaja süsteemi, mille vahendusel riik saab pidevalt tagasisidet erasektori reaalse arengu kui võimalike pikemaajaliste arengusuundade, tööjõuvajaduste jne kohta. Sellise süsteemi loomine on Eestile mistahes pikemaajalise tervikliku arengustrateegia loomise üheks peamiseks eelduseks. Taoline poliitika kujundamise ja koordineerimise süsteem peaks kõrvuti sotsiaal- ja keskkonna valdkonna eesmärkidega prioriteetidenä välja tooma need tehnoloogilise ja sotsiaal-majandusliku arengu seisukohalt kõige olulisemad 5-6 majandusklastrit (näiteks puidu- ja metsandusklastri või infotehnoloogia ja elektroonika klaster jt), mis katavad väärtusahelate järgi kokku sisuliselt kogu Eesti majanduse.

Praktikas tähendab see selliste era- ja avaliku sektori esindajatest koosnevate alaliste töögruppide moodustamist, mis loovad regulaarselt ülevaateid antud valdkonna võimalikest tulevatest arengutest, hetkeprobleemidest ja võimalikest lahendustest. Taoliste töögruppide raportid peavad olema haridus-, teadus- ja innovatsioonipoliitikate koordineerimise, kujundamise ja hindamise kohustuslikuks osaks.

Töögruppide esmaseks sisuliseks väljundiks peaks olema vastava klatri arenguks oluliste tehnoloogiaprogrammide formuleerimine ja hilisem hindamine ning pidev kaasajastamine. Loodavad programmid peaksid ulatuma kohustuslikult uuestest õppekavadest kuni välisinvesteeringute kaasamise ja eksporditoetamise skeemideni, luues nii a) tegelikke uusi valdkondi, kus Eestis on Euroopa mastaabis tugev teadus- ja arendustegevus, mis on samas b) seotud reaalse majandustegevusega, c) on interdistsiplinaarne ja d) on rajatud kohalike, ja vajadusel ka välismaiste, kompetentsikeskuste koostööle.

²⁸¹ Carlota Pérez, „Technological change and opportunities for development as a moving target”, *CEPAL Review* 75, December 2001, 109-130.

²⁸² Vt Riigi tegevus raha suunamisel ettevõtluse toetamiseks, Kontrolliaruanne nr 2-5/03/95, Riigikontroll, 2003; Ettevõtluse Arendamise Sihtasutuse toetatud tootearendusprojektide tulemused, Kontrolliaruanne nr 2-5/04/109, Riigikontroll, 2004.

5.2. Tõhusam poliitika koordineerimine Läänemere regioonis

Kuna Eesti on globaalses üha ägenevas majanduskonkurentsisis ühemõtteliselt osa Läänemere regiooni majandusruumist ning siinsetest piiriülestest majandusklastritest, siis on Eesti pikemaajalise arengustrateegiale mõeldes naaberriikide arengusuundadega arvestamine ning pikemaajalise orientatsiooniga poliitikate (sh haridus, teadus jne) koordineerimine kaunis mõõdapääsmatu.

Põhjamaades on üsna ammu mõistetud, et väikeriigid ei ole globaalses konkurentsitingimata konkurendid, vaid võivad ka üksteise konkurentsieeliseid üsna edukalt täiendada. Paljus endalegi märkamatu Läänemere regiooni majandusklastrite osaks kujunenud Eestile on haridus-, teadus-, innovatsiooni- jne poliitikate senisest märksa tõhusam koordineerimine nii Põhjamaadega kui Läti ja Leeduga oluliseks väljakutseks.

Selliste rahvusvaheliste tulevikuseire ja klastriprogrammide initsieerimine, mille kaugemaks eesmärgiks selge spetsialiseerumine kõrghariduses, rahvuslike teadus- ja arendusprogrammide vastastikune avamine, on kahtlemata üks poliitika koordineerimise pehmemaid vorme.

5.3. Teadmiste ja tehnoloogia infrastruktuuri arendamine

Vaatamata sellele, et maailma valitsustel on sageli kalduvus mõelda infrastruktuuri arendamisest staatilises maanteede, kanalisatsiooni puhastusseadmete võtmes, sisaldab pea iga selline projekt ka võimalust tehnoloogiliseks arenguks. Investeering elektrijaamadesse või linnatransporti vmt võib pakkuda kodumaistele ettevõtetele võimalust õppimiseks ja konkurentsieeliste edasiarendamiseks. See võimalus tuleb riigihangete korraldamisel ära kasutada.

Lisaks poliitika koordineerimise tõhustamisele ja klastripõhiste tehnoloogiaprogrammide käivitamisele peaks Eesti avalik poliitika lähtuma läbivalt järgmistest kolmest peamisest tegevussuunast:

1. Andekate inimeste Eestisse tööle meelitamine ning neile soodsa keskkonna loomine;
2. Toetus teadmiste ja tehnoloogia siirdele välisinvesteeringute põhistest ettevõtetest kodumaisesse tööstusesse ja teenindavatesse sektoritesse;
3. Suurendada ettevõtete suutlikkust rakendada välismaal loodud teadmisi, sh koolitus ja täiendõpe; panustamine vajalikele baasuuringutele maailma teadusliku ja tehnoloogilise arenguga kursis püsimiseks ja haridussüsteemi taseme tagamiseks.

1. Lisad

Tabel 18. Tööstustoodangu pakkumine ja nõudlus Eestis (jooksvates hindades).

Töötlev tööstus (ISIC 4-kohaline kood)	Töenäoline tarbimine ²⁸³		Kogutoodang töenäose tarbimise suhtes		Import, % töenäosest tarbimisest		Eksport, % kogutoodangust	
	Kokku (US\$ '000)	Ühe elaniku kohta						
	2000	2000	1997	2000	1997	2000	1997	2000
Liha töötlemine/säilitamine (1511)	110897	80	0,72	0,80	65,10	46,60	51,50	33,00
Kala töötlemine/säilitamine (1512)	42580	31	1,37	2,10	34,50	52,40	52,10	77,30
Puu- ja juurviljade töötlemine/säilitamine (1513)	35311	25	0,54	0,31	66,00	86,30	37,50	55,90
Piimatooted (1520)	122276	88	1,18	1,23	40,10	23,80	49,10	38,00
Jahu ja tangained (1531)	16253	12	0,30	0,19	96,20	85,80	87,30	24,60
Tärklis ja tärklisetooted (1532)	...	...	-	...	99,00	...	87,60	...
Valmis loomasööt (1533)	25383	18	0,70	0,56	31,90	45,50	2,90	2,30
Leiva-, pagari-, kondiitritooted (1541)	66071	47	0,85	0,90	21,20	11,70	6,80	1,90
Kakao, šokolaad ja suhkrukondiitritooted (1543)	36281	26	...	0,56	...	89,60	...	81,30
Muud mujal liigitamata toiduained (1549)	...	...	0,44	...	87,10	...	71,00	...
Alkoholijookide destilleerimine, piirituse ja segujookide tootmine (1551)	39655	28	0,76	0,73	29,30	41,70	6,60	20,60
Veinid (1552)	26226	19	0,11	0,29	90,10	73,20	12,90	6,10
Õlle- ja linnasetootmine (1553)	53338	38	0,85	0,93	22,30	20,00	8,50	13,70
Mineraalvesi ja alkoholita joogid (1554)	25492	18	1,01	1,00	33,00	31,20	33,60	31,30
Tekstiilikiu ettevalmistamine, riidekudumine (1711)	134301	96	0,77	0,74	87,10	88,20	83,10	84,10
Vaibad ja vaipkatted (1722)	16947	12	0,76	1,08	39,50	25,50	20,00	30,90
Naha parkimine ja töötlemine (1911)	16072	12	0,39	0,19	93,40	90,10	82,90	49,00
Kohvrid, käekotid jms; sadulsepatooted ja rakmed (1912)	6705	5	...	0,68	...	91,60	...	87,60
Puidu saagimine ja hõõveldamine (2010)	60945	44	...	3,47	...	38,10	...	82,20
Ehituspusepa ja tisleritooted (2022)	68854	49	1,03	1,28	14,30	13,10	16,90	32,20
Muud puittooted; tooted korgist ja õlest (2029)	8591	6	3,23	2,04	36,70	31,30	80,40	66,40
Lainepaber ja -papp (2102)	27513	20	0,53	0,60	64,40	60,60	33,20	34,50
Muud paberi- ja papitooted (2109)	56829	41	...	0,34	...	89,70	...	70,00
Raamatute jm väljaannete kirjastamine (2211)	30441	22	0,60	0,60	48,10	44,80	13,40	8,10

Ajalehtede, ajakirjade jne kirjastamine (2212)	47448	34	0,97	1,02	4,70	3,60	1,70	5,70
Muu kirjastamine (2219)	7787	6	0,61	0,89	40,90	19,40	3,40	9,80
Trükindus (2221)	56002	40	0,89	0,94	25,10	22,40	16,00	17,30
Trükindusega seotud teenused (2222)	3986	3	0,78	0,96	25,80	14,10	5,40	10,60
Tuumakütuse tootmine (2330)	...	...	0,00	...	100,00	...	...	...
Muud mujal liigitamata keemiatooted (2429)	74814	54	0,63	0,48	47,40	65,80	17,10	29,20
Plasttooted (2520)	155999	112	0,46	0,48	75,00	80,50	45,90	59,80
Klaas ja klaasitooted (2610)	43361	31	0,96	0,90	79,50	68,00	78,50	64,50
Tulekindla keraamika tooted (2692)	...	...	0,67	...	33,90	...	1,60	...
Mittetulekindla savi ja keraamika tooted (2693)	18776	13	0,26	0,65	84,20	46,40	40,30	17,80
Tsement, lubi, kips (2694)	11878	9	2,04	1,72	16,70	18,00	59,30	52,40
Betoon-, kips- ja tsementtooted (2695)	49877	36	0,91	0,97	27,00	20,00	20,20	17,70
Kivi lõikamine, vormimine ja viimistlus (2696)	7005	5	0,83	0,87	23,70	18,70	7,90	7,10
Muud mujal liigitamata mittemetallsetest mineraalidest tooted (2699)	19424	14	...	0,36	...	87,70	...	65,70
Metallpaagid, -reservuaarid ja -mahutid (2812)	...	...	0,37	...	95,30	...	87,40	...
Lõikeriistad, tööriistad ja põhilised rauakaubad (2893)	26440	19	0,36	0,43	88,40	84,10	68,20	62,60
Muud mujal liigitamata metalltooted (2899)	104098	75	0,43	0,43	82,00	85,60	57,80	66,70
Ahjud, tööstusahjud ja ahjupõletid (2914)	...	...	0,65	...	82,60	...	73,20	...
Muud üldmasinad (2919)	73498	53	...	0,41	...	77,90	...	46,30
Põllu- ja metsamajandusmasinad (2921)	31344	23	0,32	0,50	89,70	73,70	68,00	47,70
Toiduaine-, joogi- ja tubakatööstusmasinad (2925)	16080	12	...	0,39	...	69,60	...	22,50
Elektrijaotusseadmed ja juhtaparatuur (3120)	...	...	0,54	...	62,70	...	31,00	...
Elektronlambid, elektronkiiretorud jm elektronkomponendid (3210)	485763	349	0,12	-	92,30	97,30	37,50	55,20
Tööstuslike tootmisprotsesside juhtseadmed (3313)	48423	35	0,78	0,96	50,60	5,40	36,50	1,40
Laevaehitused ja remont (3511)	53587	38	0,92	0,88	20,60	18,50	13,40	7,80
Lõbusõidu- ja sportpaatide ehitus ja remont (3512)	...	...	0,77	...	85,30	...	80,90	...
Mööbel (3610)	97973	70	1,32	1,78	35,30	42,10	51,00	67,50
Väärisesemed jms (3691)	5083	4	0,83	0,80	69,80	76,20	63,60	70,30
Muusikariistad (3692)	...	...	1,10	...	83,70	...	85,10	...
Muu mujal liigitamata tootmine (3699)	29489	21	0,43	0,56	81,60	77,70	56,80	60,00

Allikas: United Nations Industrial Development Organisation, June, 2004, <http://www.unido.org/>.

