INFOTEHNOLOOGIA - ISE VÄIKE, KUID JÕUD ON SUUR

EESTI FOKUSES
2/2009

EST_IT@2018

EESTI INFOTEHNOLOOGIA TULEVIKUVAATED

ARENGUFOND
ESTONIAN DEVELOPMENT FUND

Koostajad

Marek Tiits on Arengufondi majandusekspert. Tema peamine spetsialiseerumisvaldkond on tehnoloogia- ja majandusarengu poliitika. Marek on tegutsenud viimase kümne aasta jooksul poliitikaanalüütiku ja eksperdina nii Eestis kui väljaspool. Marek on esindanud Eesti huve Euroopa Liidu infoühiskonna tehnoloogiate programmi juures ja olnud Euroopa Komisjoni volinik Erkki Liikaneni infoühiskonna nõukoja liige. Tema juhitav Balti Uuringute Instituut on nõustanud mitmel pool Euroopas nii innovatsioonistrateegiate koostamist kui ka hindamist ning abistanud ÜRO Kaubandus- ja Arengukonverentsi (UNCTAD) poliitikaanalüüside koostamisel.

Kristjan Rebane on Arengufondi infoühiskonna ekspert. Kristjan on olnud infotehnoloogia ja infoühiskonna teemadega lähedalt seotud paarkümmend aastat. Tema tööülesannete hulka on kuulunud nii Avatud Eesti Fondi infoühiskonna programmi juhtimine kui ka Tiigriülikooli programmi administreerimine Eesti IT Sihtasutuses. Eesti esimeste avalike internetipunktide loomise koordineerimine, Eesti Infotehnoloogia Kolledži asutamine ja internetipõhise ülikoolide sisseastumissüsteemi SAIS käivitamine on olnud mõned Kristjani olulisematest projektidest.

EST_IT@2018 arenguseire ekspertnõukogu

Hannes Astok, Riigikogu majanduskomisjoni liige
Tõnu Grünberg, EMT arendus- ja tehnoloogiadirektor
Jüri Kaljundi, tehnoloogiaettevõtja
Peeter Marvet, tehnokratt
Paul Noorkõiv, Tallink Gruppi IT-direktor
Kristjan Otsmann, Vain & Partnerid koolitaja
Jaan Penjam, Küberneetika Instituudi direktor
Margus Püüa, Majandus- ja kommunikatsiooniministeeriumi riigi infosüsteemide osakonna juhataja
Ain Rasva, SEB IT-juht
Enn Saar, Microlinki juhatuse esimees
Kalle Tammemäe, Infotehnoloogia Kolledži rektor
Gunnar Valge, Moonfish Media juht
Jaak Vilo, Tartu Ülikooli professor

Toimetaja
Helika Mäekivi, Luisa tõlkebüroo
Küljendaja
Katrin Leismann

Käesolev raport on avaldatud Creative Commons'i litsentsitingimuste alusel.
Loe lähemalt: http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/

ISSN 1736-6550 (trükis)
ISBN 978-9949-18-315-9 (trükis)

ISSN 1736-6569 (võrguväljaanne)
ISBN 978-9949-18-316-6 (võrguväljaanne)

Saateks

Seire olemuseks on avada erinevaid tulevikuvõimalusi. Käesolevast raportist ei leia seega üheseid vastuseid. Küll aga peaksite leidma ainest edasi mõtlemiseks ja loodetavasti ka inspiratsiooni tegudeks.

Seiretulemused on selleks, et nende põhjal võimalusi vaagida ning seejärel teha otsused ja tegevusplaanid nende võimaluste ärakasutamiseks. Seireprojektiga EST_IT@2018 on meie eesmärgiks tuua välja, kuidas IKT abil majandust taas kasvama panna ja üldist eluolu Eestis jõudsalt edasi viia. Ehk: millised võimalused on Eesti jaoks peidus IKT-s?

Meid Arengufondis huvitavad ennekõike võimalused uueks majanduskasvuks. Juba 2008. aasta alguses tõdesime, et vanamoodi me oma majandusega enam edasi ei saa. Tänane majandussituatsioon näitab väga tugevalt, et edasise arengu võtmeküsimuseks on: millistel allikatel saab uus kasv põhineda?

Sellele küsimusele vastuse otsimine – Eesti uue majanduskasvu visiooni kujundamine – on meie seiretegevuse esimeste aastate fookuseks. Tahame anda oma panuse majanduse tuleviku teemalise diskussiooni tekkimisse, luues ideid ja tuues aruteludeks inimesi kokku nagu seirele kohane.

Suure tervikvisioonini jõudmiseks alustasime kitsamalt, võttes ette tulevikuvõimaluste vaatlemise valdkondades, mille peale enim loota võiks: tööstus, teenused ja IKT.

EST_IT@2018 raames analüüsisime globaalseid arenguid IKT vallas ning kaasasime erinevaid eksperte ja otsustajaid, et trendidest Eestile avanevaid võimalusi ühiselt läbi arutada. Seega pole käesoleva raporti sisu sündinud sugugi mitte ainult Arengufondi ekspertide peades ja laua taga. Edasiviivad tulevikuvisioonid ja lahendused, millesse ettevõtjad, akadeemia ja poliitika kujundajad usuvad, sünnivad pigem elavas arutelus ja vajadusel ka tulistes vaidlustes.

Diskussiooni ja vajadusel ka vaidlusi me EST_IT@2018 projekti raames jätkame. Selleks lähme koos erinevate osapooltega edasi IKT-s peituvate kasvuvõimaluste täpsemaks väljaselgitamiseks kuues valdkonnas, mida seni seires osalenud on pidanud IKT kasutamisvõimaluste osas kõige perspektiivikamaks.

Arenguseire ise pole võluvõti, mis avaks uksed ja viiks uue kasvuni. Selle järel tuleb ka tegusid teha, otsustada. Et see lihtsam oleks, anname käesolevas raportis 3 konkreetset soovitust, mida saab kohe täna rakendama asuda,

Tuleviku loomisega ei tohi hiljaks jääda. Parim viis tulevikku ette näha, on seda ise teadlikult ehitada.

Kitty Kubo
Eesti Arengufondi seirejuht

Sisukord

Sissejuhatus 5
Lühikokkuvõte 8
1. IKT arengusuunad maailmas ja Eesti tehnoloogiline võimekus 10
1.1. IKT arenguvisioon maailmas 11
1.2. Arvutustehnika pisendamine ja selle jõudluse kasv 14
1.3. Sidesüsteemide konvergents ja läbilaskevõime kasv 15
1.4. Kasutajaliidesed ja senisest nutikam andmehaldus 16
1.5. Eesti IKT võimekus maailma arengusuundade kontekstis 17
2. IKT roll Eesti majanduses 20
2.1. Eesti IKT sektor on väike 21
2.2. IKT potentsiaal majandusarengut toetada on suur 24
2.3. IKT turunõudluse kasv maailmas ja Eesti IKT ettevõtete ekspordistrateegiad 27
3. Olulisemad IKT kasutusvaldkonnad Eestis 30
3.1. Eesti ja Euroopa olulisemad sotsiaal-majanduslikud väljakutsed 31
3.2. IKT kasutuselevõtu kuus fookusvaldkonda 34
3.3. Finantsteenused 37
3.4. IKT turvasüsteemid 37
3.5. Haridus 39
3.6. Tööstus 41
3.7. Energeetika 43
3.8. Tervishoid 45
4. Peamised tegevussuunad edasiseks 46
4.1. Kriitilised edutegurid 47
4.2. Poliitikasoovitused 49

Tabelid

Tabel 1. Eesti IKT sektori peamised majandusnäitajad 2006. aastal 21
Tabel 2. Eesti IKT toodete eksport ja import SITC kaubagrupi järgi, 2001–2007, mln kr 23

Joonised

Joonis 1. EST_IT@2018 arenguseire protsess 6
Joonis 2. Uute IKT süsteemide kasutuselevõtuks kuluv aeg 12
Joonis 3. IKT peamised strateegilised arengusuunad 13
Joonis 4. Teadus- ja arendustegevusega hõivatud töötajate osakaal maailmas, 2002 17
Joonis 5. Eesti kompetentsibaas IKT peamiste arengutrendide kontekstis 19
Joonis 6. Eesti IKT sektori lisandväärtus ja töötajate arv aastatel 2000–2006 22
Joonis 7. IKT kasutamine ostjahindades 2004. aastal, mln kr 25
Joonis 8. Peamised teadus- ja tehnoloogiaprioriteedid arenenud riikides 32
Joonis 9. Eesti olulisemad väljakutsed 10 aasta plaanis ja Eesti tänane IKT võimekus neis valdkondades 34
Joonis 10. EST_IT@2018 ekspertküsitluse kohaselt kõige kriitilisemad tegevussuunad Eesti IKT arengus 48
Joonis 11. Näide Põhjamaade energiaturvalisuse teekaardist 54

Sissejuhatus

Globaalne finants- ja majanduskriis on seadnud Eesti tugevasse majanduslikku surutisse. See sunnib meid otsima võimalusi, kuidas suurendada Eesti eksporditulu ja korraldada asju nii avalikus kui ka erasektoris varasemast nutikamalt.

Eesti IKT sektor on väike, kuid IKT potentsiaal majandusarengus on sellele vaatamata väga suur.

Eesti on pälvinud info- ja kommunikatsioonitehnoloogiate (IKT) entusiastliku ja eduka kasutajana märkimisväärset rahvusvahelist tunnustust. Eesti Infotehnoloogia ja Telekommunikatsiooni Liidu poolt 2007. aastal läbi viidud uuring näitab samas pahupoolelt, et Eesti IKT sektor on killustunud, üksikud suured ettevõtted võtavad enamuse kasumist ning ülejäänud ettevõtete rentaablus on madal. Kvalifitseeritud tööjõu puudus pidurdab nii IKT sektori kasvu kui ka IKT kasutuselevõttu teistel elualadel. Eesti IKT toodete eksport, mis ulatus 2001. aastal 25%-ni Eesti tööstustoodangu ekspordist, langes 2007. aastaks kõigest 5%-le Eesti kaupade ekspordist. Arvutiteenuste eksport on Eesti maksebilansi seisukohalt pea tähelepandamatu.[1]

Nii eksporditulu suurendamise kui ka kokkuhoiu võimaluste otsimisel on oluline tähele panna, et info- ja kommunikatsioonitehnoloogiast tulenes aastatel 2000-2004 pool Euroopa Liidu majanduse tootlikkuse kasvust. See kasv ei tulnud mitte IKT sektorist endast, vaid IKT laialdasest kasutuselevõtust erinevatel elualadel ning sellega seotud organisatsioonilistest muutustest.[2]

Eesti ei suuda isegi oma inim- ja finantsressurssi äärmuslikult koondades tehnoloogia arengu peatrende maailmas kuigi oluliselt mõjutada. Selleks, et IKT võimalikult paremini Eesti ühiskonna ja majandusarengu teenistusse rakendada on oluline tehnoloogilise arenguga juhtivates IT riikides sammu pidada. Piiratud ressursside tingimustes on IKT kasutuselevõtul mõistlik keskenduda neile valdkondadele, kus on suurim vajadus muudatusteks ja seega ka uute IKT lahenduste kasutuselevõtu mõju suurem. Eeldusel, et Eesti vajadused on maailmaturu nõudlusele sarnased, loob arendustegevuse oskuslik planeerimine ühtlasi võimaluse kohalikul turul piloodina kasutusele võetavate IKT lahenduste tulevaseks ekspordiks.

EST_IT@2018 arenguseire eesmärk oli leida, millistes valdkondades suudavad info- ja kommunikatsioonitehnoloogiad järgmise kümne aasta jooksul enim Eesti majanduse ja ühiskonna arengusse panustada.

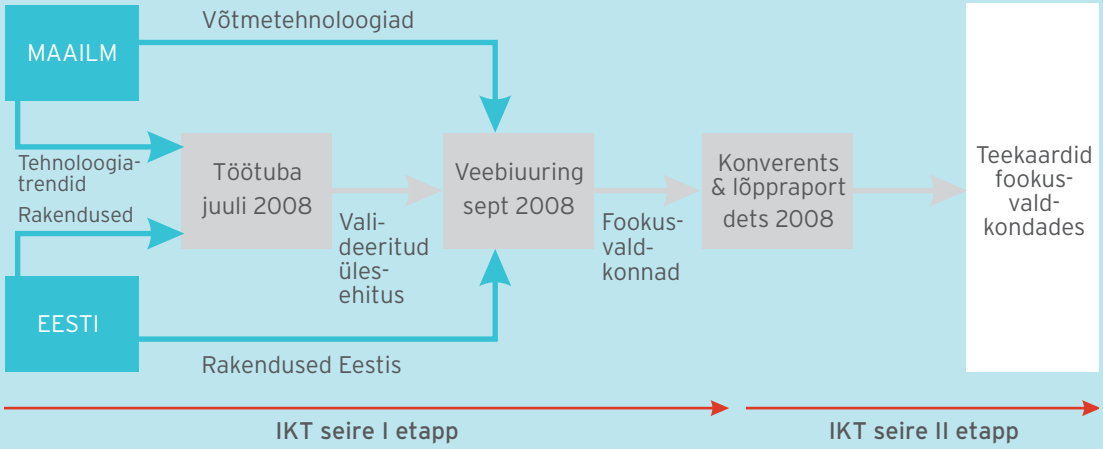
1 *Maksebilansi pikk versioon*, Eesti Pank, november 2008; *Comext database*, Eurostat, oktoober 2008.

2 *Annual Information Society Report 2007*, Euroopa Komisjon: Lukseburg, märts 2007, 35; Bart van Ark & Robert Inklaar, *Catching up or getting stuck? Europe's trouble to exploit ICT's productivity potential*, Groningen Growth and Development Centre, september 2005; *Facing the Challenge: The Lisbon Strategy for Growth and Employment*, Report of the High Level Group chaired by Wim Kok, november 2004.

Eesti IKT arenguseire ülesehitus

Eesti IKT arenguseire alustas Eestit enim mõjutavate globaalsete IKT ning sotsiaal-majanduslike tehnoloogiatrendide määratlemisest. Selleks, et kaardistada väliskeskkonna olulisemaid arenguid ja nende võimalikku mõju Eestile, aga ka olulisemaid kohalikest arengutest seotud IKT kasutusvõimalusi viidi ajavahemikus 12. juuni – 1. juuli 2008 läbi intervjuud kahekümne Eesti mõjukama IKT spetsialisti ja otsustajaga ettevõtetest, kõrgkoolidest ja riigisektorist. Paralleelselt analüüsiti olulisemate USA, Euroopa ja Jaapani allikate baasil olulisemaid IKT arengutrende maailmas.

Intervjuudest saadud mõtete, maailma IKT trendide ja Eesti olulisemate sotsiaal-majanduslike väljakutsete ülevaatena valmis 2008. a. juulis EST_IT@2018 esimene vaheraport. Seal toodud järelduste tutvustamiseks ning Eesti olulisemate IKT arenguvõimaluste aruteluks korraldati 31. juulil 2008 töötuba. Intervjuude ja töötoa tulemuste põhjal viidi 2008. a septembris Eesti IKT arengu prioriteetide määratlemiseks läbi veebiuuring (joonis 1).



Joonis 1. EST_IT@2018 arenguseire protsess
Allikas: *EST_IT@2018 veebikäsitlus*, Eesti Arengufond, 2008.

Arengufond kutsus küsitluses osalema enam kui 400 eksperti kõikidest olulisematest Eesti IKT arenguga seotud organisatsioonidest. Lisaks saadeti välja 50 institutsionaalset kutset. Küsitluses osales 1/3 kutsututest ehk kokku 136 eksperti. Küsitluse abil leiti nii olulisemad tegevussuunad Eesti IKT hariduse ja teaduse tõstmiseks kui ka kuus fookusvaldkonda IKT lahenduste senisest tõhusamaks kasutuselevõtuks Eestis.

IKT arenguseire tulemuste aruteluks toimus 11. detsembril 2008 Tallinnas enam kui 130 osalejaga esinduslik foorum. Sellel üritusel arutleti Eesti IKT arenguvisioonide üle ning koguti tulemuste viimistlemiseks täiendavat sisendit.

Eesti IKT arenguseire EST_IT@2018 protsess

Eesti Arengufond liigendas EST_IT@2018 arenguseire kaheks eraldi etapiks:

Käesoleva raporti avaldamisega lõppenud seire esimene etapp keskendus järgmistele küsimustele:

- Millised IKT tehnoloogiad pakuvad enim potentsiaali tulevaseks kasvuks?
- Millised on Eestile olulisemad sotsiaal-majanduslike väljakutsete valdkonnad ja kasvavad turud, millest on Eesti IKT sektoril eeldusi kasu lõigata?
- Milline on IKT seni kasutamata potentsiaal Eesti era- ja avaliku sektori efektiivsuse tõstmiseks?
- Kuhu IKT-s panustada, et riigi konkurentsivõime, majanduse efektiivsus ja ühiskonna heaolu suureneksid?

2009. aastal läbiviidav seire teine etapp võtab eraldi vaatluse alla esimese etapi tulemusena selgunud kuus IKT rakendamise fookusvaldkonda, et teha selgeks, kuidas on võimalik valdkondade ees seisvatele väljakutsetele IKT lahenduste abil vastata. See eeldab fookusvaldkondade arenguvõimaluste analüüsimist ja üksikasjalike IKT kasutuselevõtu teekaartide kokku leppimist erinevate osapoolte ühistöö tulemusena.

Sisujuht

Raporti esimene osa annab ülevaate olulisematest IKT arengutrendidest maailmas ning hindab juhtivate IT riikide investeerimisprioriteetide valguses vajadust Eesti IKT kompetentsibaasi tugevdamiseks.

Raporti teine osa käsitleb IKT rolli majandusarengus, Eesti IKT sektori senist arengut ning IKT ettevõtete välisturgudele liikumise võimalusi.

Raporti kolmas osa vaatleb Eesti ees seisvaid olulisemaid sotsiaal-majanduslikke väljakutseid ja näeb neis potentsiaalseid uusi turuvõimalusi nutikatele IKT lahendustele.

Raporti viimane peatükk võtab kokku Eesti IKT arenguseire esimese etapi peamised järeldused ja annab kolm soovitust. Eesti Arengufond näeb võimalust jätkata arenguseirega neis fookusvaldkondades, kus on olemas huvi ja valmisolek detailsemate IKT kasutuselevõtu teekaartide koostamiseks.

Raporti eraldiolevas lisas on avaldatud IKT arenguseires kasutatud intervjuuküsimustik ning veebiuuringu materjalid, samuti ka kaasatud ekspertide, partnerite ja veebiuuringus osalejate nimekirjad.

Raport ja selle lisa on kättesaadavad aadressil www.arengufond.ee.

Lühikokkuvõte

Eesti valitsusel on plaanis investeerida järgmise 5 aasta jooksul strateegia *Teadmistepõhine Eesti 2007–2013* raames IKT eelisarendamisse täiendavalt umbes 100 miljonit krooni. See on Eestis täna IKT kasutuselevõttu ja tootearendusse tehtavate investeeringute kontekstis üsna tagasihoidlik summa. EST_IT@2018 tulemusi ja eeltoodud ressursipiiranguid arvestades soovitab Arengufond suunata kõnealused vahendid haridusse kui Eesti IKT edu alusesse.

Eesti vajab oluliselt rohkem tugevaid IKT spetsialiste. Eesti IKT tugevale rahvusvahelisele tasemele viimine eeldab investeeringut:

- vähemalt 5–6 tugeva välisprofessori Eestisse toomisesse ja neile vajaliku töökeskkonna loomisesse ning
- IKT spetsialistidele, keskastme või väikeettevõtete juhtidele mõeldud tugeva IKT rõhuasetusega tehnoloogia- ja ärijuhtimise magistriprogrammide käivitamisse.

Eesti Arengufond algatab 2009. aastal omalt poolt kuues fookusvaldkonnas (haridus, tervishoid, tööstus, energeetika, finantsteenused ja IKT turvasüsteemid) pikemaajaliste IKT kasutuselevõtu teekaartide väljatöötamise. Teekaartide koostamiseks analüüsitakse asjaomaste ekspertide ringis põhjalikumalt nii erinevate IKT lahenduste kasutuselevõtuks kuluvat aega kui selleks vajalikke ressursse ning nende leidmise võimalusi.

Enamus põhjapanevaid IKT uuendusi sünnib Eestist rahvaarvult oluliselt suuremates riikides. Seal on lihtsalt Eestist märksa rohkem IKT arendamisele pühendunud teadlasi ja insenere. Eesti vajab seetõttu head arusaamist maailma IKT arengu eesliinil toimuvast. Mida enam Eesti juhtivate IT-riikidega uute IKT baastehnoloogiate varajasel kasutuselevõtul sammu suudab pidada, seda mõjusamaks ja konkurentsivõimelisemaks kujunevad Eestis loodud IKT lahendused nii kodus kui ka rahvusvaheliselt.

Eesti IKT kõrghariduse konkurentsivõime tõstmine eeldab vähemalt 5–6 tugeva välisprofessori Eestisse toomist.

Eestis on puudu enam kui tuhat IKT spetsialisti. Esmakursuslaste väga kõrge väljalangevus ülikoolidest näitab, et Eesti IKT kõrgharidus ei ole praegu andekatele noortele piisavalt atraktiivne. Eesti koolilõpetajate arv langeb aga 2015. aastaks pooleni 2003. aasta tasemest. Tulevaste tudengite arvu järsk vähenemine raskendab omakorda kõrghariduse taseme hoidmist. Seetõttu on Eestil vaja üheaegselt tõsta nii IKT kõrghariduse kvaliteeti kui ka suurendada IKT tööjõu pakkumist. Eesti IKT ainus võimalus on lühiajalises perspektiivis IKT spetsialiste sisse tuua ja keskpikas perspektiivis viia IKT kõrgharidus kiiresti tugevale rahvusvahelisele tasemele.

Eesti IKT kõrghariduse kiireks rahvusvahelistumiseks tuleb Eestisse tuua korraga vähemalt 5–6 tugevat välisprofessorit või välismaal töötavat Eesti arvutiteadlast. See muudab Eesti IKT kõrghariduse oluliselt konkurentsivõimelisemaks ja laseb täita Eestile tähtsad IKT kompetentsivaldkonnad tugevate spetsialistidega.

Millistes IKT valdkondades on vaja kompetentsi tugevdada? Eesti IKT arenguseires osalenud ekspertide arvates jääb Eesti IKT alane võimekus enamuses valdkondades meile vajalikust tasemest maha. Järgmistes IKT valdkondades on aga mahajäämus soovitavast tasemest eriti suur: teenuste internet ja GRID, uued baastehnoloogiad mikroelektroonika ning bio- ja nanotehnoloogia kokkupuutealadel, sidesüsteemide integratsioon ning IKT süsteemide alternatiivsed teoreetilised alused (kognitiivsüsteemid jmt).

Rahvusvahelise ärijuhtimise oskuse tugevdamine IKT ettevõtetes.

Ettevõtjad tõid EST_IT@2018 raames esile rahvusvahelise tootearenduse ja müügioskusega inimeste ja kogemuste vähesuse kui väga olulise kitsaskoha Eesti IKT arengus. Vähene välisturgude tunnetus ja tagasihoidlikud tootearenduse oskused muudavad uutesse toodetesse ja teenustesse investeerimise paljude Eesti IKT ettevõtete jaoks liialt riskantseks.

Kiireks lahenduseks on siin Eestile vajaliku arendus- ja turunduspersonali sissetoomine. See ei lahenda aga probleemi algpõhjust Eesti kõrghariduses. Arengufond soovitab seetõttu Eesti kõrgkoolidel käivitada tehnoloogia spetsialistidele, keskastme- või väikeettevõtete juhtidele mõeldud tugeva IKT rõhuasetusega tehnoloogia- ja ärijuhtimise magistriprogramme. Sedalaadi kvaliteetse, välisõppejõude kaasava hariduse järele on lisaks Eestile nõudlust ka naabermaades.

IKT kasutuselevõtu teekaartide koostamine kuues fookusvaldkonnas: haridus, tervishoid, tööstus, energeetika, finantsteenused ja IKT turvasüsteemid.

IKT sektor moodustab nii Eesti kui enamuse arenenud riikide majandustest väikese osa. IKT panus majandusarengusse on sellele vaatamata väga suur. IKT arengust saadav kasu avaldub peamiselt IKT nutika kasutuselevõtuga erinevatel elualadel saavutatava tootlikkuse kasvuna. Selleks, et IKT kasutuselevõtt võimalikult mõjusam oleks, tuleb Eestil keskenduda neile valdkondadele, kus Eesti on vastu minemas suurematele ühiskondlikele või majanduslikele väljakutsetele. Eesti IKT lahenduste ekspordivõimaluste kasv on samas lühemas perspektiivis kõige tõenäolisem nendes valdkondades, kus Eesti on juba suutnud oma IKT head taset näidata.

IKT arenguseires osalenud eksperdid tõid Eesti olulisemate sotsiaal-majanduslike väljakutsetena eeloleval kümnendil esile vajaduse kaasajastada haridus- ja tervishoiusüsteemi, suurendada tööstuse tootlikkust ning tõhustada energiakasutust. Valdkondadena, kus Eesti IKT rakendamise alane võimekus on kõige suurem, tõsteti aga esile IKT kasutamist finantsteenustes ja IKT turvasüsteemide arendamist.

Eesti siseriiklikud vajadused on seejuures EST_IT@2018 ekspertküsitluse kohaselt sisuliselt kõikides äsja nimetatud valdkondades üsna heas sünkroonis eeldatava turgude kasvuga mujal maailmas. See tähendab, et kõigis kuues fookusvaldkonnas on küllalt hea perspektiiv võtta uued IKT lahendused esmalt Eestis kasutusele ning viia need siis edasi välisturgudele.

1. IKT arengu-suunad maailmas ja Eesti tehnoloogiline võimekus

- IKT areng on küll kiire, kuid siiski üsna hästi ette nähtav. Enamik 2018. aastaks masskasutusse jõudvaid tehnoloogiaid on laborites juba praegu olemas.
- Valdav osa olulisemaid IKT alaseid uuendusi sünnib väljaspool Eestit, arenenud tööstusriikides. Eestile on seetõttu ennekõike oluline osata mujal sündivat tehnoloogiat ära kasutada.
- Eesti tänane IKT võimekus jääb maailma eesliinist maha. Peame oma IKT kompetentsi olulisemates uutes IKT arengusuundades tugevdama.

1.1. IKT arenguvisioon maailmas

Info- ja kommunikatsioonitehnoloogia (IKT) on olnud viimastel aastakümnetel üks kiiremini arenevaid teadus-, tehnoloogia- ja ärivaldkondi maailmas. Möödunud kümnend on seejuures olnud eriti kiire kasvu periood. Seda perioodi on iseloomustanud järjest uute IKT-l põhinevate toodete ja teenuste masskasutusse jõudmine ning interneti kujunemine universaalseks side-infrastruktuuriks. Tavatarbijad on kogenud nii arvutustehnika kui ka sidesüsteemide peadpööritavalt kiiret arengut. IKT tarbekaubastumine, toodete järjest kiirem arendustsükkel ja kasutuselevõtt, nende lühem tööiga ja vähenenud kasumimarginaalid on aga muutnud väiksemate, finantsiliselt nõrgemate ja seetõttu ka lühemaajalise tulevikuvaatega IKT ettevõtete elu järjest keerulisemaks.

Nii mõnegi skeptiku arvates pole aga IKT valdkonnas vaatamata uute, järjest vahvamate tehnoloogiliste lelude virvarrile viimase 10–20 aasta jooksul olnud ühtki tähelepanuväärset uuendust. Tõepoolest, tänapäevase arvuti esimeseks eelkäijaks peetav Turingi universaalse arvutusmasina mudel ning von Neumanni välja pakutud arvuti arhitektuur on juba enam kui pool sajandit vanad.[3] Intel Corporation alustas 1972. aastal Intel 8008 mikroprotsessorite tootmist. ARPANET lülitus 1. jaanuaril 1983 TCP/IP protokollil töötavale kaugvõrgule, millega pandi alus internetile, nagu me seda praegusel ajal tunneme.

IKT pikemaajalised arenguvisioonid on olnud aastakümneid muutumatud.

Erinevad IKT pikemaajalised arenguvisioonid on olnud aastakümneid üllatavalt suures osas muutumatud. Xeroxi Palo Alto uurimiskeskuses töötav Mark Weiser kirjeldas juba 1988. aastal hiljem suurt tuntust kogunud tulevikuvisiooni kõikjale ulatuvast raaltöötlusest (ingl *ubiquitous computing*). See on kuvand maailmast, kus praeguse lauaarvuti asemel on hulk erinevaid igapäevastesse objektidesse sisse ehitatud andmetöötlusseadmeid. Seejuures ei pruugi kasutaja oma argitegevuses arvutisüsteemide pruukimist endale alati isegi teadvustada.[4]

Kümme aastat hiljem sündis Euroopa IKT alast teadus- ja arendustegevust suunav kujutelm ümbritsevast intellektist (ingl *ambient intelligence*), mis pöörab Weiseri visioonist märksa enam tähelepanu erinevatele IKT kasutamise sotsiaalmajanduslikele aspektidele. Põhiidee jäi siiski samaks: erinevad IKT süsteemid ümbritsevad meid kõikjal, on vajadust mööda kättesaadavad ning nende kasutamine on nauditav.[5] Nõndasamuti töötatakse ka Jaapanis selle nimel, et jõuda juba 2010. aastaks ühiskonnani, kus igaühel on võimalik kasutada võrku alati, kõikjal ja igalt seadmelt.[6]

3 Alternatiivse arhitektuuriga super-turing'u arvutite alane uurimistöö küll käib, kuid masskasutuses domineerib aastakümneid tagasi loodud klassikaline mudel. Vt Alan Turing, *On Computable Numbers, With an Application to the Entscheidungsproblem, Proceedings of the London Mathematical Society*, 42 (2), 1936, 230–265; John von Neumann, *First Draft of a Report on the EDVAC*, University of Pennsylvania, 30 juuni 1945.

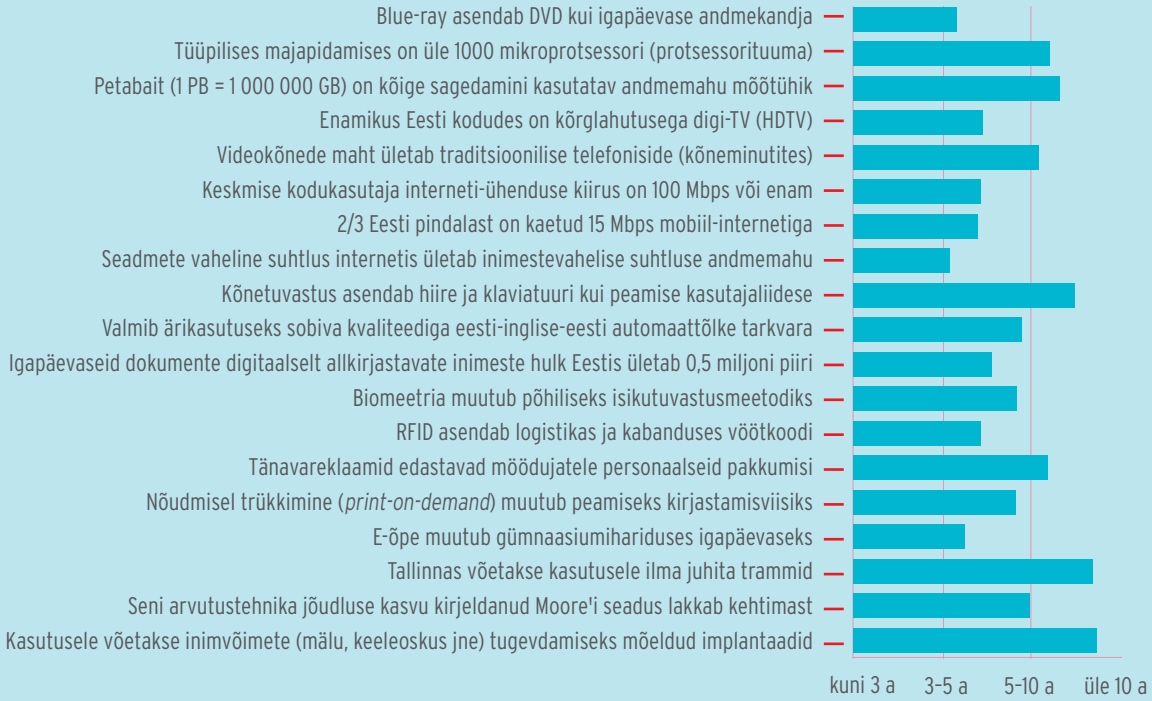
4 Vt nt Mark Weiser, *The Computer for the 21st Century*, Scientific American 9, 1991.

5 Vt *Näiteid ümbritsevast tehisintellektist – visioone aastaks 2010*, väljavõte infoühiskonna tehnoloogiate nõukogu (ISTAG) ettekandest, aprill 2002, http://www.esis.ee/eVikings/foresight/Visioonid_final.pdf; Wolfgang Bibel, *Key Technologies for Europe: Information Technology*, Darmstadt University of Technology, september 2005, http://cordis.europa.eu/foresight/conference_2005.htm.

6 *u-Japan Policy*, http://www.soumu.go.jp/menu_02/ict/u-japan_en/index.html.

Millal uued IKT lahendused Eestis kasutusse jõuavad?

Eesti IKT arenguseires osalenud ekspertide hinnangul on 2018. aastaks 2/3 Eesti territooriumist kaetud 15 Mbps mobiilse interneti ühendusega, enamikus kodudes on kõrglahutusega digitaaltelevisioon, e-õpe on muutunud gümnaasiumites igapäevaseks ning kaubanduses ja logistikas on vöötkoodi asendamas raadiosagedustuvastus RFID (*Radio Frequency Identification*). Igapäevaseks ärikasutuseks sobiliku kvaliteediga eesti-inglise-eesti automaattõlke tarkvara valmimiseni on siis jäänud veel mõni aasta. Kindlasti ei jõuta enne 2020. aastat inimvõimeid tugevdavate implantaatide kasutuselevõtuni – radikaalse sammuni, mis püstitab hulgaliselt eetika- jm küsimusi.



Joonis 2. Uute IKT süsteemide kasutuselevõtuks kuluv aeg
Allikas: *EST_IT@2018 veebiküsitlus*, Eesti Arengufond, 2008.

Nii eelkirjeldatud visioone kui ka erinevate riikide ja suurettevõtete IKT alaseid investeerimiseelistusi jälgides on üsna selge, et eeloleva(te) kümnendi(te) arengut iseloomustab arvutustehnika jõudluse kiire kasv ja seadmete mõõtmete jätkuv vähenemine.

Tulevaste info- ja sidesüsteemide kasutaja ei pea teadma, millist võrku ta parajasti kasutab. Tehnoloogiaarenduses tehakse seepärast suuri pingutusi erinevate sidevõrkude ja -süsteemide (alates satelliit- ja mobiilsidest kuni suure läbilaskevõimega optiliste võrkudeni) ühilduvuse ja parema koostalitusvõime saavutamiseks.

Uute omavahel võrgustatud mikroseadmete hulga eeldatav plahvatuslik kasv tähendab omakorda, et klaviatuuri ja hiire asemel tuleb kasutusele suur hulk uusi harjumuspärasest erinevaid kasutajaliideseid, sh liikumis- ja keskkonnaandurid, kõnele ja žestidele reageerivad seadmed jpm.[7]

7 Gartner Research usub, et uued kasutajaliidesed vähendavad juba 2013. aastaks tuntavalt arvutihiire rolli igapäevasel arvuti kasutamisel. Vt Stephen Prentice, *Gestural Computing: The End of the Mouse*, Gartner Research, 7. veebruar 2008.

Järjest olulisemaks muutub ka IT sisuhaldussüsteemide areng ja teenuste ristkäideldavus, mille puhul liigub näiteks Skype'i pilt ja heli (katkestusteta) koosolekuruumi suure ekraani ja tänaval kasutatava mobiilseadme vahel; personaliseeritud e-riigi või pangateenused on paralleelselt kättesaadavad mobiilis ja digitelevisioonis jmt.

Tehnoloogia areng ei ole asi iseeneses. Tähtis on see, kuidas tehnoloogia aitab inimeste elu paremaks teha.

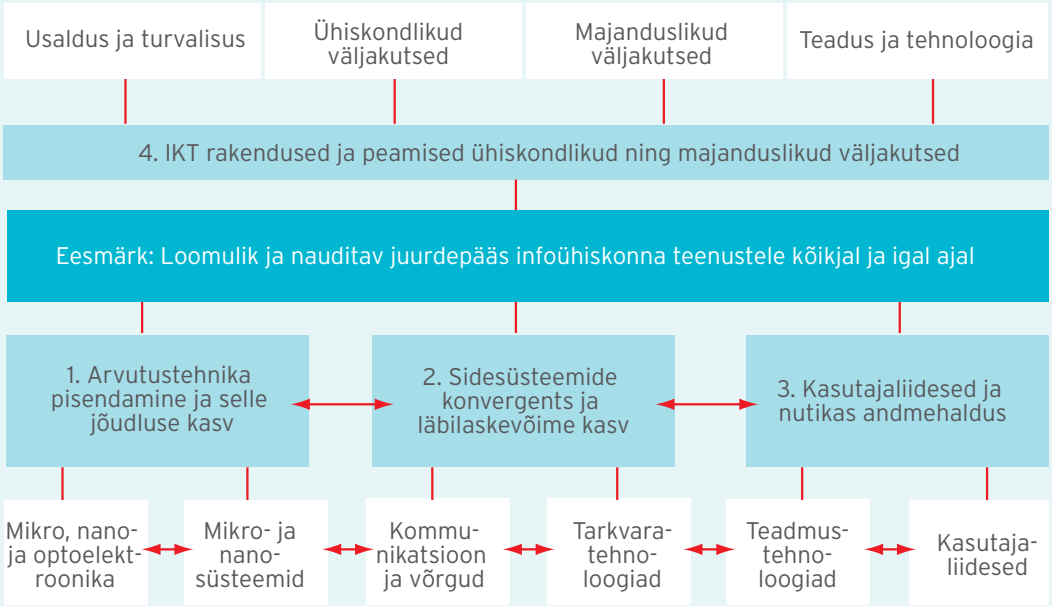
Eesmärk on parem elu, mitte uhkem tehnoloogia.

Tulevaste IKT süsteemide ning nende arendamisega seotud prioriteetide teemaline arutelu on mõttekas liigendada neljaks plokiks (joonis 3):

1. miniatuursed madala energiatarbega arvutisüsteemid;
2. kõikjal kättesaadavad suure läbilaskevõimega andmesidevõrgud;
3. uued kasutajaliidesed ning teadmusjuhtimissüsteemid;
4. võimalus IKT tõhusama kasutuselevõtuga eelolevatele ühiskondlikele ja majanduslikele väljakutsetele vastata.

Kui selles peatükis on teemaks olulisemad IKT arengusuunad maailmas (punktid 1–3 joonisel 3), siis peatükid 2 ja 3 käsitlevad IKT kasutamist Eestis ning Eesti ja Euroopa olulisemaid ühiskondlikke ja majanduslikke väljakutseid ning võimalusi neile IKT lahenduste abil vastata (punkt 4 joonisel 3).

IKT arenguvisioon: väiksemaks, kiiremaks, kõikjale!



Joonis 3. IKT peamised strateegilised arengusuunad
Allikas: ISTAG Report on Orientations for Work Programme in FP7, juuni 2006, ftp://ftp.cordis.europa.eu/pub/ist/docs/istag-wp-wg-report-ver-final_en.pdf.

1.2. Arvutustehnika pisendamine ja selle jõudluse kasv

Mikroelektroonika komponendid. Enam kui pool sajandit tagasi laboris sündinud esimene transistor pani aluse tänapäevase elektroonika arengule. Moore'i seadusest[8], mis pidi algselt kirjeldama esimestesse mikroprotsessoritesse sisseehitatud transistorite arvu kasvu, on aastatega saanud arvutitööstusele oluline arengueesmärk. Tööstuse hinnangul annab see üsna usutava pildi oodatavast arvutusvõimsuse ja arvutite mälumahu kasvust järgmise kümne aasta vältel. Arvutustehnika jõudluse edasine kasv sõltub seega endiselt teadus- ja arendustegevusest, mille tulemusena saaks paigutada räni pinnaühikule senisest enam transistoreid.

Uued baastehnoloogiad mikroelektroonika ning bio- ja nanotehnoloogia kokkupuutealadel. Elektroonikaseadmete pisenemise tõttu on järjest olulisemal kohal mikroelektroonika ühendamine nanotehnoloogiaga. Ränikristalli omaduste tõttu on mikroelektroonika senisel arengusuunal selged füüsilised piirid. Seetõttu muutuvad üha tähtsamaks investeeringud alternatiivsetesse, suurema jõudlusega andmetöötlusviisidesse, sh spintroonikasse, optilistesse ja kvantarvutitesse, mikroelektroonika ja biotehnoloogia sümbioosi ning orgaaniliste materjalide kasutamisse arvutustehnikas.[9] Samavõrd kui bio- ja nanotehnoloogia toetab IKT arengut, soodustab IKT ise nii bio- ja nanotehnoloogia kui ka teiste tehnoloogiavaldkondade arendamist.[10]

Mäluseadmed. Elektroonikakomponentide mõõtmete pidev vähenemine ja jõudluse kasv toob kaasa vajaduse suurendada oluliselt arvutisüsteemide mälumahtu. Uute suure jõudlusega mäluseadmete arendamisel on tähtis koht eelkõige välkmäludel, MRAM-il, holograafilistel mäludel, aga ka terabaitidesse ulatuva mahuga optilistel mäluseadmetel ja erinevatel magnet-optilistel hübriidseadmetel.

Sisend- ja väljundseadmed. Arvutihiire ja klaviatuuri tähtsus järgneva kümnekonna aasta vältel küll väheneb, kuid need tuntud seadmed jäävad ilmselt endiselt kasutusse. Arvutisüsteemide väiksemaks muutumine ning uute, igapäevastesse objektidesse sisseehitatud süsteemide areng toob aga seni tuttavate kõrval (senisest laialdasemasse) kasutusse hulga uusi liideseid, sh sensorsüsteemid, mis annavad IT süsteemidele ruumilise tajumisvõime, targad biosensorid, projektsiooni- ja trükiseadmed, mille abil saab taasesitada ruumilist pilti ja luua mulje kohalolekust, jne. Väga kiiresti arenevad edasi ka erinevad pildi ja heli salvestamise ning taasesitamise seadmed: kaamerad, LED/OLED ekraanid, videoprojektorid, trükiseadmed jne.

8 Intel Corp. asutaja Gordon Moore kirjeldas 1965. aastal ajakirjas Electronics Magazine arengutrendi, mille kohaselt protsessoris olevate transistorite arv kahekordistub iga (kahe) aastaga. Moore polnud toona kindel, kui kaua see trend jätkub, kuid uskus, et sama kiirusega kulgeb see vähemalt järgmise kümnendi. Tegelikult on Moore'i kirjeldatud arengutrend kehtinud tänini ning elektroonikatootjad usuvad ka praegu, et see jätkub veel vähemalt kümmekond aastat.

9 Ajakirjas *Nature* ilmunud arutlused ühe-molekulilise transistori loomise teemal on vast üks ilmekamaid IKT, bio- ja nanotehnoloogiate konvergentsi ilmutusi. Mark Ratner, *Charged with Manipulation*, Nature, 2. juuni 2005, 575–577; vt ka Marek Tiits, Rainer Kattel, Tarmo Kalvet, *Made in Estonia*, Balti Uuringute Instituut, Tartu: 2005.

10 Vt. nt Mihail C. Roco ja William Sims Bainbridge, *Converging Technologies for Improving Human Performance: Nanotechnlogy, biotechnology, Information technology and Cognitive Science*, Kluwer Academic Publishers, 2003, http://www.wtec.org/ConvergingTechnologies/1/NBIC_report.pdf; William Sims Bainbridge ja Mihail C. Roco (toim), Managing Nano-Bio-Info-Cogno Innovations: Converging Technologies in Society, Springer, 2006, http://www.wtec.org/ConvergingTechnologies/3/NBIC3_report.pdf; Richard Silberglitt, Philip S. Antón, David R. Howell, Anny Wong, *The Global Technology Revolution 2020, In-Depth Analyses, Bio/Nano/Materials/Information: Trends, Drivers, Barriers, and Social Implications*, RAND Corporation, 2006, http://www.rand.org/pubs/technical_reports/2006/RAND_TR303.pdf.

Arvutid ja integreeritud elektroonikasüsteemid. Paralleelselt elektroonikakomponentide arendamisega otsitakse jätkuvalt ka uusi ja paremaid eraldiseisvate komponentide (protsessor, mälu, liidesed jne) integreerimise viise. Arvutustehnika maksumuse vähenemine annab võimaluse ühekordselt kasutatavate IKT seadmete loomiseks ja laiemaks kasutuselevõtuks, sh lihtsamaid mikro- ja nanosensorid (nn tark tolm), erinevatesse igapäevaesemetesse sisseehitatud seadmed jpm. Näiteks sardsüsteemide arendamine on üks paindlikke ja energiasäästlikke viise kogu vajaliku riist- ja tarkvara integreerimiseks ühte mikroskeemi (ingl *System-on-a-Chip, Network-on-a-Chip*).

IKT-d toetav energiatehnoloogia. Paljukomponendiliste hajussüsteemide ulatuslik levik tekitab vajaduse võtta autonoomsete elektroonikaseadmete loomisel kasutusele uusi tehnoloogiaid ja energiaallikaid. Nende hulka kuuluvad näiteks energia kogumise seadmed, uued akutehnoloogiad, kütuseelemendid, päikeseenergia laiem kasutuselevõtt jne. Sama tähtis on ka kulu- ja energiatõhususe suurendamine, sh väikese energiatarbega ekraanide ja mäluseadmete kasutamine, arvutusvõimsuse autonoomne skaleerimine *ad hoc* vajaduse järgi jne.

1.3. Sidesüsteemide konvergents ja läbilaskevõime kasv

Infosüsteemide kasutajate ja võrku ühendatud seadmete arvu tempokas kasv ning uute parema kvaliteediga rakenduste (nt ruumilise pildi ja kvaliteetse video edastamine, virtuaalreaalsus jne) laiem kasutuselevõtt eeldab suure läbilaskevõimega, kiire, usaldusväärse ja soodsa hinnaga andmeside kättesaadavust. Seepärast tuleb edasi arendada nii traditsioonilisi kaabel- kui ka raadioside lairibavõrkusid, sh täisoptilisi (ingl *all optical*) ja suure läbilaskevõimega raadiosidevõrkusid, ning tagada nende võimalikult mugav ristkasutatavus.

Sidesüsteemide komponendid. Sidesüsteemide komponentide arendamisel on üks peamisi uurimissuundi signaalitöötluse meetodite ning kohanduvate modulatsiooni- ja kodeerimisskeemide arendamine. Samal ajal võimaldab digitaalseadmete areng välja töötada tarkvaralisi raadioseadmeid, kus raadioprotokolli muutmiseks piisab üksnes tarkvara vahetamisest. See omakorda sunnib välja arendama ümberkonfigureeritavaid antenne. Lisaks tekitab väikesemõõtmeliste mobiilseadmete hulga eeldatav plahvatuslik kasv nõudluse ultraväikese energiatarbega raadiosaatjate järele.

Andmesidesüsteemid, sh lokaalvõrgud, raadio- ja satelliitside ning optilised kaugsidevõrgud. Paljude, sageli väikese mõõduga seadmete võrku ühendamiseks (ingl *Internet of Things*) tuleb välja töötada uued *ad hoc* iseseadistuvate lähimaa-andmesidevõrkude standardid. Nõndasamuti ei ole ka optiliste, raadio- ja mobiilsidesüsteemide areng kaugeltki peatunud või lõppenud. Valmimas ja kasutusele tulemas on neljanda põlvkonna mobiiltelefonisüsteemid, mobiilsed ja/või kõrglahutusega digitaaltelevisiooni standardid, sõidukitel omavahel infot vahetada võimaldavad spetsiaalsed raadiosidevõrgud jpm.

Sidesüsteemide integreerimine ja ristkasutatavus, sh uued võrgustandardid, mis eraldavad võrgu transpordikihi füüsilisest kandjast. Füüsilise infrastruktuuri selgem eraldamine selle kaudu edastatavatest digitaalsetest sisuteenustest võimaldab erinevaid andmesidesüsteeme (satelliit, raadio, optika vm) ja lõppkasutaja seadmeid vabamalt kombineerida. Sidesüsteemide ristkasutatavuse ja paindlikkuse suurendamiseks tuleb omakorda nii sisus kui ka vormis kiiresti muutuvat infot hallata (sh pakkida ja konverteerida) viisil, mis tagab teenuste hõlpsa kättesaadavuse kõikvõimalike statsionaarsete ja mobiilsete seadmete abil.

Teenuste internet (ingl *Internet of Services*), GRID ja *cloud computing*'i süsteemide arhitektuur. Hajutatud arvuti-, salvestus- ja sidesüsteemide massilise kasutuselevõtu tõttu kasvab vajadus selliste uute infosüsteemide arendus- ja haldusvahendite järele, mis aitavad avatud võrgus teenuseid ja ressursse leida, kontrollida ja tagada nende kvaliteeti (ingl *Quality of Service*).

1.4. Kasutajaliidesed ja senisest nutikam andmehaldus

Tarkvaratehnika ja süsteemiintegratsioon. Uue arvutus- ja andmesidevõimsuse täielik rakendamine ning eksponentsiaalselt kasvav andmemahu haldamine eeldab suurt arengut ka tarkvaratehnikas (ingl *software engineering*) ja sisuteenuste arendamises. Paradigma on muutumas – nii operatsioonisüsteemid kui ka tarkvaraarenduse vahendid peavad toetama üha enam meeskonnatööd ja suure töökindlusega hajussüsteeme.

Klassikaline arvutiteadus, sh tarkvaraarendussüsteemide teoreetilised alused. Pildi- ja kõnetuvastuse, automaattõlke, erinevate hajusate tehisintellekti süsteemide ning muude iseõppivate ja -kohanduvate seadmete arendamisel kujuneb arvatavasti üha olulisemaks erinevate elusloodusest inspireeritud arendusmeetodite, nt närvivõrkude, geneetiliste algoritmide jmt kasutamine.

Arvutisüsteemide alternatiivsed alused. Arvutisüsteemide kasvav autonoomsus ja soov luua mugavamalt kasutatavaid infosüsteeme paneb looma inimvõimeid emuleerivaid, olukorratundlikke, iseõppivaid ja -kohanduvaid arvutisüsteeme. Robotsüsteemide arendamisel pööratakse suurt tähelepanu liikumise tunnetusele, aistingutele ja ülesande jõukohasuse tajumisele. *Super-turing*'u süsteemide arendamine loob omakorda aluse sujuvaks üleminekuks kvantarvutusele, -sidele ja -krüptograafiale.

Operatsioonisüsteemid. Igapäevaobjektidesse sisseehitatud sardsüsteemide võrgustike juhtimiseks on vaja uudseid „kergekaalulisi" operatsioonisüsteeme, mis tagaksid muu hulgas protsesside intelligentse juhtimise reaalajas, süsteemide isekonfigureerumise ja -taastumise võime jm.

Turvaliste ja usaldatavate IKT süsteemide loomisel on olulisemateks märksõnadeks privaatsust suurendavad tehnoloogiad, turvaline isiklike andmete edastamine ilma omaniku identiteeti paljastamata, kõikjal kasutatavad raadiosagedustuvastuslikud (RFID) süsteemid ja biomeetrilised targad märgised (ingl *smart tag*), tarkvara ja IT süsteemide tõestamise ja sertifitseerimise meetodid.

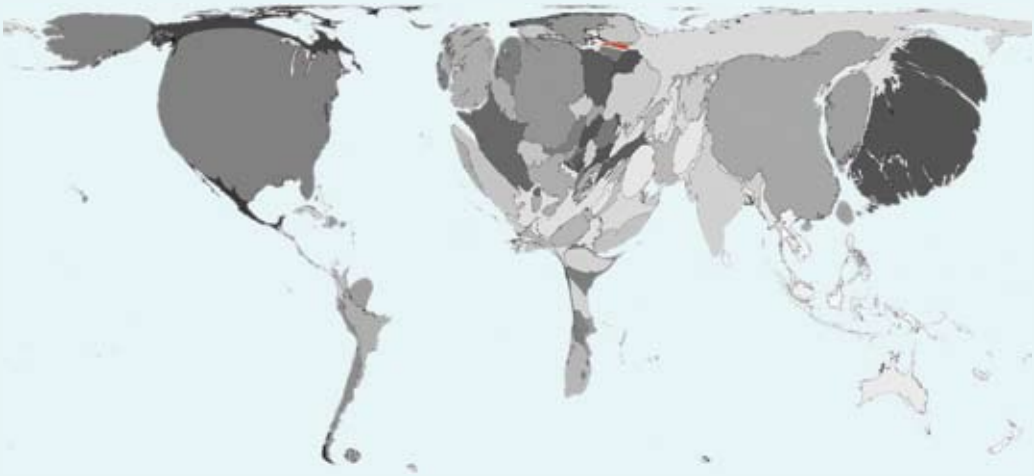
Kasutajaliidesed, sh keeletehnoloogia. IKT süsteemide kasutajaliidesed ei ole viimase aastakümne jooksul väga palju muutunud. Nende intuitiivsemaks ja kasutussõbralikumaks muutmisel on veel palju arenguruumi. Visioon kõikjale sobivatest IT lahendustest laseb arvata, et tulevikus luuakse palju uusi kasutajaliideseid – kasutaja geograafilise asukoha tuvastajad (GPS, Galileo vmt), kõikvõimalikud sensorid, biomeetrilised seadmed (ka otse närvisüsteemist signaalide lugemiseks), kujundite ära tundmise, kõnetuvastuse ja -sünteesi ning automaattõlke vahendid, kolmemõõtmelised ja holograafilised kuvarid, e-paber jne. Uute kasutajaliideste loomise tõttu on väga oluliseks saanud ka inimtaju, käitumisharjumuste jms uuringud.[11]

Lõppkasutaja rakenduste arendamine ja süsteemiintegratsioon. Järjest suuremate integreeritud IKT süsteemide arendamisel on üks loogilisi arenguteid avatud arendusliideste (API, *mashup*) ja/või avatud lähtekoodiga lahenduste veelgi laialdasem kasutuselevõtt. Lõppkasutaja toodete ja teenuste arendamisel kasvab samuti inimese isiklike eelistuste ja varasema käitumismustriga arvestamise olulisus. See suurendab erinevate ekspertsüsteemide, automaatse andmeanalüüsi, andmekaevanduse, semantiline veebi jmt arendamisetähtsust.

1.5. Eesti IKT võimekus maailma arengusuundade kontekstis

Eesti investeeringud IKT alasesse teadus- ja arendustegevusse, teadlaste ja inseneride koguarv ning sellest tulenev Eesti teadlaste tsiteerimine ja ettevõtjate poolt uutele tehnoloogiatele võetud rahvusvaheliste patentide hulk on nii suhtarvult kui ka absoluutmahult väga tagasihoidlikud. Joonis 4 illustreerib Eestis teadus- ja arendustegevusega hõivatud töötajate arvu, mis jätab maailmakaardile vaevumärgatava jälje.

Eesti jätab tehnoloogia loojana kaardile vaevumärgatava jälje



Joonis 4. Teadus- ja arendustegevusega hõivatud töötajate osakaal maailmas, 2002
Allikas: Worldmapper – The world you have never seen before, http://www.worldmapper.org/.

11 Põhjalikumat info- ja kommunikatsioonitehnoloogia olulisemate arengutrendide ning Euroopa konkurentsipositsiooni ülevaadet vt nt *Key European Technology Trajectories: Second Report on Key European Technology Trajectories*, 30. september 2004, http://fistera.jrc.es/pages/wp2.html; *ICT Work Programme in FP7 2009-2010*, European Commission DG INFSO, http://cordis.europa.eu/fp7/ict/.

Piiratud mastaapidest tulenevalt põhineb enamus Eesti IKT alaseid tugevusi üksikisikutel ja nende ajas muutuvatel huvidel. Püüdlused Eesti IKT võimekuse tulevast arengut järgmisel kümnendil detailselt prognoosida või tehnoloogilisi läbimurdeid ette planeerida osutuksid seetõttu üsna abituks. Eesti võimalus baastehnoloogiates korrata Nokia, Aceri vm edu on isegi Soomes või Taiwanis tehtuga võrreldaval ressursside koondamisel väga väike. Skype'i menu näitab, et Eesti eelis saab pigem olla tehnoloogia ja turu tundmine, võime kombineerida mujal loodud uusi tehnoloogiavaldkondi sobivasse ärimudelisse ja ekspordiks mõeldud tooteid-teenuseid õigeaegselt turule tuua.

Enamus uusi tehnoloogiaid sünnib väljaspool Eestit. Eestil on vaja tehnoloogia ja turu arenguga kursis olla.

Eesti mõju Euroopa IKT arengule on väga väike

Euroopa Liidus investeeriti 2003.–2006. aastal IKT alasesse teadus- ja arendustegevusse liikmesriikide ja erasektori vahenditest kokku keskmiselt 25 miljardit eurot aastas. Euroopa Komisjoni aastainvesteering ulatus seejuures umbes miljardi euroni.

Eesti Statistikaameti andmetel olid Eesti IKT sektori ettevõtete investeeringud teadus- ja arendustegevusse 2005. ja 2006. aastal vastavalt 15 ja 20 miljonit eurot. Eesti haridus- ja teadusministeerium ning EAS investeerisid seejuures 2005. aastal IKT alasesse uurimis- ja arendustegevusse 1,6 ning 2006. aastal 2,2 miljonit eurot.

Eesti investeeringud IKT alasesse teadus- ja arendustegevusse moodustavad sarnaselt Eesti SKP-ga kõigest murdosa Euroopa Liidu vastavast näitajast.

Allikad: Euroopa Komisjon, Eesti Statisatistikaamet.

Eestil on seetõttu vaja IKT ja selle turu arenguga kursis olla ning hoida ja tugevdada tähtsamates valdkondades teadmisi. See aitab mujal loodud uusi tehnoloogiaid konkurentidest kiiremini ja paremini rakendada ning omatoodete osana taas mujale maailma eksportida. Eesti IKT läbilöögivõime eeldusteks on seega rahvusvaheliselt konkurentsivõimeline teadus ja kõrgharidus, mis võimaldavad maailma IKT tähtsamate arengusuundumustega sammu pidada ning muu hulgas uusimaid IKT võimalusi oma rakendustes tulemuslikult kasutada.

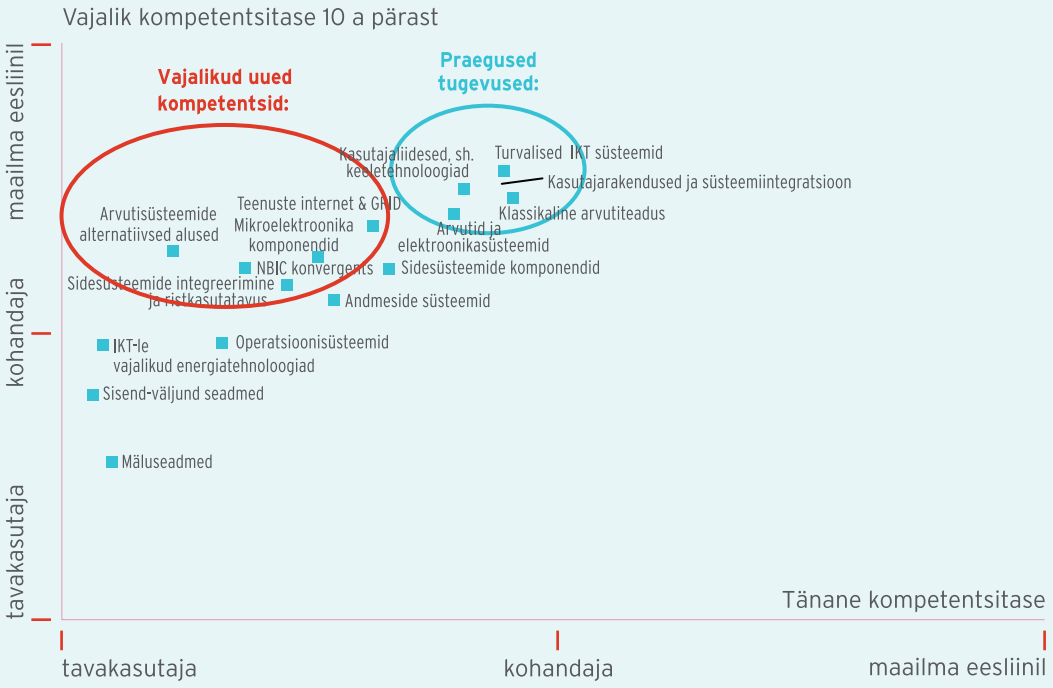
Eesti võimalus: uued tehnoloogiad kiirelt sobivasse ärimudelisse!

Eesti IKT arenguseire käigus hinnati Eesti IKT kompetentsibaasi juhtivate IT-riikide IKT eelisarengu valdkondades. EST_IT@2018 küsitluses osalenud ekspertide hinnangul piirdub Eesti tehnoloogiline suutlikkus enamjaolt võimega uusi tehnoloogiaid kasutusele võtta, vähemal määral ka modifitseerida ja edasi arendada. Kümne aasta plaanis nähakse peaaegu kõikides olulisemates IKT arengusuundades vajadust suurendada Eesti kompetentsust, et see jõuaks tehnoloogia modifitseerimiseks ja edasiarendamiseks vajalikule tasemele (joonis 5).

Eesti IKT tugevate külgedena nimetatakse tavaliselt ID-kaardi infrastruktuuri ja rakendusi, suurte partnervõrkude (ingl *peer-to-peer networks*) ehitamise (Skype, Kazaa jmt) kogemust, tarkvaratehnika, sardsüsteemide, signaalitöötluse ja bioinformaatika alaseid teadmisi. EST_IT@2018 ekspertküsitlus kinnitab eeltoodud hinnangut. Küsitluse järgi on Eesti IKT tugevaimad küljed klassikalises arvutiteaduses, arvutite ja integreeritud elektroonikasüsteemide, kasutajaliideste (sh keeletehnoloogia) ja turvasüsteemide arendamises (joonis 5).

Uute IKT alaste võimete arendamisel tuleb Eestis eelistada valdkondi, kus vahe Eesti praeguse võimekuse ja eksperthinnangu kohaselt pikemas plaanis vajaliku taseme vahel on suurim. Küsitluse kohaselt on sellisteks valdkondadeks teenuste internet ja GRID, uued baastehnoloogiad mikroelektroonika ning bio- ja nanotehnoloogia kokkupuutealadel, sidesüsteemide integratsioon ning IKT süsteemide alternatiivsed teoreetilised alused (kognitiivsüsteemid jmt) (joonis 5).

Eesti peab arendama välja mitmed uued IKT võimekused



Joonis 5. Eesti kompetentsibaas IKT peamiste arengutrendide kontekstis
Allikas: *EST_IT@2018 veebiküsitlus*, Eesti Arengufond, 2008.

2. IKT roll Eesti majanduses

- IKT sektor moodustab väikese osa Eesti majandusest, kuid IKT roll ühiskonna ja majanduse arengus on sellele vaatamata väga suur.
- IKT panus majandusarengusse avaldub IKT nutika kasutuselevõtuga kogu majanduses saavutatava tootlikkuse kasvuna.
- IKT abil tööstuses saavutatav lisandväärtuse kasv suurendab Eesti eksporditulu. IKT tõhus kasutuselevõtt teenustesektoris, sh avalikes teenustes, muudab kogu elukorraldust ratsionaalsemaks ja nauditavamaks.

2.1. Eesti IKT sektor on väike

Eesti IKT kaupade ja teenuste müügitulu ulatus 2006. aastal kokku 20 miljardi kroonini. Posti- ja telekommunikatsiooniteenuste müügitulu moodustas sellest 53%, raadio-, televisiooni- ja sideseadmete tootmine 18% ning arvutiteenused 16%. Nii IKT sektori ettevõte müügikäive, puhaskasum kui ka sektoris hõivatud töötajate arv moodustavad 4–5% Eesti majandusest (tabel 1).

Info- ja kommunikatsioonitehnoloogia sektor hõlmab OECD definitsiooni kohaselt neid majandusharusid:

Allikas: *OECD ICT Outlook 2008*, OECD: Paris, 2008.

IKT sektor moodustab 4–5% Eesti majandusest

	Kontori-masinate ja arvutite tootmine	Raadio-, TV- ja side-seadmete tootmine	Meditsiini-tehnika ja optika-riistade tootmine	Posti- ja telekommu-nikatsiooni-teenused	Arvuti-teenused[12]	IKT sektor kokku	Eesti kokku
Ettevõtteid	16	86	135	134	1151	1493	47 490
Töötajaid	273	6083	1923	7902	5137	16534	455 131
Müügitulu, mln kr	919,1	3834,7	1670,5	11 160,4	3333,7	19 899,7	590 614,9
sh mitteresidendid, mln kr	78,9	3527,2	1233,3	893,8	1039,5	6739,2	158 167,9
Investeeringud teadus- ja arendus-tegevusse, mln kr	0,8	72,1	17,6	1,4	254,1	346,2	635,7
Tööjõukulud, mln kr	51,1	794,8	324,8	1379,7	1277,4	3281,1	64 645,7
Kulum, mln kr	4,0	272,5	34,3	928,8	99,2	1303,4	17 683,5
Ärikasum, mln kr	33,0	166,7	312,6	2560,0	200,2	3272,4	55 876,7
Puhaskasum, mln kr	30,7	130,5	293,5	2323,9	-79,7	2698,9	62 325,4
Lisandväärtus:							
protsent müügitulust	9,6	32,2	40,2	43,6	47,3	40,3	23,4
töötaja kohta, tuh kr	322,4	202,9	349,3	616,1	306,9	395,9	303,7

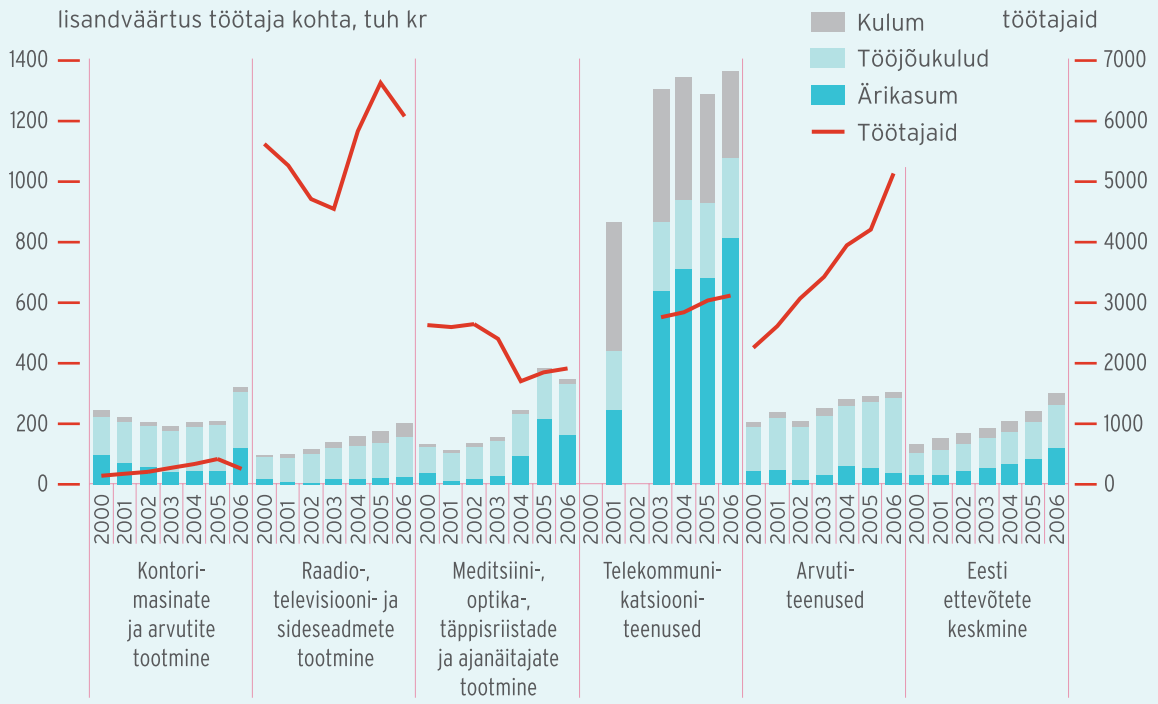
Tabel 1. Eesti IKT sektori peamised majandusnäitajad 2006. aastal[13]
Allikas: *Statistika andmebaas*, Eesti Statistikaamet, 2008.

12 Enamik arvutiteenuste sektoris tegutsevaid ettevõtteid on keskmiselt kahe töötajaga mikroettevõtted. Sektori enam kui 1100 ettevõttes hulgas oli kümne või enama töötajaga ettevõtteid 2006. aastal veidi alla saja. Alla 10 töötajaga ettevõtete puhaskasum on seejuures olnud üksikute suurte finantsinvesteeringute tõttu väga muutlik – 2005. aasta erakorraliselt suur, 1775 miljoni kroonine puhaskasum pöördus 2006. aastal 235 miljoni krooni suuruseks kahjumiks.

13 Siin toodud raadio-, televisiooni- ja sideseadmete müügikäive on väiksem kui Eesti väliskaubandusstatistikast nähtuv side- ja heliseadmete eksport. See tuleb ilmselt asjaolust, et Eesti suuremad elektroonikatööstuse ettevõtted kasutavad tootmisteenuse osutamisel tellijatele kuuluvaid elektroonikakomponente (tabel 2 lk 23).

Eesti IKT sektori lisandväärtuse struktuur on eeltoodud müügikäibe struktuuriga väga sarnane. Eesti IKT sektori kõige kõrgema lisandväärtusega osa on posti- ja telekommunikatsiooniteenuste osutamine, mis loob 58% IKT sektori lisandväärtusest. Arvutiteenused ning elektroonika- ja sideseadmete tootmine moodustavad vastavalt 17% ja 15% kogu IKT sektori lisandväärtusest. Huvipakkuvaim on aga posti- ja telekommunikatsiooniteenuste sektori sisemine struktuur. Telekommunikatsiooniteenused moodustavad 90% posti- ja telekommunikatsiooniteenuste müügitulust ning 99% puhaskasumist. Need teenused on Eesti IKT sektoris konkurentsitult kõrgeima tööjõu tootlikkusega – 2006. aastal tekkis töötaja kohta 1 416 000 krooni lisandväärtust. Eesti ettevõtetes keskmiselt loodi samal aastal lisandväärtust 304 000 krooni ja postiteenuste vallas kõigest 128 000 krooni töötaja kohta (joonis 6).

Telekommunikatsiooniteenuste sektori lisandväärtus töötaja kohta ületab Eesti keskmist neljakordselt



Joonis 6. Eesti IKT sektori lisandväärtus ja töötajate arv aastatel 2000–2006
Allikas: *Statistika andmebaas*, Eesti Statistikaamet, 2008.

IKT tööstuse lisandväärtus on Eesti keskmisel tasemel...

Nii telekommunikatsiooniseadmete tootmine kui ka telekommunikatsiooniteenuste pakkumine on väga mastaabitundlikud ja kontsentreerunud. Suur osa nende käibest ja kasumist on üsna väikese hulga ettevõtete teha. Telekommunikatsioonisektorist palju väiksema käibega arvutiteenuste sektorit iseloomustab seevastu teenindussektorile omane negatiivne mastaabiefekt. Arvutiteenuseid pakkuvate ettevõtte kasumlikkus aga kaob koos ettevõtte suuruse kasvuga. Paremaid tulemusi on näidanud väiksemad, alla 50 miljoni kroonise käibega ettevõtted.

Eesti Panga maksebilansi andmete järgi ulatus arvutiteenuste ekspordi maht 2006. aastal 1022 miljoni ja 2007. aastal 1374 miljoni kroonini. Netoeksport oli seejuures vastavalt 515 miljonit ja 684 miljonit krooni.[14] Raadio-, televisiooni- ja side-seadmete tootmine, mis moodustab lõviosa Eesti IKT toodete ekspordist, oli 2001. aastal üks Eesti tähtsamaid väljaveo harusid, ulatudes 25%-ni kogu tööstustoodangu ekspordimahust. Enamik eksporditud IKT toodetest tuli seejuures Elcoteqi Tallinna tehasest. Elektroonikatööstuses viimastel aastatel toimunud tootmise globaalse ümberpaigutamisega seoses on seda sektorit tabanud aga tagasilangus, kuid vaatamata sellele ületab Eesti IKT toodete väljavedu endiselt arvutiteenuste ekspordimahtusid mitmekordselt. Eesti elektroonikatööstus kasutab valdavalt imporditud komponente. Seetõttu on ekspordiga samal ajal vähenenud ka side- ja heliseadmete import (tabel 2).

... kuid kaupade ekspordi mahud on muljetavaldavad.

Eesti IKT tööstuse eksport põhineb importsisenditel

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Kontorimasinad ja arvutid (75)	168,2	150,3	194,9	197,7	291,9	514,5	885,3
Side- ja heliseadmed (76)	14 320,5	8 588,3	9 052,2	12 362,2	15 573,0	14 792,4	6 835,3
Meditsiiniseadmed (774)	53,8	95,1	102,9	98,9	101,0	114,9	127,1
IKT toodete eksport kokku	**16 543,4**	**10 835,7**	**11 353,0**	**14 662,8**	**17 970,9**	**17 427,7**	**9 854,7**
Tööstustoodangu eksport kokku	**57 831,8**	**56 921,4**	**62 531,4**	**74 622,6**	**97 038,2**	**120 784,5**	**125 532,4**

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Kontorimasinad ja arvutid (75)	1 754,0	1 804,8	1 809,5	1 959,5	2 172,3	2 654,3	2 955,1
Side- ja heliseadmed (76)	9 196,6	3 636,0	4 014,5	5 617,4	7 186,9	7 468,9	6 146,6
Meditsiiniseadmed (774)	105,1	118,3	139,1	155,7	125,8	349,0	173,9
IKT toodete import kokku	**13 056,7**	**7 561,1**	**7 966,1**	**9 736,6**	**11 490,0**	**12 478,2**	**11 282,6**
Tööstustoodangu import kokku	**75 072,6**	**79 465,7**	**89 709,9**	**104 854,9**	**128 765,4**	**167 465,0**	**177 139,5**

Tabel 2. Eesti IKT toodete eksport ja import SITC kaubagrupi järgi, 2001–2007, mln kr
Allikas: *Comext database*, Eurostat, november 2008.

14 *Maksebilansi pikk versioon*, Eesti Pank, november 2008.

Suurema teadmiste- ja tehnoloogiamahukusega majandusharudes luuakse töötaja kohta tavaliselt rohkem lisandväärtust kui traditsioonilistes. Eesti elektroonikatööstus on viimase kümnekonna aastaga oma positsiooni maailma väärtusahelates küll kõvasti parandanud, kuid selle panus Eesti majanduse lisandväärtusesse on ekspordimahtudega võrreldes endiselt üsna tagasihoidlik. Eesti ei ole seni suutnud oma IKT tööstuse ekspordipotentsiaali kaugeltki täiel määral ära kasutada.[15]

2.2. IKT potentsiaal majandusarengut toetada on suur

IKT areng on toonud viimastel aastakümnetel inimeste ja ettevõtete ellu silmaga nähtavaid muutusi, kuid majandusteadlased pole sellele vaatamata küllalt kaua suutnud IKT arengu majanduslikku mõju täpselt hinnata. Skeptikute seas oli veel 1990. aastatel populaarne Nobeli majanduspreemia laureaadi Robert Solow konstateering: „Arvutiajastu on tänapäeval nähtav kõikjal peale tootlikkuse statistika".[16]

Nüüdseks oskame IKT mõju majandusarengule varasemast paremini hinnata. Autoriteetsed allikad viitavad, et aastatel 2000–2004 tulenes OECD ja Euroopa Liidu riikides ligikaudu pool majanduse tootlikkuse kasvust IKT kasutuselevõtust ja sellega seotud organisatsioonilistest uuendustest.[17] Pikemaajaline IKT alase võimekuse arendamine on loonud mõnedes riikides aluse tugeva eksportiva IKT tööstuse tekkeks. Enamiku OECD riikide SKP-s ja ekspordis on IKT sektori osakaal siiski jätkuvalt üsna tagasihoidlik.

IKT-st sündiv kasu avaldub väljaspool IKT sektorit, teistes uut tehnoloogiat nutikalt kasutusele võtvates majandusharudes.

IKT tarbekaubastumine ning rutiinse tootmise üha laialdasem ümberpaigutamine madalama kulubaasiga riikidesse vähendab IKT sektori osakaalu arenenud riikide majanduses veelgi. Viitasime eespool, et IKT ühiskondlik ja majanduslik potentsiaal avaldub peamiselt selle nutika kasutuselevõtuga erinevatel elualadel saavutatavas suures majanduslikus võimenduses. Muutused IKT sektori rahvusvahelises tööjaotuses ei pisenda seega kuigivõrd IKT tähtsust majandusarengus.

Vastupidi, suutlikkus maailma IKT arenguga kursis olla ning selle tulemeid aktiivselt ja oskuslikult rakendada on jätkuvalt üks arengu olulisemaid edutegureid. Eesti jaoks on seejuures põhiküsimuseks, kuidas kasutada IKT-d riigi ja ettevõtete ees seisvate oluliste probleemide lahendamiseks. Eesti eksportiva tööstuse tootlikkuse suurendamine on majanduse välistasakaalu tagamisel selgelt üks olulisemaid küsimusi. Sama tähtis on aga ka IKT roll valdavalt siseturule orienteerutud teenustesektori, sh avalike teenuste pakkumise tõhustamisel.

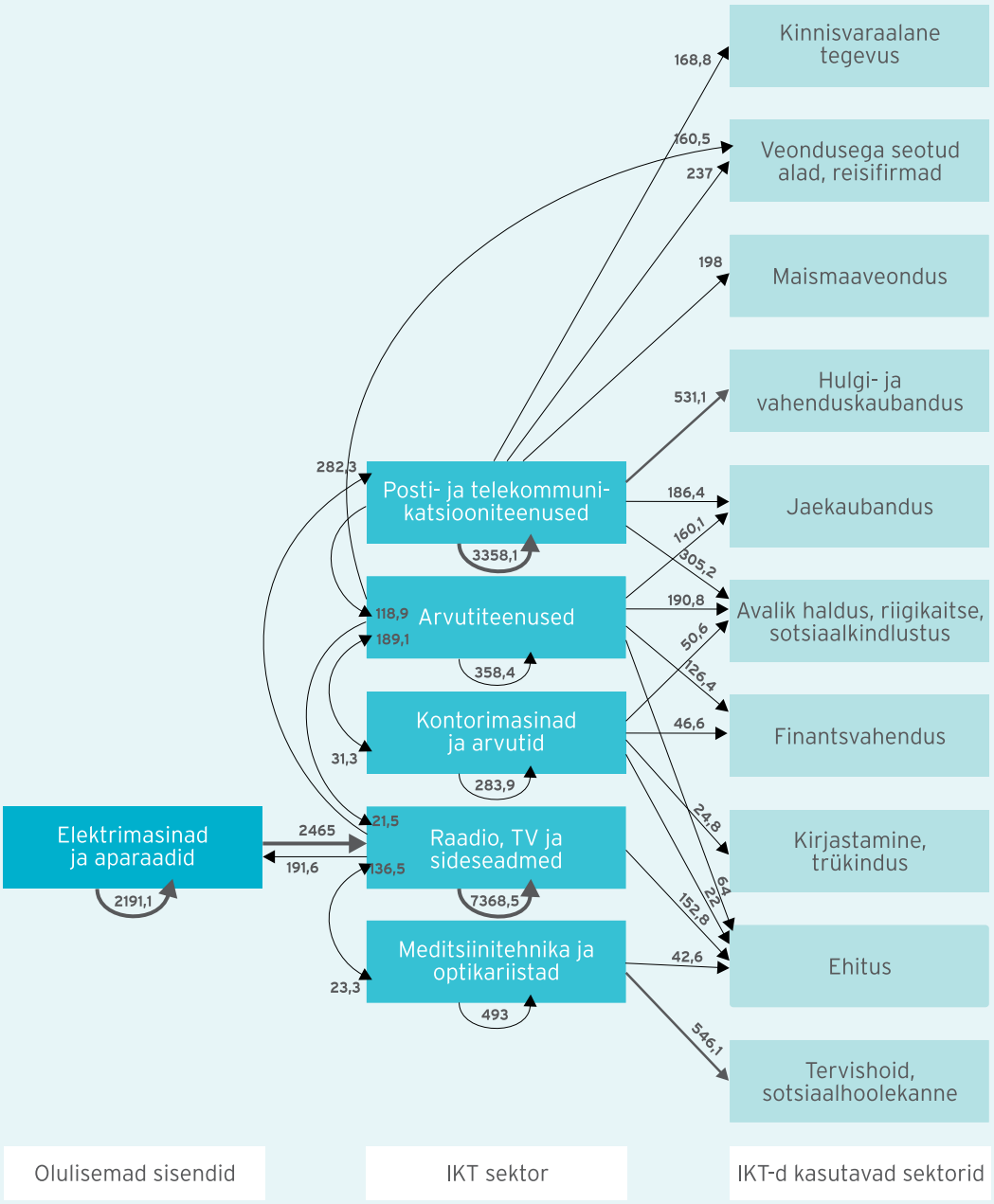
15 Vt. ka Maidu Harjaku koostatud Eesti elektroonikatööstuse ülevaadet: Marek Tiits (*toim*), *Kaupmeeste riik*, Eesti Teaduste Akadeemia: Tallinn, 2007, 78–87.

16 Robert Solow,„We'd Better Watch Out", *New York Times Book Review 36*, 12. juuli 1987.

17 *Annual Information Society Report 2007*, Euroopa Komisjon: Luksemburg, märts 2007, 35; Bart van Ark & Robert Inklaar, *Catching up or getting stuck? Europe's trouble to exploit ICT's productivity potential*, Groningen Growth and Development Centre, september 2005; *Facing the Challenge: The Lisbon Strategy for Growth and Employment*, Report of the High Level Group chaired by Wim Kok, november 2004.

Neile küsimustele vastuseid otsides tasub esmalt vaadata, millistele majandusharudele on Eesti IKT sektor kõige enam sisendit pakkunud. Tellimuste mahu järgi on Eestis nii telekommunikatsiooni- kui ka arvutiteenuste suurimad tarbijad riik, hulgi- ja jaekaubandus- ning veondussektor. Ka finantssektor kasutab arvutiteenuseid palju. Seda vaatamata sellele, et suuremates pankades on olemas tugevad IT arendusüksused. Meditsiiniseadmete ja optikariistade peamine tarbijaskond kuulub üsna ootuspäraselt tervishoiu ja sotsiaalhoolekande valdkonda (joonis 7).

Eesti IKT toodete ja teenuste kasutamine teistes majandusharudes



Joonis 7. IKT kasutamine ostjahindades 2004. aastal, mln kr
Allikas: *Statistika andmebaas*, Eesti Statistikaamet, 2008.

Muljetavaldavat ekspordimahtu näidanud elektroonika- ja telekommunikatsiooniseadmete tootmine (tabel 2, lk 23) on seotud muude Eesti majandussektoritega üsna nõrgalt. Tarnijate poolel on raadio- ja sideseadmete tootmisel loodud kõige rohkem ärisuhteid erinevate elektriseadmete, plasti- ja pakenditootjatega. Eesti IKT toodete ekspordis on ülekaalus suuremad väliskapitalipõhised ettevõtted, mis impordivad enamiku oma tootmissisenditest ja ekspordivad seejärel lõviosa toodangust. Seda peegeldavad küllalt selgelt ka Eesti elektroonikatööstuse väikesed lisandväärtuse näitajad (joonis 6, lk 22).

Eesti eksporditulu suurendamiseks peavad suurenema nii Eestis kaupadele ja teenusetele lisatud väärtus kui ka väljaveo maht.

IKT ja ekspordipõhine majanduskasv

Eesti sisetarbimise kasvule tugineva majandusekasvu võimalused on koos viimastel aastatel toimunud palkade ja erasektori võlakoormuse kiire kasvuga ammendunud. Seetõttu peab eelolevatel aastatel kujunema majanduse peamiseks kasvuallikaks eksporditulu suurenemine. Milline on IKT roll Eesti ekspordi edendamisel?

Teenuste ja tööstuse oskuslik kombineerimine on põhiline

Arenenud riikide majanduses luuakse umbes 70% lisandväärtusest teenustesektoris, kuid ligikaudu 75% ekspordist kuulub jätkuvalt tööstustoodangule.[18] Eesti teenustesektor on tubli eksportija, kuid teenuste ekspordi maht jääb tööstustoodangu ekspordist kordades maha. Sama peegeldub ka Eesti IKT sektoris: IKT tööstuse ekspordi maht suureneb lähiaastatel ilmselt taas kümnekonna protsendini Eesti ekspordist, samas IKT teenuste ekspordi maht jääb endiselt tagasihoidlikuks. Ja isegi kui arvutiteenuste ekspordi maht kahe- või kolmekordistuks, moodustaks see siiski kõigest paar protsenti kogu Eesti ekspordist. IKT teenustest saadava eksporditulu suurendamiseks on seetõttu otstarbekas kombineerida teenuseid tööstustoodangu ekspordiga.

IKT võimalused Eesti eksporditulu suurendamiseks:

- **Eesti olulisemate ekspordiettevõtete tootlikkuse ja tulu kasv.** Ekspordimahu mitmekordistamine ja rahvusvahelises väärtusahelas suurema lisandväärtusega tegevustele liikumine ei sünni tavaliselt kuigi lihtsasti ja kiiresti. Suure müügimahu juures annab samas isegi suhteliselt väike tootlikkust suurendav muudatus kokkuvõttes üsna suurt tulu. Lühiajaliselt saab seega Eesti eksporditulu kõige lihtsamalt kasvatada tootlikkuse suurendamisega Eesti tähtsamates eksportivates majandusharudes: elektri- ja elektroonikaseadmete tootmises, puidu- ja mööblitööstuses, metalli- ja masinatööstuses, keemiatööstuses ja Eesti suuremahulise transiitkaubanduse teenindamisel[19]
- **Eksporti toetava teenustesektori efektiivsuse kasv.** IKT abil saab tõhustada peaaegu kõiki eksporti nii otseselt (energiavarustus, side, transport ja logistika) kui ka kaudselt (äriteenused, tervishoid, haridus jne) toetavaid era- ja avaliku sektori teenuseid. Soodsamad, kvaliteetsemad ja paremini kättesaadavad teenused tähendavad omakorda eksportijate konkurentsivõime kasvu maailmaturul.
- **Teenuste ekspordiks Eestist väljapoole tehtud edukad otseinvesteeringud.** Teenuste ekspordist rääkides alahinnatakse sageli sihtturgudel kohaloleku ja kohaliku konteksti tundmise tähtsust. Arvutiteenuste ekspordi edendamisel on aga üks suurimaid takistusi tööjõu nappus Eestis. Eesti ettevõtete otseinvesteeringud teistele turgudele pakuvad seetõttu head võimalust IKT teenuste ekspordi suurendamiseks. Taoline sidusettevõtete loomine võimaldab leida lisatööjõudu ja avab juurdepääsu suuremale turule.

18 *Edasi! Raport Riigikogule 2007–2008*, Eesti Arengufond: Tallinn, 2008, 12.

19 Eesti Statistikaamet, jaanuar 2009.

Eesti majandusarengu strateegia peateemasid on ekspordi edendamine. Struktuursed muutused majanduses on aga aeganõudvad ja uued tugevad eksportijad ei sünni väga kiiresti. Eksporditulu suurendamiseks keskpikas perspektiivis on seetõttu mõistlik suuremat tähelepanu pöörata tänaste olulisemate majandusharude tootlikkuse ja müügimahtude suurendamisele.

Senisest IKT andmestikust nähtub, et Eesti teenustesektor on olnud küllalt aktiivne Eesti IKT toodete ja teenuste kasutaja. Arvutiteenuste pakkujate ning töötleva tööstuse kui suurima eksportija nõrgad majandussuhted viitavad aga sellele, et Eesti ei kasuta IKT sektori potentsiaali tööstuse tootlikkuse ja eksporditulu suurendamiseks kaugeltki mitte täiel määral.

2.3. IKT turunõudluse kasv maailmas ja Eesti IKT ettevõtete ekspordistrateegiad

Kapitalistlik majandusareng toimub lainetena, mida iseloomustab uute tehnoloogiate ja toodete ning nende kasutuselevõtuks vajaliku infrastruktuuri samaaegne areng. Algselt ühes või väikeses hulgas arenenud riikides loodud ja kasutusele võetud uus tehnoloogia levib järjest ulatuslikumalt, kuni jõuab kõikjale maailma. Niisugune areng ja tehnoloogia tarbekaubastumisega kaasnev toodete hinna langus toob omakorda kaasa sihtturgude geograafia avardumise.[20]

Tänapäevasele IKT tööstusele pandi alus USA, Jaapani, Lääne-Euroopa, Brasiilia jt majanduslike suurjõudude vahelises tehnoloogilises võidujooksus, millest väljusid 1970. aastatel võitjana Ameerika Ühendriigid. Arvutite ja interneti plahvatuslik levik laiendas 1980–1990-ndatel IKT toodete turgu väga kiiresti USA-st ja Lääne-Euroopast teistesse maailmajagudesse. Nii võttis ka Skandinaaviast tugevasti mõjutatud Eesti uued IKT lahendused kasutusele mitmest teisest riigist varem. Kui Kesk- ja Ida-Euroopa ning Ladina-Ameerika keskendusid põhiliselt IKT kasutuselevõtule ning lihtsamatele tootmisfunktsioonidele, siis „Aasia tiigrid" on suutnud viimase 10–20 aastaga ehitada üles oma väga konkurentsivõimelise IKT tööstuse.

Arenenud tööstusriikides on oodata IKT turu kasvukiiruse aeglustumist; Aasias, Lõuna-Ameerikas ja Aafrikas jätkub aga IKT nõudluse tempokas kasv.

Eelolevatel aastakümnetel on oodata IKT edasist tarbekaubastumist. Senisest mugavamad IKT lahendused jõuavad tarbijatele, kus nad ka ei asuks, veelgi lähemale. Nii nagu Eestis jäeti interneti kasutuselevõtul vahele mitu varasemat andmeside süsteemi, nii on ka Jaapanis jt Aasia riikides interneti-ajastu paljus vahele jäetud. Näiteks on erinevate infoteenustega otse mobiiltelefoni kolitud jmt. Arenenud tööstusriikides on oodata IKT turu kasvukiiruse aeglustumist ning järjest suurema hulga turusegmentide küllastumist. Aasia, Lõuna-Ameerika, Aafrika jm vähem arenenud turud jätkavad seevastu kiiret kasvu. Seda eelkõige IKT kasutuselevõtjate, aga üha enam ka uute IKT lahenduste väljatöötajate ja tootjatena. Eesti ettevõtjatel tasub neid turge oma tegevuse laiendamisel seetõttu varasemast hoolsamini silmas pidada.

20 Carlota Perez, *Technological Revolutions and Financial Capital. The Dynamics of Bubbles and Golden Ages*, Cheltenham – Northampton, MA: Edward Elgar Publishers, 2002; Marek Tiits, Rainer Kattel, Tarmo Kalvet, *Made in Estonia*, Balti Uuringute Instituut, Tartu: 2005.

IKT tööstust tervikuna ootab ees senisest veelgi suurem koondumine üksikute tugevate kaubamärkide taha ja äride ümberpaigutumine väiksema kulubaasiga piirkondadesse. Kasumlik tootmine eeldab masstoodete ja -teenuste jätkuva hinnalanguse tõttu järjest suuremaid tootmismahte. Lisandväärtus kandub samal ajal üha enam riistvaralt üle IKT teenustesse – lahenduste arhitektuuri ja sisu väljatöötamisega seotud valdkondadesse. Tehnoloogiliselt arenenumad riigid püüavad seejuures säilitada tootearenduses ja turunduses liidripositsiooni, et kontrollida nii võimalikult suurt osa üleilmsetest tootmis- ja teenindusvõrgustikest.

IKT sektori konsolideerumine jätkub. Suurfirmad kontrollivad järjest enam ka Balti riikide turgu.

Rahvusvaheline konkurents tungib üha enam ka Balti riikide siseturule. Samas on Eesti ettevõtted olukorras, kus nad peavad hakkama üha suuremat osa (rutiinsetest) arendustöödest ja maailmaturule müüdavate lahenduste masstootmisest mujalt sisse ostma. Eesti IKT ettevõtted on seetõttu sunnitud järjest enam spetsialiseeruma ja rahvusvahelistuma. Kõige kriitilisemaks teguriks muutub suutlikkus konkreetsete sihtturgude arengut ette näha ning kontrollida võimalikult suurt osa toote kavandamisest kuni lõppkliendini ulatuvast väärtusahelast.

Eesti IKT ettevõtete edukate ekspordistrateegiate näited

Regio mudel:

strateegiline partnerlus turuliidriga

Strateegiline partnerlussuhe mobiilside võrguseadmete turuliidri Ericssoniga ning oma toodete loomine tema tehnoloogilisele platvormile on Regio välisturule minekut märgatavalt lihtsustanud. Eesti väiksemate IKT ettevõtete jaoks on rahvusvahelistumisel seega üks loogilisi lähtekohti püüelda suurematele rahvusvahelistele ettevõtetele „nutikaks tarnijaks". See põhimõte kehtib nii partnerluses IKT sektori liidritega kui ka teiste valdkondade ettevõtetega.

Webmedia mudel:

otseinvesteeringud ja kohalolek sihtturgudel

Teenuste ekspordile mõeldes alahinnatakse sageli teenuste müügis üliolulist kohaliku konteksti tundmise vajadust. Kohalik kontekst hõlmab nii äritavasid, õigusnorme, kvaliteedinõudeid ja isegi keeleoskusest tulenevaid nõudluse eripärasid. Üks Eesti arvuti- ja tarkvarateenuste eksporti raskendavaid tegureid on tööjõupuudus Eestis. Otseinvesteeringud teistes riikides rajatavatesse või üles ostetavatesse ettevõtetesse aitavad neid takistusi ületada. See annab vahetu kohaloleku sihtturul, parema turu ja kliendi tundmise ning võimaldab värvata Eestis nappivat tööjõudu.

Skype'i mudel:

globaalsena sündinud

Suured ettevõtted, aga ka riiklikud struktuurid on enamasti seotud oma varasemate mahukate investeeringutega seadmetesse või infrastruktuuri, mis võib radikaalset innovatsiooni pärssida. Uusi murrangulisi tehnoloogiad (ingl *disruptive technologies*) kasutavad ärimudelid annavad seetõttu eelise hoopis uutele väiksematele ettevõtetele. Tehnoloogia ja turu väga hea tundmise kõrval on sedalaadi ärimudelite puhul üheks tähtsamaks eduteguriks turuletuleku õige ajastus. Skype on näide „globaalsena sündinud" ettevõttest, mida ei pärsi varasemad investeeringud eelmise põlvkonna tehnoloogiasse. Ettevõtte pakutava uudse teenuse sisu on kultuuri- ja riigipiiridest sõltumata sama. Skype turuks on seetõttu algusest peale kogu maailm.

Eesti ettevõtete peamised sihtturud on olnud naaberriigid. Koduturul kaitsepositsioonidele jäävate ettevõtjate põhiküsimuseks kujuneb, kas neil õnnestub end järjest teravama rahvusvahelise konkurentsi vastu kindlustada ja millistes turuniššides oleks seda parim teha. Paljudel juhtudel on aga kaitsepositsioonile jäämisest kasulikum liikuda edasi vähemarenenud turgudele või valmistuda ettevõtte müügiks. IKT(-põhiste) teenustega uutele turgudele minekul on heaks eeskujuks Webmedia või Hansapanga (nüüdseks Swedbank'i) kontserni arendatud välisinvesteeringute strateegiad.

Siseturule jäämine ja vähene spetsialiseerumine tähendab konkurentsivõime kadumist.

Ettevõtete edasise kiire kasvu tagamiseks on aga vaja vaadata järjest kaugemale. Omatoodetega välisturgudele minekusse panustavate Eesti suhteliselt väikeste IKT ettevõtete dilemmaks on, kas pürgida iseseisvalt mingis kitsas turunišis rahvusvaheliseks liidriks või arendada partnerlussuhteid rahvusvaheliste suurettevõtetega. Täiesti uutele ärimudelitele ja tehnoloogiatele panustamine on keerulisem ja riskantsem kui oma toodete ja teenuste viimine suurfirmade tooteportfelli, kuid võib osutuda tunduvalt kasumlikumaks. Eesti kontekstis näitlikustab esimest võimalust hästi Skype'i ja teist Regio edu.[21]

21 Vt ka Carl Arthur Solberg, *A Framework for Analysis of Strategy Development in Globalizing Markets*, Journal of International Marketing, 5, 1, 1997, 9–30.

3. Olulisemad IKT kasutus-valdkonnad Eestis

- Ühiskondlikud ja majanduslikud väljakutsed Eesti arengus näitavad kasvavat vajadust IKT nutikaks kasutuselevõtuks.
- Fookusvaldkonnad, millele Eestil tuleb IKT kasutuselevõtul keskenduda, on haridus, tervishoid, tööstus, energeetika, finantsteenused ning IKT turvasüsteemid.
- Kõikides neis fookusvaldkondades on nõudlus uudsete IKT lahenduste järele kasvamas nii Euroopas kui ka kaugemal.

3.1. Eesti ja Euroopa olulisemad sotsiaal-majanduslikud väljakutsed

Eurooplased on uhked ja rahulolevad vana maailma mitmekesise ja ajaloolise kultuuripärandi, hooliva ühiskonna, kena looduse ja hea kliima üle. Samal ajal on aga ühiskondlike ja majanduslike väljakutsete hulk üha kasvanud. II maailmasõja järel kiiresti võimsust kasvatanud Euroopa majanduskasvu tempo on viimastel aastakümnetel selgelt pidurdunud. Kuigi Euroopa soovib endiselt USA-le järele jõuda, ei ole viimaste aastate pingutused, sh Lissaboni strateegia, selles osas erilist läbimurret toonud. Pigem on vastupidi – Aasia kiiresti areneva majandusega riigid Hiina, India jt on kujunenud USA-le ja Euroopale nii majanduslikus kui ka tehnoloogilises konkurentsis järjest teravamateks rivaalideks.[22]

Rahvastiku vananemisega kasvab surve kogu Euroopa haridus- ja sotsiaalsüsteemile ning majandusele.

Rahvastiku vähenemine ja vananemine ei tee Euroopale üleilmses konkurentsis püsimist sugugi mitte kergeks. Tervishoiu-, pensioni- ja sotsiaalsüsteemide ülalhoidmine on muutumas järjest kulukamaks. Euroopa viimaste aastate tagasihoidlik majanduskasv on veelgi enam pidurdumas, importressursi (sh toiduainete ja energiakandjate) maksumuse kiire kasv suurendab ettevõtete kulusid ja vähendab nende konkurentsivõimet. See omakorda tõstab nii tööpuudust kui ka avaliku ja/või erasektori palgasurvet ja võlakoormust. 2008. aastal puhkenud üleilmne finantskriis võimendab ilmselt neid negatiivseid arenguvoolusid veelgi ning sunnib muutunud oludesse ebasobilikke institutsioone ajakohastama. See tähendab senistest käitumisviisidest loobumist, uute tehnoloogiate väljatöötamist ja kasutuselevõttu, samuti erinevate eeskirjade ja regulatsioonide uuendamist.

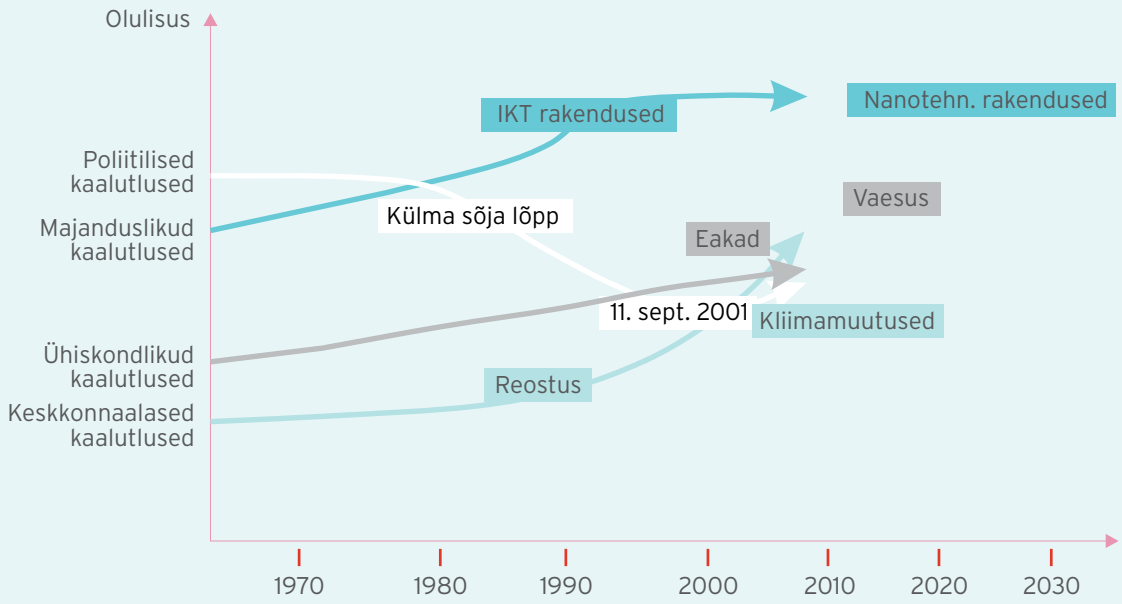
Aasia on meile järjest teravam konkurent.

Külma sõja lõpp ja Nõukogude Liidu kokkuvarisemine tõid kaasa poliitiliste pingete languse. Seetõttu pole ka üllatav, et USA, Lääne-Euroopa ja Jaapani teadus- ja tehnoloogiaarenduse prioriteetides tõusid 1990. aastatel varasematest poliitilistest (eelkõige sõjalistest) eesmärkidest olulisemale kohale selge majandusliku väljundiga teemad. Turgude liberaliseerimine ning IKT kiire areng arenenud riikides on omakorda olnud viimase 10–15 aasta jooksul üleilmastumise ja majandusarengu ühed olulisemaid kandjaid. Nüüdseks on aga küllalt selge, et globaliseerumine ei ole toonud majandusliku heaolu ühtlasemat jagunemist maailmas, pigem vastupidi. Hiina ja India on tõusnud viimastel kümnenditel nii USA-le kui ka Euroopale tugevaks majandus- ja tehnoloogiakonkurendiks. Võitlus vaesusega arengumaades on aga sellele vaatamata rahvusvaheliste organisatsioonide jaoks põhjusega järjest olulisem teema[23] (joonis 8).

22 Vt ka Barry Eichengreen, *The European Economy Since 1945: Coordinated Capitalism and Beyond*, Princeton University Press, 2007.

23 Vt nt *The UN Millenium Development Goals*, http://www.un.org/millenniumgoals/.

Prioriteetide muutus tehnoloogilises arengus vastavalt ühiskondlikele ja majanduslikele väljakutsetele



Joonis 8. Peamised teadus- ja tehnoloogiaprioriteedid arenenud riikides
Allikas: *Emerging science and technology priorities in public research policies in the EU, the US and Japan*, Euroopa Komisjon, märts 2006, 94.

Ida-Euroopa ja Eesti poliitiliste prioriteetide muutumine on olnud viimastel kümnenditel arengutega USA-s ja Lääne-Euroopas üsna hästi sünkroonis. Üleilmastumine ja ägenev majanduskonkurents on tähendanud Kesk- ja Ida-Euroopale uusi investeeringuid. Globaalse jõutasakaalu kaldumine USA-st ja Lääne-Euroopast Aasiasse ei ole seetõttu olnud Ida-Euroopas tajutav läbi nii vahetu ja valuliku konkurentsivõime ja töökohtade kadumise kui see on toimunud Lääne-Euroopas.

Eesti elatustaseme säilitamiseks ja lakanud laenukapitali sissevoolu asendamiseks peab Eesti ekspordi-tulu kahekordistuma.

Kesk- ja Ida-Euroopa majanduskasv on põhinenud „Aasia tiigrite" omast väga erinevatel allikatel. Kagu-Aasia arengut on iseloomustanud suur ekspordipõhine kasv ning üha märgatavam mõjujõud globaalsel turul. Kesk- ja Ida-Euroopa viimaste aastate arengule on pigem omane naaberriikidelt lihtsamate ärifunktsioonide ülevõtmine, vastav regionaalne kaubavahetus ning viimastel aastatel ka ladinaameerikalikult hoogne sisetarbimise põhine kasv. Viimastel aastatel peaasjalikult väliskapitali sissevoolule toetunud kasvu kompenseerimiseks ja elatustaseme säilitamiseks peaks Eesti ekspordi puhastulu kahekordistuma. Praegune globaalne majandussituatsioon viitab aga samas, et lähiaastatel ei osutu isegi Eesti senise ekspordimahu säilitamine kuigi lihtsaks.[24]

24 *Edasi! Raport Riigikogule 2007/2008*, Eesti Arengufond: Tallinn, 2008, 8.

Hiljutise kiire tarbimispõhise kasvu tõttu on Kesk- ja Ida-Euroopa, sealhulgas Eesti, kaotanud paljud oma varasemad, suhteliselt madalatest kuludest tulenenud konkurentsieelised. Koos (tööjõu)kulude kiire kasvuga on ettevõtted sunnitud varasemast enam spetsialiseeruma ning liikuma rahvusvahelises tööjaotuses keerukama tegevuse suunas. Eesti haridus- ja teadussüsteemid ei ole aga suutnud majanduses toimunud struktuursete muutustega piisavalt kiirelt kohaneda. Tööjõuturul on seetõttu tekkinud selge lahknevus olemasolevate ja vajalike teadmiste-oskuste vahel.

Mitmed Eesti senised konkurentsieelised on kadunud ning uusi eeliseid on tekkinud vähe. Seepärast on küsitav, kas ja millal pärast rahvusvaheliste finantsturgude rahunemist hakkab kapital taas Euroopa Liidu uutesse liikmesriikidesse liikuma. Eestis on alanud majanduslikult küllalt keerukas aeg, mis toob kaasa tööpuuduse kasvu ja vajaduse investeerida senisest enam uute töökohtade loomisse. Eesti kui investeeringute sihtriigi atraktiivsuse suurendamiseks on kaks võimalust: kas toetada haridusse, tehnoloogiasse ja aktiivsetesse tööturumeetmetesse tehtavate investeeringutega majanduse restruktureerimist ja sissetulekute suurenemist või vähendada varasema kulueelise taastamiseks tööjõu- jm kulusid.[25]

Eesti valik: kas investeerida majanduse restruktureerimisse või vähendada kulueelise taastamiseks sissetulekuid.

Kui Euroopas langeb tööhõive rahvastiku vananemise tõttu kiiresti juba praegu, siis Eesti tööjõu pakkumine püsib ilma migratsioonita 2015. aastani enam-vähem senisel tasemel, hakates seejärel viimase kümnekonna aasta väikese sündivuse tõttu kiiresti langema. Seda trendi näitab kõige käegakatsutavamalt tõik, et juba 2007. aastast hakkas 16–18-aastaste arv Eestis väga kiiresti vähenema. 2015. aastaks küünib see earühm vaid pooleni 2003. aasta arvust. Lisaks majandustsükli ebasoodsatele mõjudele ja tööpuuduse suurenemisele lähiaastatel hakkab kasvama ka pensioniealiste osakaal rahvastikus, mis toob kaasa sotsiaalkulude jätkuva tõusu. Tervishoiu- ja sotsiaalkulude märkimisväärne kasv inimese kohta võib eeloleval kümnendil tekitada üsna suure vajaduse nii Eesti meditsiini- kui ka sotsiaalsüsteemi ajakohastamise järele.[26]

2001. aasta septembrisündmused USA-s ning edasine areng Euroopas ja Lähis-Idas on seadnud erinevad turvalisuse ja energiavarustusega seotud teemad peaaegu kõikjal maailmas varasemast tähtsamale kohale. Lisaks on viimased kümnendid toonud selgema arusaama inimtegevuse, loodusressursi, kliimamuutuste ja keskkonnahoiu vahelistest seostest. Ka Eesti energeetika vajab korraga mitut suurt investeeringut, mis aitaks parandada energiaefektiivsust, ajakohastada ülekandevõrku ja muuta energiatootmist keskkonnahoidlikumaks.[27] Eesti ja Euroopa Liidu liitumisläbirääkimistel lepiti kokku, et 2015. aastaks tuleb Eestil teha Euroopa keskkonnanõuete täitmiseks väga mahukas investeering Narva elektrijaamadesse.[28]

Toodud väljakutsete lahendamine eeldab hulgaliselt strateegilisi muutusi, mis omakorda toovad vajaduse ja võimaluse uudsete IKT lahenduste kasutuselevõtuks. Eelolev keeruline aeg maailma ja Eesti majanduses osutub seetõttu tõenäoliselt IKT sektori ettevõtetele mõnevõrra lihtsamaks kui teistele majandusharudele. Eesti IKT arengu üks olulisemaid küsimusi on seejuures, mil määral Eesti IKT (teenuse) ettevõtete senine turuorientatsioon nõudluse kasvu dünaamikale vastab ning kui hõlpsasti on ettevõtetel võimalik end vajaduse korral ümber orienteerida.

25 Marek Tiits et al, *Catching up, forging ahead or falling behind? Central & Eastern European development in 1990–2005*, Innovation: The European Journal of Social Science Research, 12, 1, 2008, 65–85; Dieter Ernst, Innovation Offshoring and Asia's 'Upgrading through Innovation' Strategies, East-West Center Working Papers, Economics Series, No. 95, February 2008, http://www.eastwestcenter.org/pubs/2670.

26 Marek Tiits, Rainer Kattel, Tarmo Kalvet, *Made in Estonia*, Balti Uuringute Instituut: Tartu, 2005, 65–66.

27 Eestis jätab looduskeskkonda inimese kohta suuruselt üheksanda jalajälje maailmas. Vt *Living Planet Report 2008*, WWF International, 2008.

28 *Kütuse- ja energiamajanduse pikaajaline riiklik arengukava aastani 2015*, Riigikogu, RTI, 88, 601, 2004.

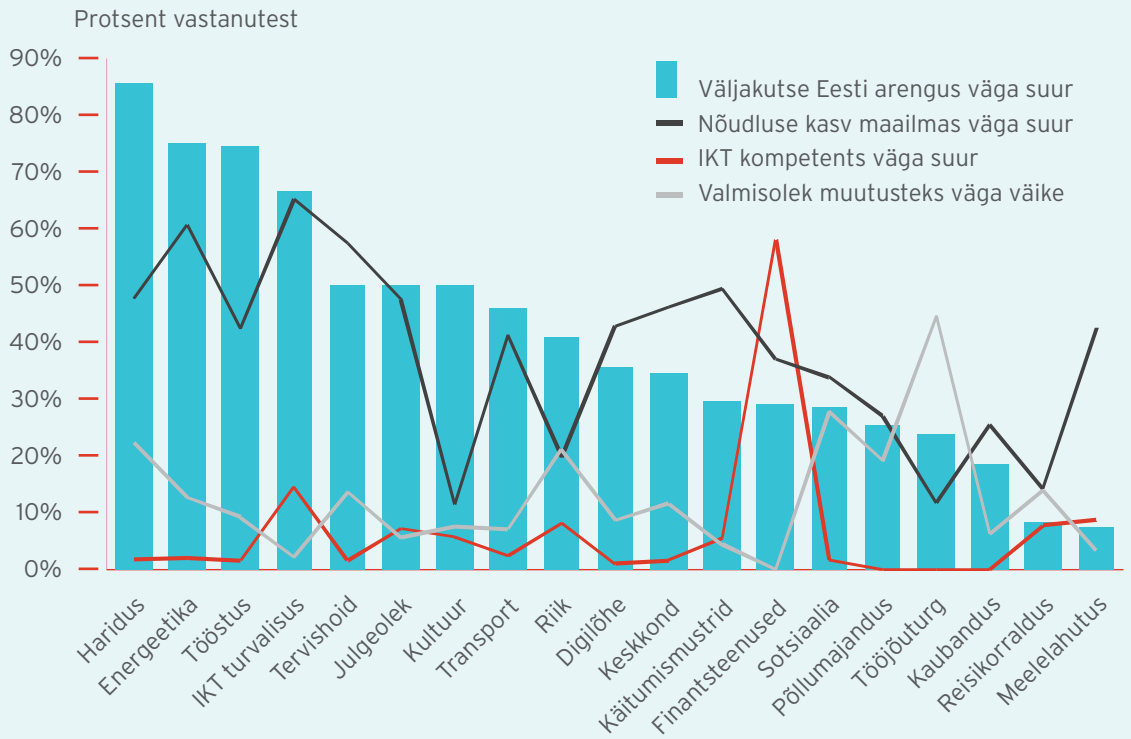
3.2. IKT kasutuselevõtu kuus fookusvaldkonda

Kodumaiste uuenduslikumate lahenduste eelistamine vanas maailmas levinud pangatšekkide süsteemile jmt ning piisava ressursi olemasolu panid möödunud kümnendil Eesti finantssektoris IKT rakendamise alase kompetentsibaasi ülesehitamisele väga tugeva aluse. Eeloleval aastakümnel on Eesti ees uued ühiskondlikud ja majanduslikud väljakutsed, mis tähendavad ühtlasi uusi turge ja arenguvõimalusi erinevatele IKT lahendustele. Senine IKT kasutamine Eestis ei näita seega, millistele valdkondadele on Eestis IKT arendamisel ja kasutuselevõtul järgneval kümnendil mõistlik keskenduda.

Senine IKT kasutamine Eestis ei näita, millistele valdkondadele on järgneval kümnendil mõistlik keskenduda.

2008. aasta septembris korraldatud veebiküsitluses sai Eesti Arengufond 136 eksperdilt hinnangud selle kohta, millised on järgmisel kümnel aastal Eesti olulisemad sotsiaal-majanduslikud väljakutsed. Samuti palusime hinnata, milline on Eesti praegune valdkondlik ja IKT alane võimekus neile väljakutsele vastamiseks, valdkonna valmisolek muutusteks ning vastavate IKT lahenduste nõudluse eeldatav kasv mujal maailmas.

Olulisemad väljakutsed Eesti arengus tähistavad kiiresti kasvavaid turge uutele IKT lahendustele



Joonis 9. Eesti olulisemad väljakutsed 10 aasta plaanis ja Eesti tänane IKT võimekus neis valdkondades
Allikas: *EST_IT@2018 veebiküsitlus*, Eesti Arengufond, 2008.

Küsitluses osalenud ekspertide arvates on Eesti sotsiaal-majanduslike väljakutsete ning IKT ettevõtete senise spetsialiseerumise vahel väga selge ebakõla. Eksperdid tõid olulisemate väljakutsetena esile haridussüsteemi ajakohastamise, tööstuse tootlikkuse suurendamise, energia- ja meditsiinisüsteemi ajakohastamise. Eesti tugevaimad küljed IKT kasutuselevõtul on aga hoopis finantsteenuste valdkonnas ja IKT süsteemide turvalisuse tagamises (joonis 9).

Ühelt poolt võiks tõdeda, et väikeriigis ei olegi võimalik tagada kõikides valdkondades ühtlaselt tugevat IKT süsteemide arendamise võimekust. Teisalt on aga selge, et olulisematele sotsiaal-majanduslikele väljakutsetele vastamiseks peab vähemalt olema valmisolek mujal loodud tehnoloogilisi lahendusi kasutusele võtta. Eesti IKT praegune spetsialiseerumine on kujunenud väga selgelt senise nõudluse järgi.

Väljakujunenud tugevatest külgedest ei tasu kergekäeliselt loobuda, sest seal on Eesti peamine ekspordipotentsiaal. Eeltoodud väljakutsed peegeldavad samas oodatavat muutust Eesti turunõudluses. Eesti IKT kümne aasta arenguprioriteetidena on seetõttu otstarbekas säilitada oma tugevaid külgi ja panustada finantsteenuste ja IKT turvasüsteemide edasiarendamisse, suurendades samas Eesti võimet tulla toime ühiskondlike ja majanduslike väljakutsetega hariduse, tööstuse, energeetika ja meditsiini vallas. Kuna need valdkonnad muutuvad lähikümnendil olulisteks ka mujal (eriti arenenud) maailmas (vt joonis 9), siis lisandub siin Eesti vajaduste rahuldamisele ka võimalus Eesti IKT lahendusi eksportida.

Järgnev IKT kasutuselevõtu võimaluste kirjeldus fookusvaldkondades ei püüa Eesti arengut seal järgneval kümnekonnal aastal ette ennustada. Selle peatüki eesmärk on visandada IKT kasutusvõimalusi ning anda ideid pikemaajaliste IKT kasutuselevõtu plaanide koostamiseks. IKT tegelik rakendamine sõltub kokkuvõttes muidugi ühe või teise fookusvaldkonna valmisolekust muutusteks.

IKT kasutamise fookusvaldkonnad Eestis

Olulisemad ühiskondlikud ja majanduslikud väljakutsed Eesti arengus

Haridus	Õpilaste arvu vähenemine, õppekavade ja majanduse muutuvate vajaduste mittevastavus ning sellest tulenev vajadus haridussüsteemi ajakohastada.
Energeetika	Energiahinna tõusust tulenev vajadus suurendada energiasäästlikkust ja kindlustada Eesti energiavarustus.
Tööstus	Kiirest kulude kasvust ja tööstuse konkurentsivõime nõrgenemisest tulenev vajadus muuta tootmine efektiivsemaks ja keskkonnahoidlikumaks.
Tervishoid	Rahva tervise kehv seisund ja elanikkonna vananemisest tulenev vajadus ajakohastada tervishoiusüsteemi.

Eesti olulisemad tugevused IKT alal

Finantsteenused	Finantsteenuste arendamine läbi IKT võimaluste veelgi laialdasema kasutamise.
IKT turvalisus	Oskus omavahel ühendatud IKT süsteemide laialdasest levikust tulenevaid turvariske maandada.

Allikas: *EST_IT@2018 veebiküsitlus*, Eesti Arengufond, 2008.

Finantsteenused aastal 2018: Jaagu ostlemislaupäev

Jaak ringutab ja haigutab magusalt. Digiabiline Paula on teda mahedal, aga üha nõudlikumal häälel juba kella 10-st alates püüdnud äratada, just nii nagu Jaak tal õhtul teha palus. Jaak on vahel tahtnud Paula päriselt ka kohtamisele kutsuda, aga Paula on selle alati naeruga tagasi lükanud. Digiabilistega on see hull lugu, et need elavad kusagil hajusate infovõrkude sügavustes, aga on samas kogu aeg sinuga ja aimavad läbi kõige erinevamate andurite ja suhtevõrkude iga sinu vajadust ja tuju. Peaks Paulale mingit tüüpi keha tellima, mõtles Jaak...

Jaak sundis oma mõtted eesootavale laupäevale ja füüsilisele ostlemisele. Jaagule tundus, et tema riided on juba liiga rumalaks ja paindumatuks muutunud ning ei suuda enam muutuvate moe- ja sensortrendidega kaasas käia. Ehkki kõike saaks edukalt ka kodust lahkumata osta, leidis Jaak, et elus peavad säilima ka mõned vanemate aegade kombed ja väärtused.

Tõnu Grünberg
EMT arendus- ja tehnoloogiadirektor

Sularaha oli Euroopas juba mitu aastat tagasi käibelt kadunud. Kauplusesse sisenemisel tuvastati võimalike tehingute lihtsustamiseks Jaagu isik. Kuna Jaak ei kandnud hetkel päikese-, kuvari- ega muud otstarbeta moeprille, siis luges pood probleemideta tema silma võrkkesta ja tervitas teda uksel nimepidi. Jaak narris vahel poode, sisenedes sinna silmad kinni või läbitungimatute prillidega. Sellisel juhul teda nimepidi ei tervitatud, aga katki polnud midagi, sest pea iga kaubanäidis oli võimeline ka näpujälje üles võtma. Lisaks oli Jaak, nagu paljud teised kaasaegsed, lasknud endale naha alla paigutada universaalse kiibi, mis on mõne meetri pealt loetav ning tagas mitmed hädaabi- ja sensorfunktsioonid isegi üle maailma. Nahakiibi sensorid olid riietes olevatele hea täiendus.

Kaubavalikuga tutvunud ja mõned uued intelligentsed trenditeadlikud kombinesoonid välja valinud, jättis Jaak ühe uue kehakatte endale selga ning väljus kauplusest. Paula vahendusel oli ta eelnevalt poele teatanud, et maksab krediidis. Kuna tema isik ja seega ka tema krediidireiting oli teada, siis oligi tehing poest väljumisega arveldatud.

Jaak kandis endaga ka kommunikaatorit, mis hoidis ta ühenduses Paulaga ja muidugi ka muu maailmaga läbi ta kuvarprillide, kuularite ning puutetundlike riiete. Oma vabade vahendite või krediidireitingu piires võis ta kommunikaatori abil makseid teha isegi sellistes arhailistes müügi- ja teenindusasutustes üle maailma, kus tema isikut ära tunda ei suudetud. Sellisel juhul tuli tehing kinnitada kommunikaatori kaudu ja isikutuvastus siis taas kas näpujälje, võrkkesta lugemise või soovi korral ka vähemalt kümnekohalise koodi kaudu. Sularaha kadumisest tingitud nostalgiast, mitte niivõrd praktilise vajaduse tõttu, olid kommunikaatorid võimelised endas hoidma ka sinna laetud maksevääртust, mis ei olnud maailma finantsvõrgustikuga reaalajas seotud. Seda võis vaja minna neil harvadel juhtudel, kui näiteks inimene soovis tehingu asukohta ja ulatust esialgu enda teada hoida. Või kui kusagil maa-alustes koobastes ligipääs infovõrgule tõesti puudus.

Jaak ja Paula tegid peale riidepoest lahkumist Jaagu selle kuu maksevahendite kasutamise strateegias kiire revisjoni ning said sellele ka Jaaku teenindavalt finantsnõustamise rakenduselt heakskiidu. Edasi suundus Jaak füüsiliselt tutvuma uute allveeskuutritega. Need on talle tema meeleolude programmeerimise töös tihti abiks olnud. Väga paljud virtuaalreaalsed keskkonnad sisaldavad juba Jaagu programmeeritud positiivseid meeleolusid. Üks tuur allveeskuutril annab sellise positiivse voo emotsioone, et töö lausa lendab käes.

3.3. Finantsteenused

Eesti finantssektoris on viimase 10–15 aastaga välja kujunenud märkimisväärne IKT süsteemide arendamise võimekus.[29] Nii suuremate kommertspankade IKT süsteemid kui ka muud teenused, sh e-maksuamet, m-parkimine jmt on kogunud rahvusvahelist tuntust. Eesti on Põhjamaade kõrval üks aktiivsem e-panganduse kasutaja Euroopas.[30]

Kaubandusega seotud finantsteenuste arengus võib lähiaastatel ette näha sularahata arvelduste (kaardimaksed, m-maksed jmt) osakaalu jätkuvat kasvu. Nõndasamuti toob ettevõtete finantsarvestustarkvara edasine areng kaasa ettevõtete finantsinfosüsteemide jätkuva integreerimise, sh elektrondokumentide (e-arved, e-saatelehed, digitaalselt allkirjastatud maksekorraldused jne) laialdase kasutamise ettevõtete vahelises arvelduses, aga ka suhtluses eraklientidega.

Peaaegu kõigi lepingute digitaalse allkirjastamiseni on mõeldav jõuda umbes 5 aastaga. Ligikaudu samal ajal jõuab ka biomeetria (hääletuvastus telefonipangas, sõrmejäljed jne) tasemele, mis võimaldab seda oluliselt laiemalt kasutusele võtta.

Kaugemas perspektiivis on võimalik jõuda väljaspool pangakaarte ja võrgukeskkonda kasutatava (anonüümse) e-rahani, nt saab e-raha laadida pangakontolt mobiiltelefoni vms seadmele ja selle siis kauba või teenuse müüjale üle anda. Sedalaadi arengu eelduseks on aga terve hulga IKT süsteemide turvalisuse ja usaldatavusega seotud küsimuste lahendamine.

3.4. IKT turvasüsteemid

Täna masskasutuses olevate arvutisüsteemide arhitektuur pärineb suuresti interneti-eelsest ajastust. Just seetõttu pole ei operatsioonisüsteemide ega rakenduste loomisel enamasti arvestatud sellega, et võrku ühendatud anonüümsete kasutajate ja seadmete arvu plahvatusliku kasvuga satuvad IKT süsteemid järjest vaenulikumasse keskkonda. Infosüsteemide keerukus tekitab palju võimalusi sotsiaalsete rünnete abil tundlike andmete, sealhulgas paroolide, PIN-koodide jmt väljapetmiseks.

Maailmas kasvanud sotsiaal-majanduslikud pinged, elektroonilisest kuritegevusest saadavate potentsiaalsete tulude kasvamine ning terrorihirm sunnivad IKT lahenduste usaldatavust ja töökindlust suurendama. Selle hinnaks on paraku anonüümsuse ja privaatsuse vähenemine nii internetis kui ka tänaval kõndides (nt erinevate video- jmt jälgimisseadmete kasutamine pangaautomaatide juures). Samaaegne isikliku vastutuse ja mõistliku privaatsuse tagamine kujuneb selles kontekstis nii IKT süsteemide arendamisel kui ka kasutuselevõtul üheks kriitilisemaks küsimuseks.

Eesti kontekstis võib seetõttu üheks lähiaastate olulisemaks arengusuunaks kujuneda erinevate privaatsust suurendavate tehnoloogiate kasutuselevõtt. Sellise tehnoloogia näiteks on ID-kaardiga seotud OpenID laadne teenus, mis võimaldab küll avalike teenuste (e-post, m-pilet vmt) kasutamisel vajalikku isikutuvastust, kuid kaitseb samas kasutaja identiteeti ja välistab mittevajaliku seose kasutaja isikuandmetega.

29 Erinevates finantsasutustes on aga IKT süsteemide arendajate ja käigushoidjatena hõivatud umbes 600 inimest. Võrdluseks on kogu arvutiteenuste sektoris hõivatud kokku üle 5000 inimese. (tabel 1 lk 21)

30 Norras ja Soomes kasutab e-panganduse võimalusi 3/4, Rootsis ja Taanis 2/3 ja Eestis 1/2 rahvastikust. Euroopas kasutab Interneti-finantsteenuseid keskmiselt kõigest iga kolmas inimene. Vt *Internet access and use in the EU27 in 2008*, Eurostat, detsember 2008.

Haridus aastal 2018: Arno ja Teele kooliteel

Kui Arno end esmaspäeva hommikul Tiigrikooli sisse logis, oli tal uhke eelaimus, et õpetaja on täna just tema üles laetud ülesande kolmanda klassi matemaatika õpitoa harjutustööks välja valinud. Eelmisel nädalal oli virtuaalne matatreener kuulutanud välja ülesannete väljamõtlemise võistluse, kus igaüks pidi näitama oma oskust õpitut eluliste näidetega siduda. Selleks tuli kasutada nii videot kui ka animatsiooni.

Kümneaastane Arno oli terve nädalavahetuse koos isaga nuputanud, millisteks geomeetrilisteks kujunditeks saab muuta nende maja koos kogu sisustusega. Nüüd oli tal valmis video majast ja selle põhjal tehtud animatsioon. Kõige rohkem tegi talle nalja kass Kräu kujutamine ühe suure ja kaheksa väikse silindri, kera ja kahe pisikese püramiidi abil. Arno oli juba ise välja mõelnud kaksteist küsimust oma geomeetrilise maja kirjeldamiseks, 12-aastane õde Teele aga näitas, kuidas arvutis kujunditest pinnalaotusi teha ja selle põhjal veel ülesandeid välja mõelda.

Marju Lauristin
Tartu Ülikooli
emeriitprofessor

Koos oli väga lõbus ülesandeid välja mõelda. Ema oli jälginud perekondlikku geomeetriavaimustust suure huviga. Ta tõi kapist välja suure kunstiraamatu ja näitas keradest, püramiididest ja tahukatest tehtud inimeste pilte. Ta nimetas seda kubismiks. Ehitusfirmas projektijuhina töötav isa sattus Arno ülesandest aga vaimustusse ja näitas, kuidas arvutiga tegelikult maju projekteeritakse. Arno tahab saada ehitusinseneriks nagu isagi. Aga ta ei tea veel, kas tahab ehitada Eestis või kuskil mujal. Võib-olla hoopis Hiinas. Eesti on hakanud viimastel aastatel paljude Hiina firmadega koostööd tegema.

Arnole meeldib väga aine „Maailm minu ümber", mida õde Teele õpib. Teele valmistub parajasti koos sõpradega virtuaalseks õpireisiks Hiinasse. Sealne ehituskunst on Arno jaoks tõeline avastus oma suure Hiina müüri, Salajase linna templite ja moodsate pilvelõhkujatega. Teele oli kogunud suure hulga videoid ja pilte ning otsinud nende kohta Hiina-teemalistest dokfilmidest ja raamatutest selgitusi.

Hiina keele õpingutest, mida Teele alustas Tiigrikooli õpitoas kaks aastat tagasi, oli palju abi. Tänu sellele oli ta saanud luua võrgus kontakte ka Hiina lastega. Hiina-reisi ettevalmistamisega oli Teelel aega veel kevadeni tegeleda. Töötoas plaanitava ümbermaailmareisi ettevalmistused algasid kodule lähemalt ning järgmisel nädalal pidid oma tööd esitlema need, kes olid valinud reisisihiks Soome. Arno oli küll arvanud, et see on väga lihtne, sest eestlased ja soomlased on ju peaaegu sama rahvas. Teele ütles aga, et Soome tiim oli avastanud palju asju, mis on Soomes teisti kui Eestis. Soome tiimi lapsed olid jõudnud ühe Soome klassiga kokkuleppele, et korraldavad ühise virtuaalse paadimatka Eesti ja Soome järvedel.

Õpetaja, kes on virtuaalne Rännujuht, oli soovitanud kõikidel tiimidel alustada videoga sellest, mida igaüks juba oma valitud maast arvab, ning alles siis hakata otsima, mis on tegelikult hoopis teisti. Ta nimetas seda stereotüüpide lõhkumiseks. Õpetaja rääkis, et ise oli ta esimest korda sellise stereotüüpide murdmise kogemuse saanud tudengina, kui ta osales Paabeli-nimelises võrguprojektis. Siis ei olnudki veel igal õppuril oma sülearvutit ega mobiili, istuti koos ülikooli arvutiklassis, ühendused olid väga aeglased, ei olnud loodud isegi veel skaipi ega second life'i. Internetis sai suhelda vaid teksti tippides.

jätkub lk 40

Eesti väga hästi arenenud ID-kaardi infrastruktuurist rääkides on üks olulisemaid teemasid Eesti ID-kaardi kogemuse levitamine maailmas ning aktiivne osalemine e-identiteedi riikidevahelise ristkasutatavuse alases standardimistöös.

Koos süsteemide keerukuse kasvuga suurenevad samal ajal riskid, mis on seotud nii süsteemides endas paratamatult sisalduvate vigadega kui ka pahavara levikust tulenevate talitlustõrgetega. Infosüsteemide kvantitatiivse riskihalduse metoodika arendamine piisavale tasemele aitab IKT süsteemidest tulenevaid riske kindlustada. Tõestusega sertifitseeritav programmikood või tehisintellekt, mis ennustab rünnakuid ja suudab neid tõrjuda, vajab siiski enne laiemasse kasutusse jõudmist vajalikuks arenguks vähemalt viis aastat.

3.5. Haridus

IKT laialdasem kasutamine hariduses võimaldab õpetamist enam diferentseerida, õppuri huvidele ja võimetele vastavaks ning nauditavamaks muuta. Nii näiteks saab anda andekamatele enam ja raskemaid ülesandeid; teistele mõne teema omandamiseks veel lisaharjutusi vms. Samal ajal võimaldab IKT ka haridussüsteemi töökorraldust efektiivsemaks muuta.

Kuna moodsate IKT vahenditega läbi viidavas õppes ei pea õppijad ja juhendaja ilmtingimata samas füüsilises ruumis viibima, siis avab traditsioonilise ja e-õppe aktiivsem kombineerimine (ingl k *blended learning*) kvalitatiivselt täiesti uue perspektiivi. Andekas õppur ei pruugi enam tingimata olla seotud kohaliku kooliga ja võib omandada teadmisi hoopis mujalt. Kogu haridussüsteem avaneb üha enam spetsialiseerumisele ja konkurentsile.

Koolide vaheliste ühiste õppeprogrammide arendamine võimaldab parandada pakutava hariduse kvaliteeti. Eriti oluline on see kõrghariduses, sest väheneva rahvastikuga Eesti ei suuda paratamatult kõiki erialasid parimal rahvusvahelisel tasemel ülal pidada. See tähendab, et Eesti kõrghariduse arendamisel tuleb lähtuda spetsialiseerumisest ja konkurentsist Läänemere-piirkonnas. Eesti haridussüsteemi ajakohastamisel muutub väga oluliseks õppijate ja õppejõudude vahetus, sh IKT vahendite kasutamine heade välisõppejõudude ja välistudengite kaasamisel. Nõndasamuti on väga tähtis paindlikkus õpiaja ja -koha valimisel – näiteks on see mõjukas tegur muu töö kõrvalt täiendõppes käijatele.

Keskse e-õppe keskkonna loomine, mis ühendab kõik õppijale või õpetajale vajalikud teenused, ei ole IKT nüüdsete võimaluste juures tehnoloogiliselt eriti keeruline. E-õppe laiema kasutuselevõtu kiirus ja ulatus Eestis sõltub hoopis olulisemal määral erinevate haldus- ja õigusküsimuste lahendamisest ning e-õppe alaste teadmiste ja oskuste levikust.[31] Spetsiaalsete elektrooniliste õppematerjalide (sh aktiivõppe vahendite, e-töövihikute jne) loomine on aeganõudev, kuid tahtmise korral võib ka selles 3–5 aastaga edu saavutada.

Hariduskorralduses tekib juurde võimalus valida mingi ainekursuse läbimiseks õppeasutust. See omakorda tingib vajaduse juurutada koolist kooli kaasa liikuv (rahvusvaheliselt ühilduv) e-matrikkel, mis näitab isikustatud õppekava läbimise seisu. Hariduse haldusinfosüsteemide integreerimine pakub hulgaliselt teisigi haridussüsteemi töökorralduse tõhustamise võimalusi, mille näiteks on juba kasutusel olev e-päevik.

31 Rootsis on astutud haridussüsteemi, sh hariduse majandusmudeli ajakohastamiseks küllalt tähelepanuväärseid samme. Vt nt *The Swedish Model*, The Economist, 12. juuni 2008.

Marju Lauristin haridusest, algus lk 38

See aeg tundub Arnole ja Teelele niisama kauge ja arusaamatu nagu „Kevade" lood krihvli ja tahvliga õppimisest. Oma sülearvutiga üle-eestilises virtuaalses Tiigrikoolis käimine on neile muutunud sama igapäevaseks nagu kodustel Haanjamaa teedel jalgrattaga sõitmine.

Tiigrikool alustas õpilaste registreerimist just siis, kui Teele läks esimesse klassi. Üks Tiigrikooli algatajaid oli kohaliku põhikooli loodusloo õpetaja, kelle Eesti loodust tutvustavad virtuaalsed õpperajad on saanud populaarseks nii õpilaste kui ka Eesti loodussõprade hulgas.

Ema ja isa olid seetõttu leidnud, et tüdrukule hea hariduse andmiseks ei ole vaja maalt linna kolida. Ema pidas Tiigrikooli eeliseks maakoolis muidu kättesaamatut mitme võõrkeele õpet. Tiigrikooli kultuuri ja ajaloo õppemoodul, mille sisu olid aidanud luua Tartu ülikool ja kirjandusmuuseum, andis õpilastele tavakoolist hoopis laiema silmaringi. Isa aga leidis pärast matemaatika ja tehnika õppemoodulite uurimist, et need loovad juba algkoolis nii hea aluse, et mõni lastest võib tulevikus seada sammud ka tehnikaülikooli.

Kuna suur osa virtuaalkooli tööst tehakse kodus iseseisvalt, siis jääb lastel hoopis rohkem aega spordiks ja muudeks harrastusteks. Arno otsustaski minna kodu lähedale Haanjasse suusakooli. Teele aga on suur rahvakunsti fänn, temale sobis rohkem Rõuges tegutsev käsitöö- ja folkloorikool. Virtuaalkoolis aitab rahvakultuuri õpetada Eesti Rahva Muuseum, kes on juba pea kõik oma kollektsioonid digikujul kättesaadavaks teinud.

Tiigrikool ei tähenda ainult virtuaalmaailmas viibimist. Arnol ja Teelel on võimalik alati ka oma koolis individuaalset nõu küsida. Samuti toimuvad kord nädalas mõnes piirkonnakoolis rühmatunnid. Seal arutatakse koos virtuaalkoolis õppides tekkinud probleeme ja teemasid. Need arutelud on toredad selle poolest, et neis osalevad ka vanemad õpilased ning nii mõnigi kord ka lastevanemad.

Neli korda aastas aga kogunevad Tiigripojad, nende vanemad ja õpetajad mitmel pool üle Eesti toimuvatesse temaatilistesse laagritesse, kus omavahelistes aruteludes, koos muusikat tehes ja sportides nähakse üksteist ja oma virtuaaltreenereid (kellest paljud ise alles ülikoolis õpivad) ka päriselus. Laagrites võib näha ringi liikumas ja aruteludes osalemas ka Tiigrihüppe esimese laine gurusid – alates Tiigrihüppe idee algatajast, ikka veel kikilipsu kandvast kunagisest presidendist, ja lõpetades Tiigrikooli asutaja ja juhataja, legendaarse Suure Krihvliga.

Arno ja Teele vanemad on virtuaalkooliga väga rahul. Nad leiavad, et õpivad koos lastega ka ise iga päev midagi uut. Lastele meeldib aga väga võtta endale õpetaja roll. Sajanditevanused eraldavad seinad õpetajate ja õpilaste, kooli ja kodu, linna ja maa vahel on ammu kadunud. Virtuaalkool on muutunud kogu pere suhtluspaigaks. Tore on ka see, et lapsed saavad sõbrustada nii kohalike kaaslastega kui ka omavanustega hoopis kaugemalt. Virtuaalkoolis on lapsi eri paikadest ja isegi eri rahvustest. On ka neid, kes elavad koos vanematega hoopis Soomes, Ameerikas, Venemaal või Hiinas.

Võrguõpe on saanud Eesti haridussüsteemi loomulikuks osaks. Seda reguleerib pärast ägedaid vaidlusi 2012. aastal vastu võetud virtuaalkooli seadus. Tiigrikooli algastmes õpib üle viie tuhande lapse. Vanemates klassides läbib aga nii progümnaasiumi- kui ka gümnaasiumiastmes mitukümmend tuhat õpilast osa õppetsükleid virtuaalkoolis. Kõik riigieksamid toimuvad alates 2010. aastast niikuinii üle-eestilises võrgukeskkonnas. Virtuaalõppe ulatusest aimu saamiseks tuleb juurde lisada üliõpilased, kes läbivad osa oma õppekavast virtuaalülikoolides, ning need täiskasvanud, kes kasutavad virtuaalõpet enesetäiendamiseks.

Mis aga kõige tähtsam – virtuaalkooli õppekava lähtub õppija võimetest ja huvidest ning on ajaliselt paindlik. Õpilased, vanemad ja õpetajad naudivad oma õpinguid ja rõõmustavad loominguliste meeskonnasuhete üle.

3.6. Tööstus

Tööstuse tootlikkuse tõstmisel on selgelt eristatavad kaks erinevat, teineteist täiendavat tegevussuunda, millest mõlema puhul kannab IKT väga tähtsat rolli.

IKT abil rikastatud „targad tooted"

IKT süsteemide jätkuv jõudluse kasv, pisenemine ja laialdane levik võimaldab paljudes tööstusharudes luua uusi, varasemast paremaid tooteid, mis annavad nende loojale turul olulise eelise ning võimaldavad küsida ka kõrgemat hinda. Autotööstuses, masinaehituses jt tööstusharudes moodustab juba praegu küllalt olulise osa tootearendusest IKT alane arendustegevus. Samas on järjest enam IT-ga rikastatud tooteid sündimas ka märksa traditsioonilisemates valdkondades – tekstiili- ja rõivatööstuses, paberitööstuses ja mujal.

Töö konkreetsete tooteideedega on pigem ettevõtjate kui analüütikute pärusmaa, kuid vananeva rahvastiku ja vähenevate töökätega Euroopas võib näiteks Eesti võimaluseks olla robotisüsteemide arendamine, millest saab lähemal ajal eeldatavalt üks suurema kasvupotentsiaaliga tööstusharusid. Sel juhul tuleb Eestil selles valdkonnas ühendada oma tugevad küljed IKT-s ja masinatööstuses, sensorite arendamisel, materjalitehnoloogias, psühholoogias jmt.

Nutikamad tootmisprotsessid ja osavam tarneahela juhtimine

Paralleelselt toodete täiustamisega pakub IKT laialdaselt võimalusi tootlikkuse suurendamiseks. Seda saab teha tootmise järjest nutikama korraldamise, sh ressursi planeerimise, tootmise jätkuva automatiseerimise, kvaliteedisüsteemide tõhustamise jms kaudu. Koos sellega kasvab ka vajadus kvaliteetsete toetavate teenuste järele, sh finantsteenused, disain, turundus, aga ka erinevate tootmise planeerimise, uute seadmete kasutuselevõtu ja hooldusega seotud tugifunktsioonide järele..

Jätkuva üleilmastumise, ettevõtete järjest suurema spetsialiseerumise ning tarneahela kasvava killustumise tingimustes muutub samuti järjest tähtsamaks tarneahelate juhtimine ning erinevates riikides asuvate ettevõtete tootmis- ja logistikasüsteemide integreerimine. Eestil on selles kontekstis näiteks võimaluseks hakata välja töötama erinevaid logistika- ja turvalahenduste kokkupuutealadele jäävaid telemeetria lahendusi nagu transpordi juhtimise süsteemid, konteinersaadetiste asukoha ja keskkonnatingimuste jälgimise süsteemid vmt.

Tootmise juhtimise tarkvara ja erinevaid ressursioptimeerimise süsteeme on võimalik kasutusele võtta küllalt kiiresti. Eestil on samuti firmadevahelise e-kaubanduse (ingl *business-to-business,* B2B) lao- ja ärikeskkondade arendamisel häid kogemusi. Tootmise juhtimise süsteemide arendamisel ja juurutamisel on samas Eesti IKT kompetentsibaas suhteliselt tagasihoidlik.

Eesti tööstuse tootlikkuse suurendamine sõltub pikemas plaanis peamiselt ettevõtete suutlikkusest võita endale rahvusvahelises väärtusahelas soodsam positsioon. Turunõudluse ja konkurentsi dünaamika on samas eri tööstusharudes väga erinev – näiteks mõnes tööstusharus on ülekaalus seadmete tootjad, mõnes teises hoopis turunduskanaleid kontrollivad kaubandusettevõtted. Seetõttu tuleb ka tööstuses IKT kasutamisest rääkides väga selgelt tööstusharude eripäradega arvestada.

Tööstus aastal 2018: lugu tööstusjuhist ja vabrikuvalvurist

Tööle sõites meenub Tõnnile alati üks habemega anekdoot. 2000-ndail tehti nalja, et tuleviku vabrikus on tööl ainult valvur ja tema koer. Valvur hoiab sissetungijad eemal. Koer on selleks, et valvurit hammustada, kui too hakkab tsehhis mõnda masinat näppima - ta võib midagi täielikult automatiseeritud tootmises vussi ajada.

Tõnni tee viib mööda Eesti moodsaimatest tööstustsehhidest, kümnekonnast kõrvutiseisvast „pimedast vabrikust". Need on võrgustatud, robotite ja andurite põhised mehitamata tootmisüksused. Tsehhides tehakse tehniliselt keerukat, aga siiski standardset koostetööd. Seda jälgivad ja suunavad ikka luust ja lihast inimesed. Nende töökoht on eemal kontorilaua taga ja tsehhis käivad nad vaid roboteid ringi tõstmas, kui liine ümber seatakse.

Tõnn on keskmise suurusega tööstusettevõtte juht. Täna on tal tahtmine teha vajalikud nõupidamised päriskontoris, sest ta peab oluliseks aeg-ajalt alluvatele oma nägu näidata.

Siim Sikkut
Eesti Arengufondi majanduseksper, Tööstusvedurid 2018 seire juht

Esimesena arutatakse uue tootmisüksuse rajamist. Projekteerijail on valminud uue tsehhi mudel. Kogu tootmine on palju kordi virtuaalselt läbi mängitud ja seda esitletakse nüüd.

Et osa projekteerijaid on Saksamaalt, kasutatakse 3D videokonverentsi. Kõik panevad pähe eriprillid ja sisenevad virtuaalreaalsuses projekteerimiskeskkonda, kus nad saavad mööda tsehhi ringi „jalutada". Nad arutavad, kuidas tootmisliine tõhusalt paigutada ja ladustamist korraldada ning kuidas kasutada energiat võimalikult hästi ära.

Tõnn on rahul, et kogu tootmine on kavandatud isereguleerivana ning et kvaliteedisüsteem on automatiseeritud. Kui midagi läheb liinil viltu, korrigeerivad masinad ise oma tegevust ning parandavad vea või suunavad vigase toote praaki. Lisaks suudavad nad tehisintellekti abil tehtust õppida, et vältida sama vea kordamist.

Koosolekul otsustatakse kopp maasse lüüa. Ehitaja on valmis ja toode ka. Järgmine nõupidamine ongi tootearenduse teemal. Selle nimel on viie riigi arendusettevõtetest moodustatud meeskond kolm kuud tööd teinud. Uue toote koodnimi on Imemasin. Selles targa pakendi sisse pandud nutikas tootes on andurid ja muud IT-vidinad, mille toimimisest Tõnn päris lõpuni aru ei saa. Tema jaoks on oluline teada, kuidas Imemasinaga äri teha.

Tänasel koosolekul vaadatakse üle toote lõppmudel, mille trükisoe prototüüp on äsja 3D printerist Tõnni ette lauale jõudnud. Toode on tõesti valmis. Nüüd on aeg hakata mõtlema müügiarendusele ja lisateenuste väljatöötamisele, kust tuleb põhitulu. Selleks peab Tõnn päeva viimase nõupidamise turundustiimi ja rahvusvahelise müügiagentide võrgustikuga. Küberruumis tunduvad nad kõik nagu ühes toas istuvat.

Tõnn toob välja oma plaani viia ettevõte lõplikult üle kliendi tellimise põhistele tarnetele, mida on just-in-time-tarnete kõrval pikalt katsetatud. Juba mitu aastat tagasi said erinevad IT-süsteemid ja -platvormid viimaks koostoimivaks. Sellega sai integreerida tarneahelad. Enam ei ole vaja nõudlust ennustada, asju ette tellida ja lattu toota. Kui tellija annab tellimuse sisse, on kogu ahela ettevõtetel kohe oma osa ees ja töös. Tarnespetsialistid ei pea enam asju uuesti sisestama, tellima ega vahendama. Ka veoettevõtted panevad end silmapilguga valmis.

Tänased kohtumised on ühel pool. Tõnn räägib veel noore praktikandiga, meenutades, kuidas kümne aasta eest põlati tööstuses töötamist kui rasket ja õlist tegevust. Nüüd alluvad talle valdavalt triiksärkides ja teksapükstes IT-spetsialistid. Isegi vähesed tsehhi jäänud töötajad on rohkem IT-spetsialistid kui keskmine „patsiga poiss" vanasti.

Kui Tõnn päeva lõpul koju sõidab, teeb valvur Volli koos koer Kutsaga „pimedate vabrikute" kvartalis parasjagu oma tavapärast õhtust ringkäiku.

3.7. Energeetika

Eesti ressursivarustusega seoses tõusid IKT arenguseire intervjuude käigus esile erinevad energiavarustuse tagamise ning energia säästlikuma kasutamisega seotud teemad. Nii näiteks suureneb taastuvenergia (tuuleenergia, päikesepatareid jmt) intensiivsema kasutuselevõtuga seoses vajadus uute energia tootmise ja jaotusvõrkude juhtimise infosüsteemide järele.

Arvestite kauglugemissüsteemi hoogsam kasutuselevõtmine on energiasüsteemi kadude vähendamisel üks esimesi samme, mis loob ühtlasi võimaluse elektrivõrgu seireks ja teenuse kvaliteedi kontrolliks tarbija tasandil (katkestused, pingeprobleemid vmt). Jaotusvõrgu alajaamade ja lahklülitite varustamine järelvalve- ja andmeedastussüsteemidega (ingl SCADA, *Supervisory Control And Data Acquisition*) vähendab samas rikete ulatust ja likvideerimise aega.

Eesti energiaturu liberaliseerimisega arvestades muutub oluliseks mikrojõujaamade juhtimisvõrgu väljatöötamine, vastavate seosmoodulite loomine genereerimisüksuste juurde ja klientidele elektritootjate valikuks mugava energia ostukeskkonna kujundamine. Põhivõrgu juhtimiskeskuste tehniline valmisolek pakub samas võimalust liituda üleeuroopalise energiavõrguga.

Energiakasutus aastal 2018: Krõõda pere on teel koju

Krõõt astub rahulolevalt kontori uksest välja ning suundub parklas ootava elektriauto poole. Tema mõtted on juba kodus...

Päeval oli üsna tugev lumesadu. Autosse istunud, heidab Krõõt seetõttu pilgu Sõidusemu ekraanile ning leiab sealt koduteed puudutava värske liiklusinfo. Suurem lumi on juba ära koristatud ning eelmisel aastal paigaldatud maaküte on tee pealt ka jää ära sulatanud, nii et koduteel paistab liikluses kõik sujuvat. Kodu sätib oma kütterežiimi ise parajaks vastavalt pererahva oodatavale saabumisajale. Täna tulevad veel sõbrad sauna. Krõõt lülitab Sõidusemu abil aegsasti ka sauna kütte sisse ning seab köögiahju õhtusöögi valmistamiseks sooja.

Nüüd veel laps päevakodust. Sõidusemu saadab hoidjale teate, et Krõõt jõuab 7 minuti pärast. Rübliku üles korjanud, pöörab Krõõt veerand tundi hiljem auto kodu ette. Automaatika on auto juba ära tundnud, garaaži uks avaneb vaiksel surinal. Järk-järgult lülitub kõikides vajalikes ruumides ka valgustus sisse. Audese ultramoodsast lampvõimendiga muusikakeskusest kostub *Next Generation*i parimate lugude kogumik, mille kuulamine Krõõdal autos pooleli jäi.

Köögis teatab SmartPost-i külmpostkast Krõõdale, et kuller tõi kogu vajaliku toidukraami päeval kenasti kohale. Hommikul kohvi juues oli mahti vaadata üle külmiku Köögiabi portaali poolt välja pakutud menüüvalikud ning sisestada tellimused. Tõesti, väga mugavaks on viimastel aastatel elu läinud. Kuna kõikide toiduainete pakendid on nüüd suhtlemisvõimelised, siis vaatas Köögiabi vastavalt menüüsoovile kodused varud üle ning tellis Rae talust puuduvat kraami juurde.

Kristi Hakkaja
Telemaatikafirma Oskando juhataja, Ambient Sound Investment investeeingute haldur

Abikaasa Uku skaibib, et Rail Baltica üheröömeline maglev rong väljus just äsja Riiast ning jõuab Tallinna vähem kui poole tunni pärast. Peatselt on pere koos ja külla oodatud vanade sõprade vastu võtmiseks valmis.

Tervishoid aastal 2018: terviseteadliku Martini rõõmud ja mured

45-aastane Martin on parajasti tõusnud ja istunud hommikusöögi laua taha. Eelmisel õhtul oli ta sõpradega pidutsemas ja nüüd on tal kerge hirm.

Paar viimast kuud on Martin olnud väga tubli. Ta on käinud korrapäraselt kepikõndi tegemas ja alandanud kehakaalu viie kilo võrra. Samuti ei ole ta ülemääraselt alkoholi tarbinud. Enda arvates pidutses ta eelmisel õhtul mõõdukalt. Sellele vaatamata kardab ta nüüd, et läks liiale ja teda ootab ebameeldiv üllatus.

Nagu iga teinegi kodanik, on temagi alustanud oma päeva vannitoast. Martini tualetis on kasutusel eelmisel aastal müügile saabunud WC-pott, mis määrab kehakaalu ja rasvaprotsenti, mõõdab vererõhku ning analüüsib uriini koostist. Martin osaleb programmis „Tahan olla terve". Tema terviseandmed edastatakse automaatselt keskserverisse, mis analüüsib programmis osalevate inimeste näitajate muutusi ja edastab vajaduse korral perearstile ohusignaali.

Madis Tiik
E-tervise sihtasutuse juhatuse liige

Alanud aastast on ette nähtud 2% tulumaksusoodustus neile „Tahan olla terve" programmiga liitunutele, kes on suutnud personaalse riskitabeli alusel arvutatud riske vähendada. Hea tervis tähendab seega lisaks heale enesetundele ka otseseid majanduslikke hüvesid!

Mõne tunni pärast saabubki kurjakuulutav sõnum. Martinil palutakse minna läheduses asuva supermarketi tervisekontrolli automaadi juurde. Igale programmis osalejale on paigutatud naha alla väike riisitera suurune andur, mis edastab raadiosignaali. Süsteem on tuvastanud Martini asukoha ja leidnud tema kalendrist sobiliku aja tervisekontrolliks. Lõuna ajal astubki Martin tervisekontrolli automaadi juurest läbi. Automaat tervitab Martinit nimepidi ja palub tal asetada käe vereproovi võtmiseks mõeldud kohta.

Pärastlõunal saab Martin sõnumi oma Indias paiknevalt perearstilt, kes juhib Martini tähelepanu kõrgenenud veresuhkru väärtusele ning lisab juurde soovitava dieedi lähinädalateks. Veresuhkru väärtused on Martinile juba pikemat aega muret valmistanud, ka tema suhkruhaiguse riskikoefitsienti on mitu korda muudetud. Seni on piisanud dieedi korrigeerimisest ja füüsilise aktiivsuse lisamisest, et veresuhkru väärtused normi saada. Eelmisel nädalal võeti siiski vereproovid, et koostada Martini geenikaardi põhjal uus riskianalüüs.

Riskianalüüside tegemiseks kasutatakse uut *Global Health Assistant* nimelist andmebaaside võrku, kuhu on kogutud kolme miljardi inimese anonüümsed terviseandmed. Selles andmebaasis sisalduvad Eesti elanike andmed on ühtlasi üks tähtsamaid aluseid Eesti tervishoiuteenuste planeerimisel.

Eesti IKT ettevõtete võimalused on eeldatavalt kõige suuremad erinevate energiasäästusüsteemide, sh targa maja lahendustes, mis arvestavad kütteseadmete häälestamisel meteoroloogia andmete ja inimese ruumisviibimise ja käitumisega. Järjest kättesaadavamaks muutub kodude energiatarbe kaugjälgimine ja juhtimine, nt maa- ning õhksoojuspumpade ohjamine mobiilside vahendusel jms.

Hajutatud jaotusvõrkude haldussüsteemi arenedes saab energiatootmist tõhusamalt koordineerida, sh optimeerida rafineeritud põlevkiviõli toodetel töötavate gaasturbiinide ja tuulikute koostööd. Üha enam tuleb kasutusele kohapeal toodetud ja „koostoodetud" energia, mida pakuvad näiteks „targast majast" elektrienergia võrku tagasipumpamist võimaldavad lahendused. Pikemas plaanis annab see võimaluse muuta elektrienergia müügihind võrgu tarbimiskoormuse põhiseks: tarbimise ja võrgu koormatuse kasvades hind tõuseb ja vastupidi.

3.8. Tervishoid

Tervishoiu- ja sotsiaalteenused on demograafiliste trendidega arvestades „vanas maailmas" üks avaliku sektori kiiremini kasvavaid kuluartikleid. Nii on ka Eestis vaja mõelda, kuidas tõhustada tervishoiuteenuste pakkumist. Eestit ees ootav e-terviseloo kasutuselevõtt lihtsustab terviseandmete kättesaadavust erinevates meditsiiniasutustes. Samas loob see ka soodsa võimaluse erinevate telemeditsiini süsteemide arendamiseks ja kasutuselevõtuks.

Eeldatavalt on isikustatud kaugjälgimissüsteemid (*a la* doc@Home) ja muud eakate ja krooniliste haigete eest hoolitsemise lahendused (vanurihooldusrobotid jms) keskpikas perspektiivis Lääne-Euroopas, USA-s, Jaapanis ja Austraalias üks kiiremini kasvavaid IKT turusegmente. Lääne-Euroopa sotsiaalsüsteem on seejuures üks rahakamaid maailmas. Mujal maailmas ei anna rahvastiku vanuselise struktuuri tõttu plahvatuslikult kasvavad sotsiaalkulud nii tugevat ajendit tervishoiu valdkonnas IKT lahenduste abil kokkuhoiuvõimalusi otsida.

Keskpikas plaanis võib näha erinevate võrku ühendatud esmase tervisekontrolli seadmete ja personaliseeritud tervishoiu-veebiteenuste teket. Otse patsiendiga suhtlevate IKT süsteemide arendamine annab omakorda täiendava tõuke erinevate diagnostika- ja ekspertsüsteemide, laborite infosüsteemide jm taustal toimivate haldussüsteemide edasiarendamiseks. Viie ja enama aasta pärast võib selles tegevussuunas oodata erinevate kodukasutuseks mõeldud, terviseseisundit kontrollivate poolautomaatsete analüsaatorite (sh personaalsete kantavate seadmete, ingl *wearable electronics*) laialdasemat levikut.

Erinevad maailma riigid on asunud aktiivselt koguma inimeste genoomiinfot, et siis seda uute ravimite väljatöötamisel kasutada. Genoomiinfo analüüsimine on väga arvutusmahukas ja aeganõudev. Geenipanka talletatud teabest ja patsiendi terviseinfost lähtuvate personaalsete ravimite turulejõudmine jääb seetõttu siiski veel kaugesse tulevikku.

Mitmes meditsiini- ja sotsiaalvaldkonna nišis on erinevate eksporditavate kliendikesksete (ingl *front-end)* standardlahenduste väljatöötamine lihtsam kui mõnes teises avalike teenuste valdkonnas, turule sisenemine on aga üsna raske. Näiteks on pole meditsiiniseadmete tüübikinnituste hankimine kuigi lihtne.

4. Peamised tegevussuunad edasiseks

- IKT potentsiaal Eesti majanduse restruktureerimist ja avaliku sektori kaasajastamist toetada on väga suur.
- Selleks, et Eestis jätkuks tarkust IKT kasutamiseks ja arendamiseks, tuleb Eestisse tuua vähemalt 5–6 maailmatasemel professorit ja viia IKT kõrgharidus tugevale rahvusvahelisele tasemele.
- Tootearenduse ja ekspordi toetamiseks tuleb Eestis käivitada kvaliteetne rahvusvahelise tehnoloogia- ja ärijuhtimise koolitus.
- Hariduses, tervishoius, tööstuses, energeetikas, finantsteenustes ning IKT turvasüsteemides tuleb luua pikemaajalised IKT kasutuselevõtu teekaardid.

4.1. Kriitilised edutegurid

Eesti majanduskasvu järsk pidurdumine sunnib nii avalikku kui ka erasektorit kõvasti kulusid kärpima. Majanduslik surutis võimendab samas Eesti majanduse ümberstruktureerimise vajadust.[32] Näitasime eespool, et info- ja kommunikatsioonitehnoloogial on väga suur potentsiaal majanduse ümberstruktureerimist toetada (2. peatükk). Eesti IKT arenguseires määratleti kuus fookusvaldkonda, kus on vajadus IKT kasutuselevõtuks ja potentsiaalne sellest saadav kasu suurim (3. peatükk).

See, kui tulemuslikult Eesti suudab IKT potentsiaali majandusele uue hoo andmiseks ära kasutada, sõltub peamiselt tehnoloogia tundmisest ja oskusest seda mõistlikult kasutusele võtta. Eesti IKT kompetentsitase on nii pakutava tööjõu hulga kui ka kvaliteedi poolest liiga madal. Autoriteetse uuringufirma IDC andmetel on Eestis puudu vähemalt 500 andmesidevõrkude spetsialisti. Kui arvestada, et IDC uuring katab vaid väikese osa IKT erialade spektrist, siis on Eestis kokku puudu tuhandeid kvalifitseeritud IKT spetsialiste.[33]

IKT potentsiaal on suur, kuid meil napib selle ära kasutamiseks vajalikku tehnoloogia tundmist ja juhtimisoskusi.

Eesti on mitmes uues IKT arengusuunas juhtivatest riikidest maha jäämas. Meie IKT kompetentsibaasi tuleb seepärast oluliselt tugevdada (1. peatükk). Kuna Eestis pakutav IKT kõrgharidus ei ole andekamate õppurite jaoks piisavalt atraktiivne, siis ei tasu ka loota kvalifitseeritud noorte spetsialistide märkimisväärset juurdevoolu.[34]

Riigikontrolör Mihkel Oviir:

„Millises imelises riigis saab matemaatikas nõrk, et mitte öelda loll mõnele ülikooli tehnikaerialale sisse isegi siis, kui tema matemaatika riigieksam on sooritatud 20 punktile 100-st?"

VASTUS: Venekeelne arvuti- ja süsteemitehnika Tallinna Tehnikaülikoolis 2006/2007. õa.[35]

Lisaks langeb Eesti koolilõpetajate arv 2015. aastaks pooleni 2003. aasta tasemest. Tulevaste tudengite arvu järsk vähenemine raskendab omakorda kõrghariduse taseme hoidmist. Pikemas plaanis põhjustab see veelgi teravama kvalifitseeritud IKT tööjõu puuduse. Eesti IKT ainus võimalus on enam IKT spetsialiste sisse tuua ja viia IKT kõrgharidus kiiresti rahvusvaheliselt atraktiivsele tasemele.

32 Urmas Varblane et al, Eesti majanduse konkurentsivõime hetkeseis ja tulevikuväljavaated, Eesti fookuses 1/2008, Eesti Arengufond: Tallinn, 2008.

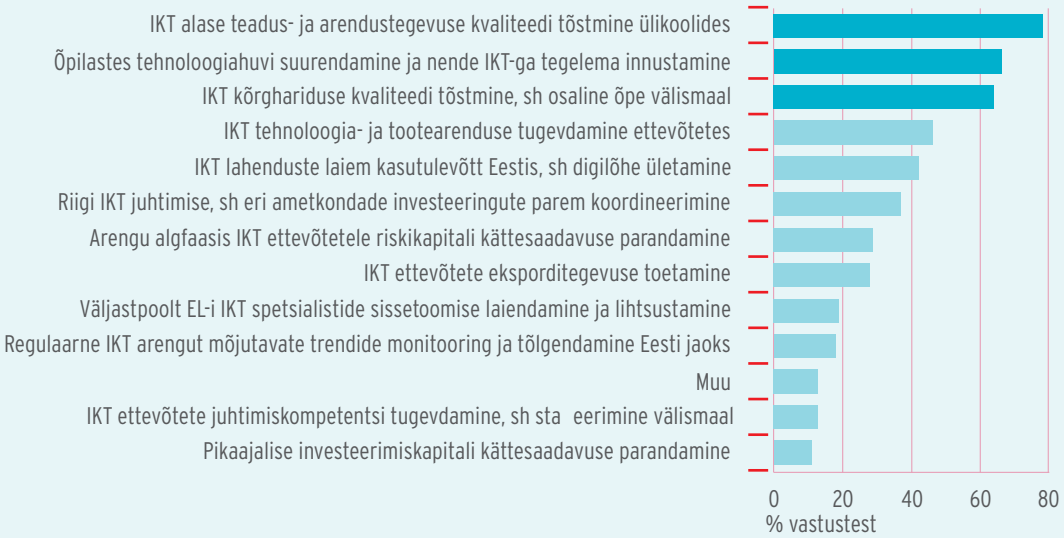
33 Marianne Kolding, Vladimír Kroa, *Networking Skills in Europe: Will an Increasing Shortage Hamper Competitiveness in the Global Market*, IDC White Paper Commissioned by Cisco Systems, september 2005; Rainer Kattel ja Tarmo Kalvet, *Teadmistepõhine majandus ning info- ja kommunikatsiooni- tehnoloogiaalane haridus: hetkeolukord ning väljakutsed*, Praxis: Tallinn, 2005.

34 Eesti Infotehnoloogia Kolledžis ja Tallinna Tehnikaülikoolis jättis 2005/2006. õa esimesel kursusel õpingud pooleli iga neljas ja 2006/2007. õa iga kolmas riiklikult finantseeritud kohal õpinguid alustanud tudeng. Loodus- ja täppisteaduste erialadel tervikuna katkestas 2006/2007. õa esimesel õppeaastal õpingud 40% kõikidesse Eesti kõrgkoolidesse astunutest.

35 Mihkel Oviir, „Ülikoolid ei anna riigile majanduse mootoreid", Eesti Päevaleht, 3. juuli 2008; *Kõrghariduse riiklik koolitustellimus: kas riik saab, mida soovib?*, Riigikontrolli aruanne Riigikogule, 19. juuni 2008.

Kui Eesti IKT arenguseire ekspertküsitluses küsiti, millised on kolm kõige olulisemat lisarahastamist vajavat valdkonda, toodi üsna ootuspäraselt esile teemaringid, mis on seotud IKT kompetentsibaasi tugevdamisega. Nendeks on IKT teaduse ja kõrghariduse kvaliteedi parandamine ning õppijate tehnoloogiahuvi suurendamine (joonis 10).

Sul on Eesti IKT arengusse investeerimiseks 100 miljonit krooni. Kuhu eraldaksid kohe täiendavaid vahendeid?



Joonis 10. EST_IT@2018 ekspertküsitluse kohaselt kõige kriitilisemad tegevussuunad Eesti IKT arengus
Allikas: *EST_IT@2018 veebiküsitlus*, Eesti Arengufond, 2008.

Nagu mitmed teised arenevad turud, nii koges ka Eesti hiljuti massiivset kapitali sissevoolu. See muutis kõikvõimalike uute algatusprogrammide rahastamise väga lihtsaks. Situatsioon rahvusvahelistel finantsturgudel on aga viimase poole aastaga tähelepanuväärselt halvenenud ning märkimisväärset olukorra paranemist ei pruugi toimuda isegi paari aasta vältel. Globaalse majanduskriisi ülekandumine reaalmajandusse võib seetõttu panna Eesti lähitulevikus kergesti olukorda, kus võimalikel IKT lahenduste tellijatel ja arendajatel ei jätku tarvilikeks investeeringuteks vahendeid.

Erinevad Ettevõtluse Arendamise Sihtasutuse meetmed tehnoloogiaarenduse ja -investeeringute toetamiseks osutuvad erakorralistes majandusoludes tavapärasest veel tähtsamaks. Suures plaanis jääb aga Eesti majanduskasvu taastumise põhieelduseks siiski kapitali normaalne kättesaadavus rahvusvahelistel finantsturgudel.

Eeltoodud reservatsioonidele vaatamata tuleb Eestil seire käigus tuvastatud kuues fookusvaldkonnas nii IKT kompetentsi arendamise kui ka IKT kasutuselevõtuga varasemast aktiivsemalt edasi liikuda. Eesti majandusseis sunnib meid kasutama majanduse tootlikkuse ja eksporditulu suurendamiseks kõiki võimalusi ning IKT-l on selles väga oluline roll.

4.2. Poliitikasoovitused

IKT arenguseire algatamise taga oli muu hulgas majandus- ja kommunikatsiooniministeeriumi ning haridus- ja teadusministeeriumi huvi. Ministeeriumid tahtsid saada soovitusi, kuidas planeerida ja käivitada strateegiast *Teadmistepõhine Eesti 2007–2013* tulenevat riiklikku IKT programmi, mille eelarveks on järgmiseks viieks aastaks ette nähtud 100 miljonit krooni.

Eesti IKT müügikäive oli 2006. aastal 20 miljardit krooni ning IKT ettevõtete investeeringud teadus- ja arendustegevusse ulatusid 350 miljoni kroonini (tabel 1 lk 21). IKT programmi vahendid on seega IKT turu mahu ja ettevõtete tehnoloogia- ja tootearendusinvesteeringutega võrreldes väga tagasihoidlikud. Küll aga on nende vahenditega võimalik saavutada märgatav edasiminek IKT tööjõu pakkumises.

Eesti Arengufondi kolm soovitust, kuidas IKT pakutavaid tulevikuvõimalusi Eestis kõige paremini ära kasutada.

1. peatükk

Maailma IKT arenguga sammu pidamiseks tuleb Eestil oma tehnoloogilist võimekust mitmes IKT valdkonnas oluliselt tugevdada.

1. soovitus

Viia Eesti IKT kõrgharidus tööjõu pakkumise tugevdamiseks heale rahvusvahelisele tasemele.

2. peatükk

Järjest rahvusvahelisemaks muutuv konkurents sunnib Eesti IKT ettevõtteid liikuma aktiivsemalt välisturgudele.

2. soovitus

Käivitada IKT tootearenduse ja ekspordi toetamiseks kvaliteetsed rahvusvahelise tehnoloogia, ärijuhtimise ja turunduse magistriprogrammid.

3. peatükk

IKT turg kasvab eeloleval kümnendil kõige kiiremini neis valdkondades, kus on olulised ühiskondlikud ja majanduslikud väljakutsed.

3. soovitus

Luua 6 fookusvaldkonnas (haridus, tervishoid, tööstus, energeetika, finantsteenused, IKT turvasüsteemid) pikemaajalised IKT arendamise ja kasutuselevõtu teekaardid.

1. soovitus: Eesti IKT kõrghariduse viimine tugevale rahvusvahelisele tasemele

Eestil on vaja suurendada IKT tööjõu pakkumist ja parandada samal ajal IKT alase kõrghariduse kvaliteeti. Välja tuleb arendada mitu uut IKT kompetentsivaldkonda. Eesti hariduse ja teaduse finantseerimissüsteemis ei ole aga seni olnud ühtki mõjusat meedet uute, Eestile pikemas perspektiivis strateegiliselt oluliste, teadus- ja tehnoloogiakompetentside loomiseks. Nii erinevate välisriikide kui ka Eesti enda varasemate kogemustega kohaselt on tugevate välisõppejõudude sissetoomine selgelt kiireim ja tulemuslikem viis, kuidas uusi kompetentsivaldkondi välja arendada.

Swedbanki tarkvaratehnika professuur Tartu Ülikoolis

Eestis on värske kogemus, kuidas tugeva välismaise õppejõu Eestisse toomine aitab nii teaduse kui ka kõrghariduse taset märgatavalt tõsta. Tartu Ülikoolis Swedbanki toel loodud tarkvaratehnika professuur on esimene erasektori finantseeritud professuur Eestis.

Swedbank investeeris kolmeks aastaks sellise ametikoha loomisesse 6 miljonit krooni. 2007. aastal sellele kohale nimetatud Austraalia Queenslandi Tehnoloogiaülikooli **professor Marlon Dumas on tema teaduspublikatsioonide tsiteerimiskordade järgi Eesti tugevaim arvutiteadlane ja õppejõud.**

Dumas' uurimistöö fookuses on äritarkvara, sh äriprotsesside modelleerimine ja teenustepõhine tarkvara arhitektuur (ingl *software as a service*). 2009. aasta sügisest käivitub tema eestvõttel Tartu Ülikooli ja Tallinna Tehnikaülikooli ühine rahvusvaheline tarkvaratehnika magistriõppeprogramm.

Eesti IKT kõrghariduse kiireks rahvusvahelistumiseks tuleb Eestisse tuua korraga **5–6 tugevat** välisprofessorit või välismaal töötavat Eesti arvutiteadlast. See laseb täita Eestile olulised, kuid seni nõrgad IKT kompetentsivaldkonnad (joonis 5 lk 19) tugevate spetsialistidega. Välisõppejõudude Eestisse kutsumise eelduseks peab olema ülikooli vastava allüksuse rahvusvahelistumise plaan. Kriitilise massi saavutamiseks on seejuures otstarbekas värvata ühte struktuuriüksusesse korraga mitu välisprofessorit.

Iirimaa, Soome ja Singapuri varasemad edulood näitavad, et välisõppejõudude riiki toomisel ei piisa üksnes halduskküsimuste lahendamisest ja konkurentsivõimelise töötasu pakkumisest. Tippspetsialistide importimisel tuleb lahendada tervikpaketina kõik küsimused, mis on seotud (esimesteks aastateks vajaliku) töötasuga, eriaparatuuri ja uurimismeeskonnaga, samuti pereliikmete ümberasumisega ja uues keskkonnas kohanemisega.

Tugev rahvusvaheline kõrgharidus muudab Eesti kõrgkoolide IKT erialad kohalikele üliõpilastele köitvamaks ning võimaldab tuua Eestisse senisest palju enam välistudengeid. Välisõppejõudude Eestisse toomine ja Eesti tudengite (osaline) kraadiõppe välismaal peab kokkuvõttes viima Eesti kõrgkoolide IKT erialad tugevale rahvusvahelisele tasemele. Sõltumata sellest, kas nutikamad välistudengid leiavad hariduse omandamise järel rakendust mõnes Eesti ettevõttes või naasevad kodumaale, toetab tudengite vahetus omakorda ka Eesti IKT ettevõtete rahvusvahelistumist.

IKT alase kõrghariduse esmaklassilisele rahvusvahelisele tasemele viimist tuleks vaadelda pilootprojektina, millest saadud kogemused annaksid eeskuju kogu Eesti kõrgharidussüsteemi uuele tasemele viimiseks.

Iirimaa, Singapuri ja Soome kogemused välisprofessorite värbamisel

Iirimaa kujunes 1990. aastatel USA päritolu ettevõtetele oluliseks tootmisbaasiks Euroopas. Välisinvesteeringute massiivne sissevool tõi kaasa väga kiire majanduskasvu, aga ka tööjõu jt tootmissisendite järsu kallinemise. Tehnoloogiainvesteeringute buumi lõpp pani sajandivahetusel Iirimaal tegutsenud ettevõtted valiku ette, kas investeerida keerukamasse, suuremat lisandväärtust loovasse tegevusse või liikuda edasi väiksema kulubaasiga riikidesse. Selleks, et hoida seni riiki tulnud välisinvesteeringuid ja muuta majandus uue kvaliteediga investeeringuid ligitõmbavaks, otsustas Iiri valitsus tugevdada oskustööjõu pakkumist.

Selleks loodi 2000. aastal Iiri teadusfond, mille eelarvemaht oli üle 600 miljoni euro. Lisaks teadustegevuse finantseerimisele aitas fond värvata teadusasutustel tunnustatud välisprofessoreid, kes asusid tööle Iirimaa jaoks strateegiliselt olulistes valdkondades nagu biotehnoloogia ja IKT. Hiljem lisandusid ka säästev energeetika ja energiasäästlikud tehnoloogiad. Rahvusvahelise konkursiga valiti välja teadlased, kes olid näidanud suure tsiteeritavusega artiklite autorina oma teaduslikku taset ning kes on olnud edukad oma teadustegevusele finantseerimise hankimisel. Iiri teadusfond toetab välisprofessori teadustegevuse alustamist, sh uurimismeeskonna loomist Iirimaal, kahel esimesel aastal kokku kuni miljoni euroga.

Singapuri strateegias on olemasolevate välisinvesteeringute säilitamisest tähtsamal kohal majandusstruktuuri mitmekesistamine. Et biomeditsiinis jt Singapuri fookusvaldkondades atraktiivset keskkonda pakkuda ja kõrgharidust tugevdada, on Singapur toonud riiki välismaiseid staarteadlasi ning arendab aktiivselt koostööd juhtivate välisülikoolidega. Viimastel aastatel on Singapur hakanud pöörama enam tähelepanu noortele andekatele teadlastele, pakkudes neile uurimisrühma töö alustamiseks kuni kolmeks aastaks maksimaalselt 1,25 miljoni euro suuruseid stipendiume.

Soome majandusarengu strateegia on Iirimaast ja Singapurist väga erinev, kuid ka seal on paljudes majandusharudes (IKT, biomeditsiin jne) tipptasemel teadmiste ja rahvusvaheliste sidemete olemasolu hädavajalik. Soome Akadeemia ja TEKES käivitasid seetõttu 2007. aastal tippteadlaste värbamise programmi. Esimese, 17,5 miljoni eurose eelarvega konkursi raames finantseeriti 24 silmapaistva väljarännanud teadlase naasmist või välismaise professori tööle asumist Soome. Programmiga kaetakse 2–5 aasta jooksul teadlaste töötasud, reisi-, uurimistöö, pereliikmete ümberasumise kulud, aga vajadust mööda osaliselt ka professori varesema töörühma võtmeisiku(te) ümberasumiskulud.

Allikad: *Science Foundation Ireland*, http://www.sfi.ie;
National Research Foundation, http://www.nrf.gov.sg;
Finland Distinguished Professor Programme, http://www.fidipro.fi/eng.

2. soovitus: rahvusvahelise ärijuhtimise tugevdamine IKT ettevõtetes

Ettevõtjad tõid arenguseire raames olulise puudusena Eesti IKT sektori arengus esile rahvusvahelise tootearenduse ja müügioskusega inimeste ja kogemuste vähesuse. Rahvusvahelise tehnoloogia- ja ärijuhtimise ning turunduse alane koolitus on seetõttu Eesti IKT sektori ja majanduse konkurentsivõime tugevdamisel üks olulisemaid tegevussuundi. Mida parem on välisturgude tunnetus ja mida oskuslikum on tootearendus, seda tulemuslikum on äri.

IKT ja ärijuhtimise magistriprogrammide näiteid Euroopast

Leideni Ülikooli (Madalmaad), St Andrewsi Ülikooli ja Westministeri Ülikooli (mõlemad Ühendkuningriik) IKT ja ärijuhtimise magistriõpe on mõeldud tehnoloogiatudengitele. Need programmid kombineerivad klassikalisi ärijuhtimise aineid ning IKT juhtimise spetsiifikaga seotud teemasid.

Leideni Ülikooli magistriprogramm sisaldab näiteks järgmiseid kursuseid:

- tarkvaratehnika
- strateegiline planeerimine
- globaalne turundus
- ärikommunikatsioon
- ärirahandus
- juhtimisteadus
- innovatsiooni juhtimine
- finantsraamatupidamine
- inimeste juhtimine
- IKT strateegia ja planeerimine

Lausanne'i Ülikooli (Šveits) tehnoloogiajuhtimisele keskendunud ärijuhtimise magistriõppeprogramm on seevastu üks tegevettevõtjatele mõeldud täiendõppe programmi näide. See magistriõppekava kombineerib alustava tehnoloogiamahuka ettevõtte juhtimisküsimusi üldisema ettevõtluskoolitusega. Programmi väga oluliseks elemendiks on 3–4-kuuline praktika mõnes tehnoloogiamahukas ettevõttes.

Allikad: *University of St Andrews, School of Management, MSc in Management and Information Technology*, http://www.st-andrews.ac.uk/management/postgraduate/
Universiteit Leiden, M.Sc. ICT in Business, http://iib.liacs.nl
University of Westminster, MSc Digital Enterprise Management, https://www.wmin.ac.uk/ipp/
Université de Lausanne, Executive MBA in Management of Technology, http://mot.epfl.ch/

Ettevõtluse Arendamise Sihtasutus pakub ettevõtjatele juhtimiskoolituseks ja arenduspersonali värbamiseks erinevaid toetusi. Edukatele ettevõtjatele ei ole kindlasti mingi probleem osaleda ka välismaistel heatasemelistel juhtimiskoolitustel. Samas tuleb möönda, et rahvusvahelise tehnoloogia- ja ärijuhtimishariduse pakkumine on Eesti kõrgkoolides endiselt nõrk. Eesti Arengufond soovitab kõrgkoolidel käivitada IKT spetsialistidele, keskastme või väikeettevõtete juhtidele mõeldud tugeva IKT rõhuasetusega tehnoloogia- ja ärijuhtimise magistriprogramme. Sarnaseid programme võib leida ka mujalt maailmast, kuigi väga levinud need veel pole. Sedalaadi kvaliteetse, välisõppejõude kaasava hariduse järele on seetõttu lisaks Eestile nõudlust ka naabermaades.

Lisaks ülaltoodule tuleb muuta IKT kõrgharidust interdistsiplinaarsemaks. Üks praktilisi viise selleks on näiteks kohustuslike ärijuhtimise kursuste lisamine IKT õppekavadesse. Niisugustel tehnoloogiatudengitele pakutavatel kursustel ei peaks seejuures keskenduma mitte mikro- ja makromajanduse alustele, vaid tehnoloogiastrateegiale, ärijuhtimisele, turundusele ja muudele teemadele. Lisaks eeltoodud ettevõtlus- ja juhtimisainetele vajavad tehnoloogiaerialade magistriõppe tudengid ka võimalust disaini (sh kasutajaliidesed), psühholoogia jm kursuste läbimiseks.

3. soovitus: teekaardid IKT kasutuselevõtuks fookusvaldkondades

IKT arenguseires määratletud kuus IKT kasutuselevõtu fookusvaldkonna (haridus, tervishoid, tööstus, energeetika, finantsteenused, IKT turvalisus) olulisematele väljakutsetele lahenduste leidmiseks tuleb ennekõike mõelda, millisteks sisulisteks muutusteks on vastav valdkond valmis. Sedalaadi tulevikuplaanid nõuavad küll head ettekujutust IKT võimalustest, kuid ei ole sisus kindlasti mitte rutiinne tehnoloogiline küsimus. IKT tõhusa kasutuselevõtu kavandamine eeldab seetõttu nii valdkonna strateegiliste raskuspunktide mõistmist kui ka tehnoloogiate ja turgude tundmist.

Üks võimalus valdkonna strateegiliste valikute ja nendega seotud IKT kasutusviiside analüüsimiseks on IKT kasutuselevõtu pikemaajaliste teekaartide (ingl *roadmap*) koostamine. Teekaart on strateegilist planeerimist toetav tööriist, mida kasutatakse ühiste pikemaajaliste eesmärkide, nende saavutamise viiside ja teele jäävate verstapostide kaardistamiseks.

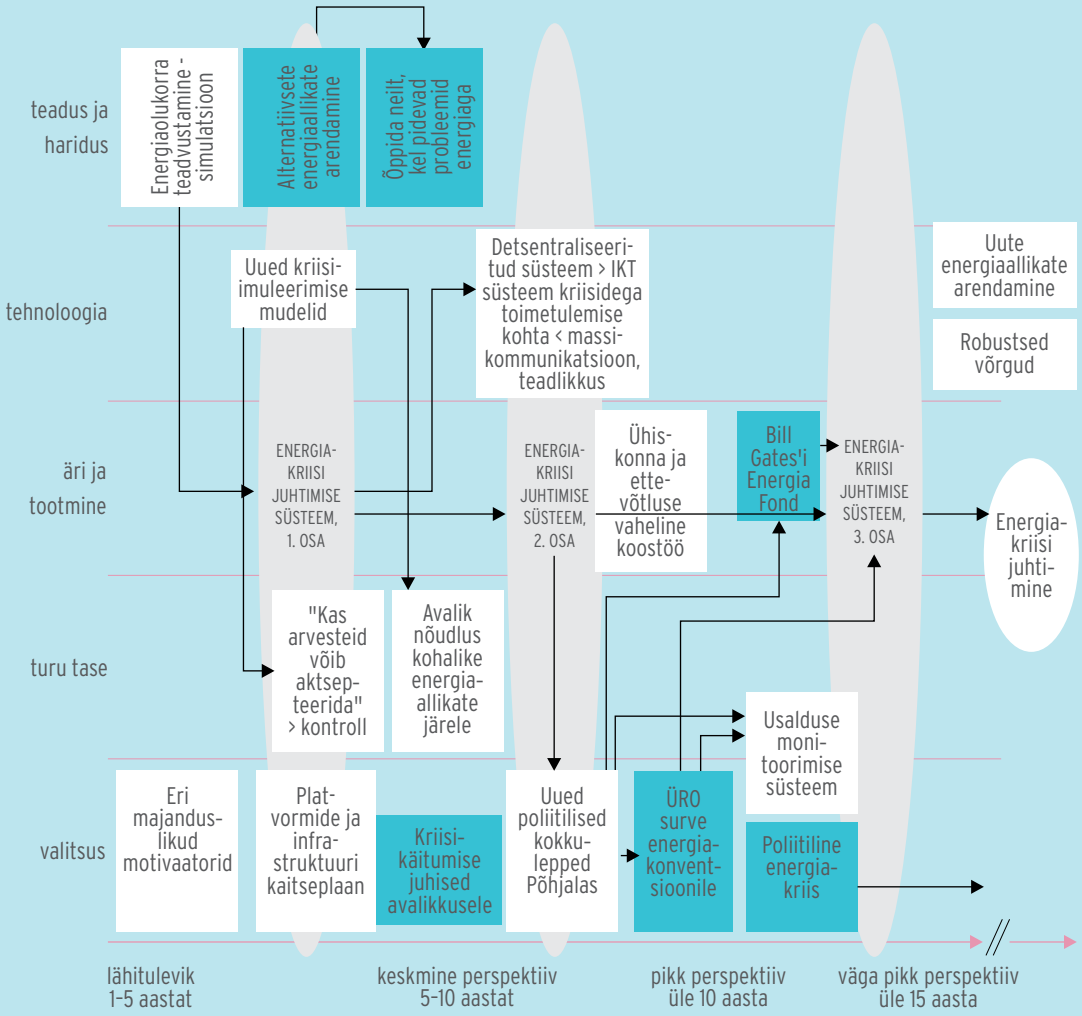
Fookusvaldkonna arenguvõimaluste ja nendega seotud IKT kasutamise võimaluste läbitöötamiseks koostatavad teekaardid peaksid kirjeldama nii valdkonna arengule olulisi muutusi ühiskonnas ja majanduses, tehnoloogia ja turgude arengut maailmas, ettevõtjate tegevust (uued tooted ja teenused), kui ka teekaardil kirjeldatud eesmärkide saavutamiseks vajalikke ressursse (inimesed, rahastamine).

Teekaartide loomise lähtekohaks võib olla nii uutele vajadustele lahenduste otsimine kui ka olemasolevate konkurentsieeliste parem ärakasutamine. Esimesel juhul on põhiküsimus, kuidas on otstarbekam muutustele majanduses ja ühiskonnas reageerida (ingl *market pull*). Teisel juhul keskendutakse aga sellele, kuidas tehnoloogia arengust tulenevaid võimalusi uutes toodetes või teenustes paremini ära kasutada (ingl *technology push*).

Eesti Arengufond algatab 2009. aastal kuues fookusvaldkonnas ekspertide ja IKT spetsialistide ühistöö, mille eesmärk on kaardistada valdkonna tulevasi arenguvõimalusi ning koostada IKT kasutuselevõtu plaane kirjeldavad üksikasjalikumad teekaardid.

Teekaart on strateegilistes valikutes kokkuleppimise vahend

Hea teekaardi peamine väärtus seisneb selle koostamise käigus sündinud kokkuleppes, mis kirjeldab kaardi koostajate poolt teatud ühisele eesmärgile jõudmiseks tehtavaid samme. Teekaart esitatakse lihtsustatud pildina, mis näitab ajateljel strateegia peamisi elemente ja nendevahelisi seoseid. Allpool on toodud näide Põhjamaade energiaturvalisuse teekaardist (joonis 11).



Joonis 11. Näide Põhjamaade energiaturvalisuse teekaardist
Allikas: *Nordic ICT Foresight*, VTT Publications 2007.

Teekaardi ülevaatlikkus teeb sellest vahendi, mis võimaldab selgitada valdkonna arenguperspektiive ja valikuid nii ajapuuduses vaevlevatele otsustajatele kui ka laiemale avalikkusele. Arusaamine pikemaajalistest sihtidest annab omakorda tänastele valikutele tähenduse ja mobiliseerib inimesed ühiste eesmärkide saavutamisele.

Seni ilmunud:

Eesti majanduse konkurentsivõime hetkeseis ja tulevikuväljavaated

Eesti Fookuses nr 1/2008
Eesti majanduse strukturaalset nõrkust paljastanud analüüs. Mille poolest erineb Eesti jõukatest ja edukatest riikidest? Kas on võimalik neile järgi jõuda? Neile küsimustele annab vastuse Arengufondi tellimusel Tartu Ülikooli teadlaste poolt koostatud uuring.

Edasi! Raport Riigikogule 2007/2008

Arengufondi esimene aruanne Riigikogule. Kus Eesti täna on? Kuhu maailm liigub? Millised on maailmamajanduse muutuvad jõujooned? Lisaks ülevaade Arengufondi aasta tegevusloogikast ja analüüsidest, samuti tulevikuplaanidest.

Vaata otseallikast:

11. detsember 2008. a toimunud IKT tulevikufoorumi videosalvestus Arengufondi kodulehel http://www.arengufond.ee/videocasts

Eesti Arengufond
Tornimäe 5, 10145 Tallinn
Tel 616 1100
info@arengufond.ee
www.arengufond.ee

TULEVIKUIDEEDE KOHTUMISPAIK