Eesti teadussüsteemi ja reaalmajanduse seosed: juhtumianalüüsid avaliku ja erasektori nõudlusele vastamisest

TIPS uuringu 5.2 raporti mustand

Veiko Lember, Erkki Karo, Margit Kirs, Piret Tõnurist, Kaija Valdmaa, Rauno Mäekivi, Raul Hanson

TTÜ Ragnar Nurkse innovatsiooni ja valitsemise instituut

Tallinn 2015

Sisukord

Lühikokkuvõte 3

Sissejuhatus 5

1. Uuringu analüütiline raamistik 9

2. TAI poliitika ja teadmiste ülekande protsesside mõistmine ja toetamine Eesti TAI poliitikates .. 12

3. Analüüsi meetod 17

4. Teadmiste ülekande erinevad mustrid Eestis 21

5. Erinevate teadmise ülekandumise loogikate roll ja omapärad Eestis 24

5.1. Pakkumine 24

5.2. Koosloome 25

5.3. Nõudlus 26

5.4. Avaliku sektori roll TA nõudluse suunamisel 28

6. Teadmuse ülekande tehnoloogiapõhised eripärad Eestis 30

6.1. Biotehnoloogia 30

6.2. IKT 32

6.3. Energia 35

7. Diskussioon 37

Viidatud kirjandus 42

Intervjuud 43

Lühikokkuvõte

1. Eesti TAI diskursus omab väga lihtsustatud vaadet teadmiste ülekandest ülikoolide ja ettevõtete vahel: teadlased kas loovad ise oma teadustöö baasil tehnoloogiaid ja lahendusi, mis jõuavad publikatsioonide, patentide, spin-off ettevõtete ja inimeste liikumise kaudu turule või 'turg' tuvastab arenguvõimalusi, mille ärakasutamiseks esitatakse teadlasetele konkreetne tellimus.
2. Samas on erasektori ja avaliku sektori nõudlus tänase TA süsteemis loodud teadmuse järele rahvusvahelises võrdluses madal, mis piirab TA süsteemi reaalmajanduslikku ja sotsiaalset mõju ning mis vähendab eelmainitud lineaarse vaate relevantsust.
3. Eksisteerib võimekuste ja spetsialiseerumiste lõhe, kus tänased TA süsteemi ja ettevõtete (ka avaliku sektori) võimekused on erinevad ning need ei kattu, mistap lineaarsest loogikast lähtuvaid koostööpunkte tekib loomulikul teel võrdlemisi vähe.
4. Analüüsitud kaasuste pinnalt saab aga väita, et sotsiaalmajanduslikult relevantse teadmuse ülekanne toimub Eestis lõviosas mittekodifitseeritult ja inimeste liikumise ning suhtlemise kaudu; olulise sotsiaal-majandusliku mõjuga teadmuse ülekannet läbi formaalse ja kodifitseeritud (patendid, litsentsid, spinn-off'id) protsesside on Eestis väga vähe.
5. Ülikoolide ja ettevõtete vahelise teadmuse ülekandega seotud olnud ettevõtjad ja teadlased on kohati kriitilised tänase suhteliselt lihtsustatud ülikoolide ja ettevõtete koostöö võimendamise retoorika suhtes: mõistetakse, et ülikoolid ja ettevõtted on oma ülesannetelt ja organisatsiooniliselt ülesehituselt väga erinevad, mistõttu on isegi ebarealistlik eeldada, et ülikoolid hakkaksid arendama ja omama võimekusi ja spetsialiseerumisi, mis tooks kaasa teadmiste ülekande olulise kiirenemise ja mahu kasvu – ülikoolide rolli nähakse peamiselt üldiste teadmiste ja inimkapitali (lõpetajad) pakkujana ning ideede/lahenduste testimise platvormina.
6. TA süsteemi võimekused kohanevad Eesti nõudluskeskkonnaga kuuel erineval moel: a) lõpetajad rakendavad iseseisvalt oma TA süsteemist saadud teadmust uute lahenduste arendamisel turul või avalikus sektoris, b) lõpetajad rakendavad iseseisvalt teadmust, kuid TA süsteem pakub läbi rahastuse, paralleelse töökoha ja võrgustike olulist tuge oma nišši leidmisel ja arendamisel, c) ettevõtlikud teadlased, kes katsetavad oma (uurimisgrupi) loodud teadmust turul või avalikus sektoris, TA süsteem pakub läbi rahastuse, paralleelse töökoha ja võrgustike olulist tuge oma nišši leidmisel ja arendamisel, d) TA süsteemist lahkuvad teadlased, kel säilib TA süsteemiga mitteformaalne kontakt ja mõningane teenuste tellimine, e) teadmus jõuab era- või avaliku sektori kasutusse läbi TA tellimuse, f) teadmus levib kodifitseeritud kujul läbi spinn-off'de/litsentside/patentide.
7. Tehnoloogiavaldkonna eripärad ning erinev küpsusaste mõjutavad oluliselt mida ja kuidas TA süsteemist üle kantakse: kui biotehnoloogia valdkonnas on loodud kõige süsteemsemalt kodifitseeritud teadmiste ülekande eeldusi (patendid, spin-off firmad, teadlaste ettevõtted jms), siis siiani on sisuline teadmiste ülekanne olnud (üksikute eranditega) olulisel määral pigem kodifitseerimatu oskuste/kogemuste põhine (teadlaste/lõpetajate roll ettevõtetes); IKT sektorit on veelgi selgemalt iseloomustanud inimeste teadmiste/kogemuste põhine teadmiste ülekanne (lõpetajate liikumine ülikoolidest ettevõtetesse) ning kodifitseeritava teadmiste ülekande loogikaid peetakse veelgi vähemtähtsamaks (raske teadmisi patenteerida ja formaliseerida); energeetika on tänaseks kõige küpsem (kuigi selles on tekkinud ka uusi tehnoloogiate nišše) ja seetõttu ka kahest eelmisest valdkonnas palju "politiseeritum" (palju vastuolulisi huvisid), mistõttu on ka teadmiste ülekanne kõige

kompleksem (toimub pigem seniste tehnoloogiate ja ärimudelite ümberkujundamise kaudu ja mitte niivõrd uute niššide ja tegevuste avastamise kaudu) ning killustunud.

8. Ülikoolide ja ettevõtete lühiajaliste koostööprojektide rahastamine võib lahendada lühikese aja jooksul konkreetseid sotsiaal-majanduslikke probleeme, ent ei suuda pikas plaanis muuta osapoolte rutiine ega loo eelduseid võimekuste ja spetsialiseerumise lähenemiseks.
9. Teadmiste ülekande sotsiaal-majandusliku relevantsuse suurendamiseks peaks valdkonnapoliitika senisest enam lähtuma olemasolevast praktikast ning püüdma arvestada nõudluskeskkondade ning tehnoloogiavaldkondade eripäradega, nt:
    a. Haruministeeriumites võimekuste jätkuv arendamine (rakendusuuringute programmide jms kaudu), mis viiks stabiilse, ent avaliku sektori väljakutsetest kantud rakendusliku TA tegevuse suunamiseni
    b. Ettevõtluse kui TA nõudluskeskkonna (st rakendusliku TA tegelevate ettevõtete) kandepinna laiendamine toetades ettevõtetes toimuva rakendusuuringute osakaalu kasvu (nt mõeldes läbi TAK meetme roll teadmiste ülekande võimendajana erinevate sektorite sees ning avades TAK tüüpi meetmeid suuremale hulgale ettevõtetele; kaaludes senisest põhjalikumat ettevõtetele rakendusuuringute otsetoetamist või andes ettevõtetele suurema rolli ülikoolide ja ettevõtete ühisprojektide sisu ja fookuse sõnastamisel)
    c. TA süsteemis tervikuna (ennekõike rahastamis- ja teaduse hindamissüsteemide kaudu) ja ülikoolides rakenduslike uurimisgruppidele stabiilsete arengutingimuste loomine, mis võimaldaks süsteemsemat rakendusuuringute jaoks vajalike rutiinide ja võimekuste tekitamist
    d. Tehnoloogiasektorite eripärasid arvestavate TA poliitikate kujundamine, kus nt mõeldakse süsteemselt läbi riigi (sh riigiettevõtete) strateegilised huvid energeetikasektori tehnoloogilises arengus ning koordineeritakse selle kaudu erinevate osapoolt täna kohati vastukäivaid strateegiaid ja tegevusplaane, IKT sektori vajadused suurendada läbi TA tegevuse kõrghariduse vastavust sektori ootustele, avaliku sektori IKT tellimuste potentsiaalse mõju IKT TA intensiivsuse tõstmisele suurendamise võimalused, ja biotehnoloogia sektori spetsiifilised arengutakistused.

Sissejuhatus[1]

Käesoleva poliitikaanalüüsi fookuses on Eesti teadus- ja arendustegevuse (TA) süsteemist välja kasvanud olulise reaalmajandusliku ja ühiskondliku mõjuga ettevõtted, rakenduslikud tehnoloogiad ja lahendused.

TIPSi eelnevad uuringud on kinnistanud varasemaid arusaamu, et Eesti TA süsteemi rahastamine ja juhtimine on siiani keskendunud ennekõike teadusliku oivalisuse kui peamise innovatsioonisüsteemi võimekuse arendamisele, mille tulemusena on ilmnenud avaliku sektori TA asutuste ning nende TA tulemuste potentsiaalsete kasutajate (ühiskonna erinevad osapooled) vahel TA **võimekuste ja ka spetsialiseerumiste lõhe**.[2] See lõhe viitab sellele, et TA sektor ning ettevõtlus ja avalik sektor on arendanud oma innovatsioonivõimekusi eraldiseisvalt, mille tulemusena on ühelt poolt TA süsteemi valmisolek rakendusliku teadmuse ülekandmiseks ning teisalt otsene nõudlus Eesti TA süsteemis loodud teadmuse rakendamise järele tagasihoidlik. Samal ajal rõhub laiem teadus-arendus ja innovatsioonipoliitika (TAI) retoorika (nt Teadmistepõhine Eesti III) üha rohkem teaduse sotsiaal-majandusliku mõju suurendamise vajadusele läbi ettevõtete ja ülikoolide tihedama koostöö, kus olulist rolli mängib teadusliku teadmuse ülekandumine ehk siire. Selles kontekstis võibki tänase TA süsteemi üht peamist kitsaskohta – laialt levinud kriitikat teaduse vähese ühiskondliku rakendatavuse osas – lihtsustatult mõista kui süsteemi piiratud võimekust reageerida (sh nii vastata kui suunata) erasektori ja avaliku sektori nõudlusele (ning teiselt poolt ka selle nõudluse hägususena).

Siinkohal on aga oluline arvesse võtta , et teadusliku teadmuse siire (kui sotsiaal-majandusliku vajaduse teenindamise protsess) sõltub nii teaduse kui ka ettevõtluse võimekustest vajalikku teadmist pakkuda ja seda absorbeerida. Teisisõnu, innovatsioonisüsteemi arengutase ja struktuur määrab ära teadusliku teadmuse ülekandumise potentsiaali kui ka ülekandumise viisid. Hiljutised võrdlevad innovatsioonipoliitika analüüsid[3] viitavad sellele, et Eesti innovatsioonipoliitika on siiani ehk liiga kitsalt keskendunud teadmiste ülekande (koostöö, kommertsialiseerimine jms) soodustamisele ja liiga vähe tähelepanu pööranud nõudluskeskkonna võimekustele: ehk meie innovatsioonipoliitika on olnud pigem Euroopalik/Skandinaavialik, kuid majandusstruktuur veel mitte.

Tänaseks on erinevates uuringutes kirjeldatud, millised on avaliku sektori TA süsteemi (eeskätt ülikoolide) ja ettevõtete (vähemal määral ka avaliku sektori) koostöö üldised kitsaskohad. Sealhulgas on põhjalikumalt käsitletud just teadmussiirde pakkumise poolt – millised on tänased ülikoolide võimekused, mil määral vastavad need ettevõtete ootustele, kuidas need on arenenud ning millised võiksid olla lahendused ülikoolide ning uurimisgruppide tegutsemise muutmiseks.[4] Samas ei tea me täna piisavalt süsteemselt, **kuidas on Eesti TA süsteemi võimekused kohanenud olemasoleva nõudluskeskkonnaga** ning **kuidas nõudluskeskkondade eripärad on mõjutanud millist teadmust ja kuidas üle kantakse**.

---

[1] Tegemist on uuringutulemusi tutvustava analüüsi esimese mustandiga. Autorid vabandavad võimalike sissejäänud ebatäpsuste osas ette. Palume mitte viidata, kõik kommentaarid on oodatud veiko.lember@ttu.ee.
[2] Vt TIPS uuringud 5.1 ja 5.3, 6.2 ja seirevaldkonna 4 uuringud laiemalt, kättesaadavad www.tips.ut.ee.
[3] Vt nt Izsak, K., Markianidou, P., & Radošević, S. (2014). Convergence of National Innovation Policy Mixes in Europe–Has It Gone Too Far? An Analysis of Research and Innovation Policy Measures in the Period 2004–12. JCMS: Journal of Common Market Studies.
[4] Seppo, M. et al. 2015.

Käesoleva analüüsi eesmärgiks on leida läbi juhtumianalüüside vastus küsimusele, **kas ja kuidas on erinevad nõudluskeskkonnad mõjutanud TA süsteemist väljakasvanud teadmuse levikut Eesti reaal-majanduses ning ühiskonnas**. Täpsemalt on eesmärgiks:

a) uurida, kuidas kasvavad Eesti TA süsteemist välja **olulise reaalmajandusliku ja ühiskondliku mõjuga** tehnoloogiad ja uued rakendused (disainilahendus, protsessilahendus, teadmised, käsitööoskused), mis võivad aga ei pea kasvama välja uuteks ettevõteteks);
b) analüüsida kuidas rakenduslikud TA võimekused **kohanevad** nõudluskeskkonnaga;
c) analüüsida, kuidas vastavad need protsessid TA poliitika eeldustele teadmiste ülekandumise mustritest;
d) ning tuvastada **peamised süsteemsed probleemid**, mida avalik poliitika saaks lahendada, et võimendada TA süsteemi reaalmajanduslikku ning ühiskondlikku mõjusust.

Analüüs lähtus innovatsiooniuuringutes väljatoodud eeldusest, et erinevates keskkondades – sh innovatsioonisüsteemide tervikliku arengutaseme kui ka tehnoloogiasektorite lõikes – domineerivad ühed mustrid teiste üle, mistõttu on põhjust eeldada, et erinevates tehnoloogiavaldkondades on nõudluskeskkonna mõju erinev.[5] Ka nt nutika spetsialiseerumise mudeli raames rõhutatakse ühelt poolt, et mida vähemarenenum on regioon, seda vähem kasulikud on klassikalised formaalsed tehnoloogia ülekandumise meetmed (patendid, litsentsid jms) ning olulisem peaks olema pigem informaalsem konsultatsioonide, inimeste liikumise jms kaudu toimuv teadmiste ülekanne; teiselt poolt rõhutatakse ka et üldkasutatavate tehnoloogiate, ennekõike IKT, ülekanne teistesse sektoritesse (nö IKT horisontaalne rakendamine) toimib pigem informaalsemate ja pehmemate dünaamikate kaudu (inimeste liikumine, konsultatsioonid, demonstratsiooniprojektid, koolitused jms) kui IKT lahenduste ja tehnoloogiate levik ülikoolidest ettevõtetesse.

Teadusliku teadmuse ülekandumine võib toimuda **erinevatel viisidel:** formaalselt või mitteformaalselt ning seejuures läbi inimestevahelise suhtluse, personalivahetuse, kirjanduse, patentide ja autoriõiguste avalikustamise, litsentseerimise ja lepingute, demonstratsiooniprojektide, spin-off'ide. Reeglina hõlmab üks konkreetne ülekande juhtum korraga erinevaid ülekandeviise ning ülikoolide, majanduse ja ühiskonna sidemed on vähemalt pehme/üldise teadmise (ennekõike läbi õppetegevuse ja inimeste liikumise) ülekandumise osas pidevad. Analüüsi läbiviimisel keskenduti peamiselt juhtumitele, mis on vähemalt osaliselt institutsionaliseerunud (st on olemas konkreetsed lahendused ja/või erinevate osapoolte suhete jälgitav ajatelg, mille puhul on teadusliku teadmise ülekande ja kasutuselevõtu mustreid võimalik tagantjärele seirata). Olulise reaalmajandusliku mõju all peame silmas TA süsteemis loodud tehnoloogiaid ja lahendusi, mis rakendaja (ettevõtted, avalik sektor) jaoks omavad otsest mõju enda eesmärkide saavutamisel ja mis seeläbi panustavad Eesti majanduse ja ühiskonna arengusse.

Analüüs lähtus **kolmest hüpoteesist**:

1) Erinevates tehnoloogiavaldkondades, mida iseloomustab ennekõike erinev tehnoloogiate küpsus, on ülekande protsess ning institutsionaalne ja nõudluskeskkond erinev, mistõttu võib eeldada, et horisontaalne poliitika, kus tehnoloogiate vahel erisusi ei arvestata ning mis lähtub ennekõike teadmiste arengu ja leviku lineaarsest loogikast ja tehnosiirde

[5] Vt Polt et al 2001; Mowery and Sampat 2005

formaalsetest mudelitest (spin-off, patent, litsents), ei ole parim võimalik lähenemine teadmiste ülekande võimendamiseks kõikide tehnoloogiavaldkondade lõikes.

2) Kuna tänases Eesti innovatsioonisüsteemis on tugevad struktuursed ja võimekuste ebakõlad (teaduse ja ettevõtluse silmatorkavalt erinevad spetsialiseerumised ja võimekused ehk Eesti teadus keskendub ennekõike rahvusvahelise oivalisusele ja konkurentsivõime maksimeerimisele ning Eesti ettevõtlus pigem ettevõtetesisesele eksperimenteerivale arendustegevusele ja protsessiinnovatsioonile), siis on täna toimivad teaduse ülekandumise mustrid mitmekesisemad kui klassikalised spin-off ettevõtete, patentide, litsentseerimise ja formaalse tehnosiirde põhised protsessid.
3) Väikeriigile omaselt on Eesti innovatsioonisüsteem on väga tugevalt avaliku sektori keskne[6] ehk teadmiste ülekanne avalikku sektorisse võib olla samavõrra oluline sotsiaal-majandusliku mõjususe näitaja kui teadmiste ülekanne erasektorisse.

Selleks, et uuringu eesmärke täita:

- viisime esmalt läbi teadmiste ülekandumise kitsaskohtade lahtimõtestamise analüüsi – nii poliitikakujundamise kui ka ülikoolide ja majanduse/ühiskonna suhete korralduse perspektiivist – mis näitlikustab nende kitsakohtade süsteemset olemust (millest on need probleemid välja kasvanud);
- analüüsisime detailsetes juhtumianalüüsides, kuidas on need probleemid avaldunud ülikoolidest teaduslikku teadmust otsinud/leidnud ja seda rakendada püüdnud organisatsioonides (ettevõtted, teadus-arenduskeskused (TAKid), riigiasutused) ning rakendusliku fookusega uurimisgruppide arengulugudes, püüdes tuvastada nii edukaid kui läbikukkunud näiteid (sh millised on olnud kõige olulisemad takistused ning kas ja kuidas on neid suudetud ületada) rakenduslike lahenduste, tehnoloogiate ning ka ettevõtete turule jõudmisest.

Uuringu analüüsimeetodina kasutati mitmete **üksikjuhtumite analüüsi**, kus seati eesmärgiks tuvastada ja kirjeldada erinevaid ülekandemustreid. Analüüs ei pretendeeri esinduslikkusele. Juhtumianalüüside praktiliseks eesmärgiks on koondada ja üldistada seniseid positiivseid ja negatiivseid kogemusi (ennekõike protsessides osalenud teadlaste ja ettevõtjate hinnangul, mida uuring püüab süstematiseerida ja edasi anda) TA süsteemis ja tehnoloogiate arendamisel ning seeläbi analüüsida võimalusi ja vajadusi senise TA süsteemi paindlikkuse suurendamiseks, et vastata nii rakendusliku TA vajadustele kui ka avaliku ja erasektori nõudlusele. Et tuvastada tehnoloogiate ning nõudluse erisusi, võeti vaatluse alla kolme erineva iseloomuga valdkonna inimeste kogemus: IKT, energeetika ja biotehnoloogia. Kokku võeti vaatluse alla 75 juhtumit, millest lähemalt avati 29 erineva juhtumiga seotud inimeste kogemust.

Konkreetsetele valdkondlikele juhtumitele lisaks analüüsiti ka avaliku sektori (põllumajandusministeerium, kaitseministeerium) ning ülikoolide (Tartu ülikool, Tallinna Tehnikaülikool) praktikaid teadmussiirde mõjutajatena.

Analüüsi tarbeks viidi ajavahemikul september 2014 kuni august 2015 läbi 29 intervjuud ettevõtete, ülikoolide ja avaliku sektori esindajatega. Saadud andmeid täiendati TIPS uuringute 4.3, 4.2 ja 5.1

[6] Vt siinkohal ka TIPS uuring 4.1.

jooksul kogutud andmetega.[7] Analüüsi käigus püüti kõrvutada erinevate vaatepunktide (ettevõtted, riigiasutused, ülikoolid) arusaamu teadmiste ülekande protsessi peamistest mustritest ja tänasest väljakutsetest.

Analüüs on üles ehitatud järgmiselt. Esiteks anname lühiülevaate uuringu kontseptuaalsest raamistikust ning seejärel käsitleme põhjalikumalt teadmiste ülekande mõistmist tänases Eesti TAI poliitika raamistikus. Kolmas osa annab ülevaate analüüsi metoodikast. Uuringu keskne osa on uuringu käigus analüüsitud juhtumite süntees ja selle põhine diskussioon.

[7] Eriti oluline on siin TIPS uuringu 5.1 sisend, mille käigus intervjueeriti 35 teadusgrupi esindajaid ning kaardistati mh Eesti teadusgruppide kogemust reaal-majanduslikku väärtust omavate uurimistegevuste arengust.

1. Uuringu analüütiline raamistik

Kuigi teadmuse ja tehnoloogia ülekanne on paljude jaoks muutunud tänapäeva ülikoolide ja TA asutuste kolmandaks oluliseks missiooniks õpetamise ja teaduse kõrval, siis seda esilekerkinud fookust lahtimõtestava teooria seletusjõud on endistelt piiratud. Nagu sedastavad Mowery ja Sampat, tänane selle valdkonna teadmine ei põhine tugeval teoorial, puudub piisav indikaatorite tööriistakast (tähtsustatakse seda, mida saame mõõta (spinn-off'd, patendid), mitte tingimata seda, mis on oluline (kodifitseerimatu teadmine, lõpetajad)) ning mis eriti oluline, puudub selge arusaamine edukate praktikate seostest valdkonnapoliitika, institutsionaalse keskkonna ja ajalooliste mõjudega.[8]

Ülikoolide ja teiste TA süsteemi osapoolte teadmuse ülekanne ühiskonda ning nende reaalmajanduslikku mõju mõistetakse tihti väga lihtsustatud (lineaarse) loogika alusel: teadlased kas loovad ise oma teadustöö baasil tehnoloogiaid ja lahendusi, mis jõuavad publikatsioonide, patentide, spin-off ettevõtete ja inimeste (üliõpilased, teadlased) liikumise kaudu turule või 'turg' tuvastab (läbi nö ettevõtliku avastusprotsessi) arenguvõimalusi, mille ärakasutamiseks esitatakse teadlasetele konkreetne tellimus.[9]

Samas iseloomustab nii teadusuuringuid kui ka innovatsiooni klassikaliselt kõrge teadmatus (*uncertainty*) ja riskantsus ning üha rohkem ka protsesside komplekssus (suurtest CERNI tüüpi teaduskeskustest innovatsiooni ökosüsteemide ja võrgustike tekkimiseni, kus üksik ettevõtja või väike TA organisatsioon ei löö isoleerituna globaalses konkurentsis läbi). Seetõttu peavad nii ülikoolid kui ka ettevõtted üha rohkem spetsialiseeruma ning arendama oma valdkonna ja tegevusala jaoks unikaalseid võimekusi. Nende arengute mõjul võib aga aheneda ülikoolide ja ettevõtete/nõudluse esindajate loomulik kokkupuutepunkt konkreetses kohas ja ajas, kus mõistetakse teineteise strateegilisi fookusi, prioriteete, käitumisloogikaid ning omatakse teineteist täiendavaid oskusi ja võimekusi.[10] Kuigi see on eriti tõenäoline väikeriikides nagu Eesti, on ka innovatsiooni eesliini riikides – nt USAs – ainult üksikud ka teadusuuringutes maailmatasemel olevad ülikoolid võimelised "teenima" olulisel määral tulu koostööst ja lepingutest ettevõtetega (pigem on ülikoolide ja ettevõtete rahalised suhted annetuste kesksed).[11] Samas on laiem retoorika ja ootused teadmiste kiire ülekandumise osas endiselt riikide TA poliitikate keskmes.

Euroopaliku TA poliitika diskursuse aluseks on nö Euroopa Paradoksi käsitlus, mis näeb selle lineaarse protsessi keskse tõrkena ülikoolide ja ettevõtete koostöökogemuse ja -kultuuri puudumist, mida püütakse toetada ennekõike koostööd soosivate finantsinstrumentide ja kodifitseeritud teadmiste ülekandumist toetavate institutsioonide (patendisüsteemid, tehnosiirde organisatsioonid jms) kaudu. Sellest diskursusest on suuresti kantud ka senised katsed lahti mõtestada Eesti TA süsteemi mõju reaalmajandusele ning kujundada ka vastavaid poliitikaid (vt täpsemalt allpool).

---

[8] Movery, D. ja Sampat, B. 2005. … (in Fageberg et al handbook of inno).

[9] Lineaarse loogika puudustest vt TIPS uuring 5.3.

[10] Nii näiteks leiab ka äsja avaldatud Times Higher Education kõige innovatiivsemate ülikoolide edetabelist, mis reastas ülikoole nende koostöö intensiivsuse ja mahu alusel ettevõtetega, oluliselt enam nafta, biotehnoloogia jm suurtööstuste ümber tegutsevaid kõrgelt spetsialiseerunud ülikoole kui tavapärases ülikoolide edetabelis. Vt https://goo.gl/zjq13b.

[11] Vt Mowery ja Sampat (2005)

Laiem institutsionaalne analüüs tehnoloogiate ülekande protsesside ning konteksti osas on saanud vähem tähelepanu.[12] Euroopa Paradoksi võtmes lähtub institutsionaalne vaade arusaamast, et koostöö ja teadmiste ülekanne ei ole mitte iseseisev ja iseseisvalt mõjutatav protsess, vaid pigem pakkumis- ja nõudluskeskkonna kattuvuse (*complementarity*) või ebakõlade tagajärg.[13] Teisisõnu, teadmiste ülekande soodustamine **ei peaks keskenduma pelgalt erinevate osapoolte „jõulisele" või kunstlikule kokkutoomisele** (nõudes seejuures osapooltelt käitumisrutiine, mida pole siiani tekkinud), vaid erinevate osapoolte rutiinide ja võimekuste (nt teaduse spetsialiseerumine ja ettevõtete nõudlus, sisemised rakendusuuringute ja arendustegevuse praktikad) muutumise toetamisele, mille tulemuseks võiks olla senisest tugevam, kuid eksperimentaalselt arenev teaduse ja ettevõtete ühisosa otsimine ja seeläbi koostöö kasv ning teadmiste leviku potentsiaal[14], mida saab avalik sektor võimendada omapoolse nõudlusega.[15]

Ka nutika spetsialiseerumise kontseptsioon esindab ideaalis sarnast vaadet. Euroopa Liidu TAI ja regionaalpoliitikate keskmesse jõudnud nutika spetsialiseerumise kontseptsiooni keskne idee on läbi ettevõtliku avastusprotsessi tuvastada konkreetse riigi ja regiooni jaoks uusi potentsiaalseid tegevusalasid (*domains*), kus teaduse ja ettevõtluse võimekused kas juba kattuvad või võiksid paremini kattuda ning ettevõtlus võiks sellest paremini kasu saada. Riigi täiendav roll on seejuures läbi kohandatud riiklike sekkumismeetmete innovatsioonisüsteemi ja teadmiste ülekandumise kitsaskohti (üldine pakkumis- ja nõudluskeskkonna tase, koostöö ja koordinatsiooni võimekused, sh organisatsioonide kultuur, riskivalmidus, ligipääs finantsressurssidele) avada ja lahendada.[16] Kuid siiani puudub selle kontseptsiooni puhul selge lähenemine ja arusaam, kuidas seda konkreetsetes riikides ja sektorites teha ning juhtida.

Ka ajalooliselt saab väita, ülikoolide ja ühiskonna osapoolte kattuvate võimekuste tekkimine ja areng ei ole seletatav pelgalt koostöö-meetmete olemasoluga, vaid see on toimunud käsikäes missiooni-põhiste (nõudlus), turutõrgete (pakkumine) ning spetsiifiliste koostöö arengule suunatud meetme omavahelises koosmõjus.[17] Kusjuures vastupidiselt Eesti praktikale on suurem osa OECD riikide TA rahastusest ajalooliselt olnud just missiooni-põhine, st et TA tegevust rahastavad avalikud organisatsioonid, kes on ise ka potentsiaalsed nende tulemuste kasutajad (julgeolek, energia) või vastava valdkonnapoliitika kujundajad (tervishoid).

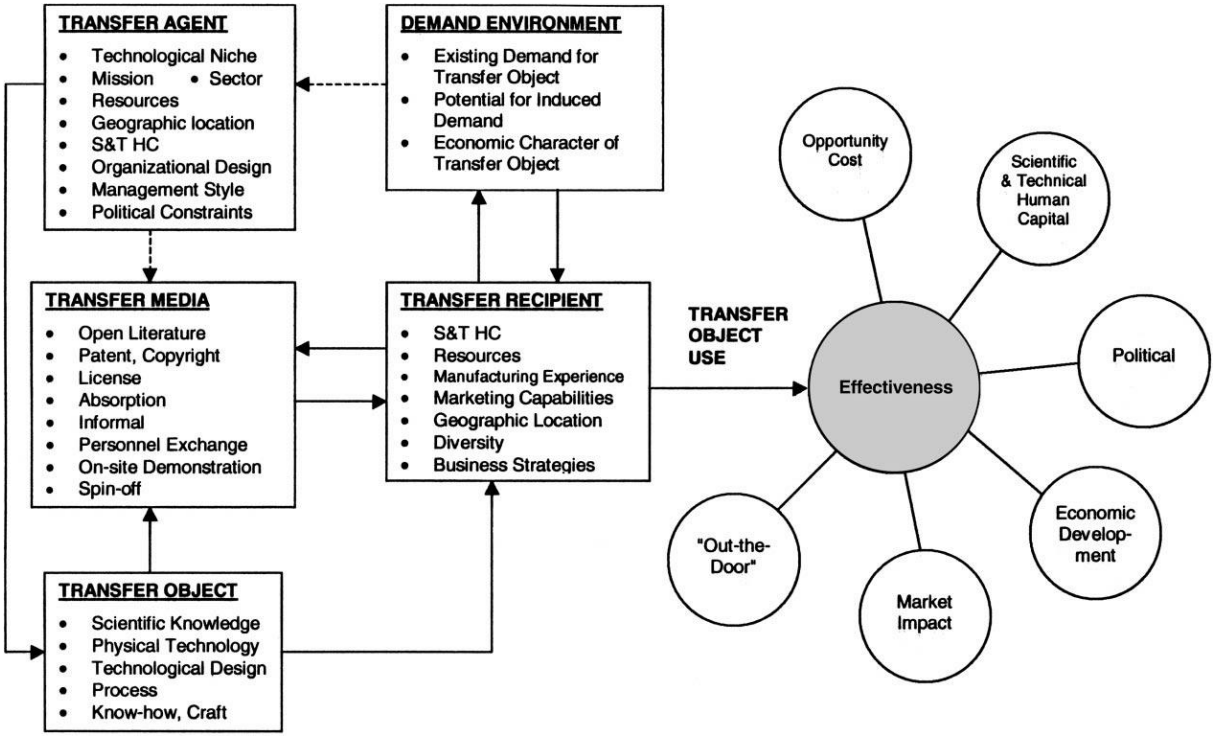
Kui arvestada, et senine TAI poliitikakujundamine nii Euroopas laiemalt kui Eestis on andnud oodatust tagasihoidlikumaid või vastuolulisi tulemusi (nt. Riigikontrolli ja EASi erinevad mõjuhinnangud innovatsioonipoliitika meetmete mõjususe osas; TIPS uuringud teaduse rahastamise, intellektuaalomandi süsteemide, üldiste ettevõtluse ja ülikoolide suhete jms osas), siis võib just tehnoloogiate ülekandumise institutsionaalse keskkonna lahtimõtestamine anda uusi ja potentsiaalselt mõjusaid vihjeid edaspidiseks poliitikakujundamiseks.

Antud uuringu võtmes võtab teadmiste ülekande protsessi lühidalt kokku joonis 1.

---

[12] Bozeman 2000 ja Bozeman et al 2014 kui oluline erand.
[13] Teaduse ja ettevõtete koostööd kui iseseisvat protsessi ning seonduvaid takistusi ning edutegureid on tänaseks palju uuritud, vt ka ülevaadet Seppo et al 2015 (TIPS 4.1).
[14] (Dosi et al. 2006; Bonaccorsi 2008)
[15] Nõudluspoolsest innovatsioonipoliitikast vt lähemalt (Lember et al. 2014), TIPS 6.2.
[16] Foray, D. (2014) Smart Specialization: Opportunities and Challenges for Regional Innovation Policy. Routledge.
[17] Vt Bozeman 2000, Mowery 2009

Joonis 1: Teadmussiirde institutsionaalse keskkonna tegurid (Bozeman 2000).



Teadmuse ülekandumise institutsionaalse keskkonna analüüsimisel lähtume järgnevatest võtmeküsimustest, mis teadmuse ülekande protsessi mõjutavad:[18]

- üldine ja sektoraalne pakkumiskeskkond: TA asutuste spetsialiseerumine, võimekused ja kesksed rutiinid (st millised on TA asutuste kesksed standardiseeritud käitumisloogikad)
- üldine ja sektoraalne nõudluskeskkond: avaliku ja erasektori TA alased võimekused, nõudluse sõnastamise ja rahastamise suutlikkus
- üldine ja sektoraalne teadmiste ülekannet reguleeriv institutsionaalne keskkond: õiguslikud ja kultuurilised teadmiste ülekannet piiravad ja soodustavad tegurid (nt intellektuaalomandi süsteemid, toetusmeetmed jms).

Tavapärases lineaarses käsitluses ja sellest lähtuvates poliitikaanalüüsides ja hindamistes on mitmed neist aspektidest tihti fookuse alt väljas:

- avaliku sektori nõudluse roll on oluline, kuid alatähtsustatud/teisejärguline lineaarses käsitluses;
- ülikoolisiseste tehnoloogiavahenduse ja innovatsiooni institutsioonide (nö ettevõtlik ülikool) ületähtsustamine, mis jätab tähelepanuta teaduse võimekuste ja teadmise ülekande arenguloogika muud aspektid;
- erasektori nõudluse ning absorbeerimisvõime analüüside teisejärgulisus (kuigi see on teadmiste ülekande üks kriitilisi eeltingimusi, siis tehnosiirde poliitikakujundamises eeldatakse tihti, et see on suhteliselt lihtsast lineaarses võtmes arenev ja mõneti ka poliitikatest sõltumatu);

[18] Toetudes Bozeman 2000, Bozeman et al 2014, Polt et al 2001, Mowery ja Sampat 2005, Nelson ja Rosenberg, Mowery 2009, Bonvillian and Van Atta 2011

- erinevate tehnoloogiavaldkondade eripäradega mittearvestamine, s.t. tehnoloogiate tsüklilisusest ja arengufaasidest (nt tärkavad vs küpsed tehnoloogiad ja teadusvaldkonnad) ülevaatamine.

Eriti poliitikate mõjususe mõõtmise ajastul oleme me TA ja innovatsioonipoliitikates jõudnud/jõudmas mõõdetavuse lõksu: keskendume lihtsamini mõõdetavatele teadmiste ülekande näidetele (nt patendid, tellimuslepingud jms), mis peegeldavad ennekõike kodifitseeritud teadmiste ülekannet.[19] Samas on kodifitseeritud ja kodifitseerimatu teadmise tähtsus/osakaal seotud tugevalt nii institutsionaalse keskkonnaga – mida madalam on ettevõtete TA võimekus, seda olulisem võib nende jaoks olla just kodifitseerimatu teadmise ja kogemuse ülekanne – kui ka tehnoloogiasektorite ja tehnoloogia tsüklite eripäradega, nt biotehnoloogias on üldjuhul palju tugevamad kodifitseerimise rutiinid ja võimalused kui IKTs.[20] Teisisõnu võivad kodifitseeritud teadmise näitajatest (patendid, kirjandus jms) saada mitte sisulise/olulise teadmise edasikandjad ja teadmiste ülekande potentsiaali indikaatorid, vaid formaalsed "tulemusnäitajad" teaduse rahastuse mängus.

Seega võib eeldada, et läbi institutsionaalse analüüsi raamistiku on meil võimalik tuvastada olemasolevaid probleeme teise nurga alt ning pakkuda ka uusi seletusi tänastele ja juba aastaid TAI poliitika debattides üleval olnud valdkonnapoliitilistele väljakutsetele.

2. TAI poliitika ja teadmiste ülekande protsesside mõistmine ja toetamine Eesti TAI poliitikates

TIPS programmi eelnevad uuringud (ennekõike 5.1 ja 5.3, ka 6.2 ja 4.3) on kinnistanud varasemaid arusaamu, et Eesti TA süsteemi rahastamine ja juhtimine on olnud selgelt suunatud teadusliku oivalisuse kui peamise võimekuse arendamisele.

Selle fookuse domineerimine ülikoolide käitumise peamise mõjutajana olnud ka TAI süsteemi arenguloogika peegeldus: 1990ndatel puudus selge innovatsiooni ja avaliku sektori nõudluse poliitika; 2000ndatel esilekerkinud innovatsioonipoliitika on keskendunud ennekõike universaalsele ettevõtluse võimekuste (ennekõike eksport, ärimudelid, turundus jms) arendamisele ning teaduse ja ettevõtluse "kokkutoomisele" (koostöö meetmed jms). Teisisõnu rõhub TA ja innovatsioonipoliitika üha rohkem teaduse sotsiaal-majandusliku mõjususe suurendamisele läbi ettevõtete ja ülikoolide tihedama koostöö ning seejuures teadusliku teadmise ülekandumisele. Samas on see poliitika pööranud vähem tähelepanu – kuni nutika spetsialiseerumise kontseptsiooni esilekerkimiseni – pakkumiskeskkonna (teadus) ja nõudluskeskkonna (ettevõtlus) võimekuste ja spetsialiseerumise kattuvuste analüüsile ja suunamisele.[21] Lihtsustatult öeldes on seni peamiselt püütud ettevõtete ja ülikoolide koostööd süvendada sõltumata sellest, kas konkreetsetes valdkondades eksisteerib kattuvaid võimekusi või mitte.

Sellise poliitikafookusega on kaasnenud TA süsteemi struktuursed omapärad, mis on siiani jäänud avaliku poliitika tähelepanu alt üldjuhul välja, kuid mis mõjutavad oluliselt TA süsteemi seoseid reaalmajanduse ja ühiskondlike vajadustega:

[19] vt siinjuures ka Nelson 2012
[20] Vt relevantsete empiiriliste uuringute ülevaadet Mowery ja Sampat 2005.
[21] Enamus innovatsioonipoliitika uurijaid rõhutavad kattuvate võimekuste olemasolu kui üht peamist eeldust teadmussiirde toimumiseks (vt nt Polt et al 2001).

- teaduslikule oivalisusele suunatud TA rahastamis- ja juhtimissüsteemi üheks oluliseks nõrkuseks on sotsiaalmajanduslikult oluliste rakenduslike uurimuste nii vähene toetamine (mh ka projektide lühiajalisus ja väikesemahulisus) üldise TA finantseerimisel, haruministeeriumite tagasihoidlik panus TA süsteemi arengusse kui ka haruministeeriumide koordineerivate tegevuste, mh selgete rakenduslike strateegiliste suundade puudumine paljudes valdkondades (vt täpsemalt TIPS uuringud 5.1 ja 5.3);
- seda probleemi on süvendanud ka erasektori suhteliselt madal ja ennekõike teadlaste hinnangul lihtsakoeline nõudlus TA teenuste ning ka rakenduslike teadmiste/uurimuste järele (vt TIPS uuringud 4.1 ja 4.3, aga ka allpool);
- TA rahastamis- ja juhtimissüsteem ei arvesta üldjuhul majanduslike sektorite eripärade ja mõjudega teadussektoritele (nt kuidas mõjutab IKT kui majandussektor IKT kui teadusvaldkonda või energeetika kui majandussektor energeetikat kui teadusvaldkonda; kui tugevad on seosed konkreetse riigi majandussektori ja teaduse vahel), ehk TA süsteemi eelduseks on pigem lineaarsete teadusest majandusse mõjuvektorite olemasolu ja tekitamine, mitte aga vastupidiste vektorite hoomamine ja ka mõjutamine.

Neid kitsaskohti on seni püütud lahendada läbi erinevate meetmete, mida on võimalik vastavalt nende formaalsele toimimisloogikale jagada kolmeks: pakkumispoole võimekuste arengu toetamine, spetsiifilised koostöö arendamise meetmed (nö koosloome protsesside toetamine) ja nõudluskeskkonna arengu toetamine (vt. lähemalt Tabel 1).[22]

Tabel 1: Teadmiste ülekannet soodustavad riiklikud toetusmeetmed (2007-2013) ja nende eelarved jaotatud vastavalt toimimisloogikale

Pakkumiskeskkonna arendamine	Koosloome võimekuste arendamine	Nõudluskeskkonna arendamine
- SPINNO+ (5,4 MEUR) - - Arendustöötaja kaasamise toetus (13 MEUR)	- Tehnoloogiaarenduskeskuste meede (40 MEUR) - Innovatsiooniosakud (8,5 MEUR) - Arendusosakud (17 MEUR) - Klastrite arendamise programm (10 MEUR) - Teadus- ja tehnoloogiaparkide investeeringute toetamise programm (2,1 MEUR) - Kompetentsikeskuste arendamise programm/meede (19 MEUR)	Erasektori nõudluskeskkond - Tööstusettevõtja tehnoloogiainvesteeringute toetus (43 MEUR) - Teadus- ja arendustegevuse projektide toetamine (56,2 MEUR) - Ettevõtlusinkubatsiooni toetusprogramm (2,6 MEUR) - Katse- ja pooltööstuslike laborite infrastruktuuri investeeringute toetamine (2,5 MEUR) - Ettevõtluse- ja innovatsioonialaste

[22] TIPS uuring 4.1 lähtub sarnasest jaotusest. Antud juhul oleme jaotuse teinud meetmete formaalsetest eesmärkidest lähtuvalt. Samuti võib mitmeid meetmeid (nt arendustöötaja kaasamine) vaadelda kui mitmesse kategooriasse kuuluvat meedet.

		teadmiste ja oskuste ning teadlikkuse arendamise programm (7,9 MEUR) **Avaliku sektori nõudluskeskkonna arendamine** - Kaitseministeeriumi TA programmid - Põllumajandusministeeriumi TA programmid - Keskkonnaministeeriumi TA programmid - Riiklikud tehnoloogiaprogrammid

Lühidalt võib rõhutada nende meetmete puhul järgmisi aspekte.

Esiteks, kui tabelis välja toodud meetmetele lisada ülikoolide tegevus patenteerimise ning tehnosiirde ja idufirmade alase võimekuste arendamisel, siis pakkumiskeskkonna arendamisel on olulisel kohal olnud ennekõike kodifitseeritud ja formaliseeritud teadmiste ülekande võimekuste arendamine, mis on aga osaliselt vastuolus laiema ettevõtluse ja avaliku sektori nõudluskeskkonna ja selle võimekustega, mis eeldab pigem kodifitseerimata teadmiste ülekande olulisust (vt täpsemalt ka TIPS uuringud 1.1, 1.2, 4.1 ja 4.4; seda näitasid ka käesolevas uuringus analüüsitud juhtumid (allpool)). Seda tasakaalustab mõnevõrra arendustöötajate meede, mis võimaldab mittekodifitseeritud teadmuse levikut.

Teiseks, nii avaliku kui erasektori nõudluskeskkonna kui koostöö/koosloome arendamise toetamisel leiab formaalselt mitmeid meetmeid ja tegevusi, kuid nende sisuline rakendamisloogika on põhinenud pigem teadmiste ülekande lineaarsel loogikal, mis põhineb suhteliselt lihtsakoeliste probleemide ja lahenduste lahtimõtestamisel (nö pakkumine ei vasta nõudlusele ning pakkumine peaks kohanema) ning olulisel määral ka teadlaskonna rollil meetmete spetsiifilise fookuse ja tegevuste sisustamisel (ehk meetmete formaalsete eesmärkide kõrval on olulised ka teadlaskonna strateegilised huvid ennekõike suunata meetmeid rahvusvaheliselt oivalise TA toetamise suunas).

Samas, nagu on näidanud TIPSi eelnevad uuringud (vt eelkõige 5.1), on Eesti erasektori TA lepingud oluliselt lühiajalisemad ning väikesemahulisemad (mõnest kuust aastani) võrreldes TA oivalisust toetavate meetmetega (reeglina paarist aastast seitsme aastani), mistõttu puudub täna uurimisgruppidel kindlustunne ja ka vajadus oma võimekuste kohandamiseks vastavaks sotsiaalmajanduslikule nõudlusele.

Erasektori nõudluskeskkonna arendamise meetmete sees on domineerinud ennekõike avatud taotlusvoorudega meetmed, kus poliitikameetmed pole olulisel määral sõnastanud struktuursete muutuste eesmärke ja fookusvaldkondi (st eesmärgiks on ettevõtete võimekuste areng üldiselt) ning teadmiste ülekande tihenemine nende meetmete mõjul on pigem kaudne (st eeldab ka ülikoolide võimekuste ja fookuste muutumist, mida pole samuti strateegiliselt suunatud). Kuigi Tabelist 2 johtub, et puht rahalises vääringus on ettevõtlustoetuste loogika püüdnud stimuleerida just TA nõudluskeskkonda ja ülikoolide ja ettevõtete koostööd, siis formaalset koostööd kirjeldav statistika

olulist hüpet teadmussiirdes nii võrdluses teiste riikidega kui ka TA asutuste muude sissetulekute taustal ei näita (vt TIPS 4.1 ja 4.3).

Lisaks, nõudluspoole arendamise meetmed, kus riik loob ise nõudluse teadmistele/tehnoloogiatele (nt läbi probleemi sõnastamise/püstitamise) või aitab arendada ettevõtete võimekusi, on leidunud vaid vähesel määral valdkondlike ministeeriumite ja valitsemisalade tegevuses ning riiklike tehnoloogiaprogrammides. Kõige süsteemsem on olnud siin Kaitseministeeriumi, Põllumajandusministeeriumi ja Keskkonnaministeeriumi tegevus. Kuid nagu me allpool põhjalikumalt näitame, on nii nende ministeeriumite kui ka riiklike tehnoloogiaprogrammide loogika formaalselt küll nõudluspõhine, kuid sisulise elluviimise võtmes (nõudluse sõnastamine, meetmete rakendamine läbi avatud taotlusvoorude jms) pigem koosloome või isegi pakkumise põhine (st tegevuste sisustamisel domineerivad ülikoolid ja teadlased), mistõttu on ka erinevate seotud osapoolte (teadlased, ettevõtjad, riigiasutused) hinnangud nendele tegevustel väga erinevad.[23]

Kolmandaks, kui enamus riiklike meetmeid üritab mõjutada olemasolevate organisatsioonide (TA asutused, ettevõtted) keskseid võimekusi ning tekitada nendes uusi rutiine – mis on aga äärmiselt keeruline, kuna enamus nendest meetmetest põhineb suhteliselt piiratud ajamahuga projektidel (eriti võrdluses domineeriva teaduse riikliku ja EL-põhise rahastamise mudeliga) – siis koosloome võimekuste arendamise puhul on erandlikuks meetmeks tehnoloogiaarenduskeskuste (TAK) meede, mis oli otseselt suunatud uute rutiinidega organisatsioonide (sh strateegiline fookus ja kesksed eesmärgid) tekitamisele TA süsteemis. Teadmiste ülekandumise toetamise ja arengu seisukohalt on seetõttu tegemist ühe unikaalseima ja olulisema meetmega.

TAKidesse on koondunud vastavate valdkondade peamised rakendusliku/ülekanduva potentsiaaliga teadmised (mis TA süsteemis TAKide käimalükkamise hetkel olid). Ehk TAKid on sisuliselt vähendanud ka ülikoolide ja ettevõtete vahelise otsese (jälgitava/mõõdetava) teadmiste ülekandumise potentsiaali. TAKid on formaalselt ettevõtted, mis on ise üsna olulise osa rakenduslikust teaduslikust teadmisest juba oma loomishetkel ülikoolidest ettevõtlusesse üle toonud (sama võib tõenäoliselt öelda ka teatud klastrite kohta). Kuna tänaseks eeldab TAK meede ka TAKide kasvavat TA tegevuse alast rahalist iseseisvust (s.t. peavad jõudma oma toodete ja teenuste väljaarendamiseni) ehk TAKid käituvad ise üha rohkem kui kriitilise massiga ettevõtted (mõneti kui institutsionaalsed spin-out'd), siis on ka tõenäoline, et TAKide roll kui teadmiste ülekande vahendaja, mis lähtub ka avalikust huvist (ning mis on siiani olnud osade TAKide missiooniks), väheneb veelgi.

Kokkuvõtvalt võib öelda, et tänane HTMi kureeritav TA süsteem on keskendunud ennekõike TA baasvõimekuste arendamisele universaalsete põhimõtete alusel ning TA süsteemis puudub siiani süsteemne sotsiaalmajanduslikku nõudlust otseselt arvestada/teenindada püüdev dimensioon. Ettevõtluses toimuv TAI tegevus on olnud senini pigem MKMi poliitikate ja hallatavate asutuste ülesandeks. Siinkohal on haruministeeriumite poolne TA tellimuse suunamine olnud üldjuhul pigem väikesemahuline ja juhuslik.

TIPSi senised uuringud on aga näidanud, et selline süsteem ei toeta ülikoolides toimivat rakenduslikku TA-d ja sealt väljakasvavaid praktilisi tehnoloogiaid ja lahendusi alati kõige optimaalsemalt. Ennekõike puudub ülikoolide TA-tegevuses keskne arusaam rakendusliku fookusega uurimistöö vajadustest ja väljakutsetest. Näiteks on rakendusliku fookusega uuringute jaoks tihti

[23] Vt ka TIPS uuring 6.2, mis viitab sarnastele tendentsidele.

vajalik alusteaduslik uurimistöö probleemide lahtimõtestamiseks ja optimaalsete lahenduste tutvustamiseks, mida täna ei ole valmis rahastama ei erasektor ega ettevõtete kaudu TAd rahastavad riiklikud – peamiselt EAS – meetmed ning otsene avaliku sektori tellimus. Samamoodi ei ole ülikoolid organisatsioonidena piisavalt paindlikud keskenduma potentsiaalselt turustatavate lahenduste viimistlemisele/kohandamisele ja turundamisel, mis on väga spetsiifiline ja pikaajaline tegevus. Selles kontekstis võibki tänase TA süsteemi üht peamist kitsaskohta – laialt levinud kriitikat teaduse vähese ühiskondliku rakendatavuse osas – lihtsustatult mõista kui süsteemi piiratud võimekust reageerida (sh nii vastata kui suunata) erasektori ja avaliku sektori nõudlusele (ning teiselt poolt ka selle nõudluse hägususena). Nagu mainitud, ka nutika spetsialiseerumise kontseptsiooni keskne idee on sarnaseid kitsaskohti avada ja lahendada.

Lisaks on TA poliitika seni suuresti ignoreerinud neid dünaamikaid, mis on tekkinud erinevate teadmiste ülekandemustrite sees. Teisisõnu, olemasolev poliitika ei ole lähtunud vajadusest muuta või mõjutada erinevate ja juba toimivate ning väljakujunenud ülekandeprotsesside probleeme ning eripärasid ja on lähtunud eeldusest, et teadmiste ülekande protsess on erinevates tehnoloogiavaldkondades ning turusektorites samasugune (st kõik tehnoloogiaprogrammid, TAKid jms meetmed on oma formaalselt sarnased kõikide tehnoloogiavaldkondade jaoks).

Uuringu peamine eeldus seisneb selles, et ülaltoodud kitsaskohad on ka peamised Eesti TA süsteemi reaalmajanduslikke mõjusid määravad tegurid. Teisisõnu, kui ülaltoodud kitsaskohti püüda kõrvaldada (selle asemel, et luua lihtsalt uusi poliitikameetmeid, institutsioone jne), peaks ka TA poliitikate reaalmajanduslik mõju kasvama.

3. Analüüsi meetod

Analüüsi fookuses on teadmiste ülekande protsess (ja selle erinevate mustrite mõistmine, st me analüüsime protsessi kui tulemust), mida mõjutavad nii teadmiste ülekande agendid (ülikoolid, teadlased) ja vastuvõtjad (ettevõtted, avalik sektor) kui ka institutsionaalne ja innovatsioonisüsteemi struktuurne keskkond, milles viimased tegutsevad.

Analüüsi peamine hüpotees on, et erinevates tehnoloogiavaldkondades on ülekande protsess ning institutsionaalne ja nõudluskeskkond erinev, mistõttu võib eeldada, et horisontaalne poliitika, kus tehnoloogiate vahel erisusi ei arvestata ning mis lähtub ennekõike teadmiste arengu ja leviku lineaarsest loogikast, ei ole parim võimalik lähenemine teadmiste ülekande võimendamiseks.

Uuringu aluseks olevale kontseptuaalsele raamistikule tuginedes püüti läbi teadmuse ülekandega seotud olnud ettevõtjate, teadlaste ning avaliku sektori esindajate intervjueerimise kaardistada osapoolte kogemust ja vaateid, kuidas täna Eesti TA süsteemist väljub olulise sotsiaal-majandusliku mõjuga teadmus. Selleks, et tuvastada neid inimesi, selekteeriti kombineeritud meetodil (vt allpool) ning tabelis 2 kokkuvõetud raamistiku alusel välja eri tüüpi eeldatavalt olulist sotsiaal-majanduslikku mõju kaasa toonud teadmussiirde juhtumeid. Tabel 2 kajastab nii keskseid ülekande loogikaid (sh erinevaid ülekande vorme nende loogikate sees) ning tutvustab lühidalt ka millisena ja kui olulisena need ülekande vormid erinevates tehnoloogiatsüklites võiksid kajastuda.

Nõudluspõhine teadmuse ülekande loogika eeldab seda, et teadmuse rakendaja (ettevõte, avalik sektor) on huvitatud väliste TA tulemuste kasutuselevõtust, võimeline sõnastama oodatava TA tegevuse tulemuse ning reeglina ka (kaas)rahastab TA tegevust. See loogika eeldab, et TA süsteemis on olemas võimekused nõudlusele reageerimiseks. **Pakkumispõhine** teadmuse ülekande loogika eeldab seda, et TA süsteem on võimeline ära tundma majanduses või ühiskonnas valitseva tehnoloogilise nõudluse või tekitama uut nõudlust läbi TA tulemuste siirdamise.

Nagu mainitud on klassikalises arusaamas teadmiste ülekanne tihti äärmiselt lihtsustatud: kas põhineb selgel nõudmisel või pakkumisel ning üldjuhul ei eelda selline arusaam ei pakkuja ega vastvõtja seisukohalt teadlikku ja olulist rutiinide ja võimekuste muutmist ülekande toimimise eeldusena (st teadmised ja tehnoloogid või vajadus on juba eelnevalt olemas ja nö "riiulis" ning ülekanne on ennekõike formaalne protsess). Samas nt nutika spetsialiseerumise kontseptsiooni loogika ja selle kasutuselevõtu põhjused EL poliitikates rõhuvad sellele, et eriti Euroopa vähemarenenud piirkondades (aga ka üldkasutatavate tehnoloogiate horisontaalseks levikuks) tuleks vajadusel kasvõi riigi toel tõugata erinevaid osapooli uute ja pigem eksperimentaalsete ettevõtlike avastusprotsessideni, kus peamine rõhuasetus ei ole mitte olemasolevate võimekuste ja teadmiste/tehnoloogiate ülekandel iseenesest, vaid teadlikumalt otsimis- ja õppimistegevusel, mille käigus peavad nii TA süsteemi osapooled kui ka ettevõtjad ja riik kui tark tellija oma sisemisi rutiine ja võimekusi teadlikult arendama, et teadmiste ülekanne muutuks laiapõhjalisemaks. Käsitleme seda viimast kui **koosloome** põhist (co-production) ettevõtlikku avastusprotsessi, millest võib omakorda välja kasvada ka uusi nõudlus- ja pakkumispõhiseid ülekande protsesse. **Koosloome** põhine teadmuse ülekande loogika eeldab seega, et teatud/paljudes valdkondades ei ole ei nõudluse ega pakkumispõhise loogika jaoks vajalikud osapoolte võimekused ja eeldused üheselt selged ja väljakujunenud (st esineb informatsiooni ja koordinatsiooni tõrkeid jms) ning teadmiste ülekandumisele peab eelnema nö *ettevõtlik avastusportsess*, kus erinevad osapooled astuvad välja

oma senisest rutiinidest, võtavad riske ning püüavad koos eksperimenteerides leida uusi teadusliku teadmise põhiseid tegevusvaldkondi ja nišše.

Nagu samuti eelpool sedastatud, siis empiirilised uuringud on näidanud, et tehnoloogia ülekande iseloom ja ulatus erineb märkimisväärselt tehnoloogiate ja majandussektorite kaupa. Siinkohal oleme tehnoloogiatsüklite eristamiseks kasutanud klassikalist Utterback'i taksonoomiat[24] ning mille näitlikustamiseks kasutasime vastavalt biotehnoloogia (algfaas), IKT (kiire arengu faas) ja energia (küpse arengu faas) juhtumeid.[25] Biotehnoloogia sektorit iseloomustab teistest sektoritest suurem teadmiste kodifitseerimise (patendid, litsentsid) traditsioon ning ülikoolide keskne roll läbimurdeliste uuenduste tekitajana (mida eri riikides finantseeritakse suuresti läbi haruministeeriumite või kesksete avaliku missioonidest lähtuvana). IKT, mille alustehnoloogiate loomisel on ajalooliselt ülikoolide roll olnud samuti suur, on tänaseks liikunud kiire arengu ja leviku faasi, kus on välja kujunemas selged tehnoloogilised standardid ja ärimudelid ning kasvab protsessiinnovatsiooni tähtsus, ja mis on seega vähendanud ülikoolide otsest tähtsust teadmuse allikana ning suurendanud ülikoolide rolli inimkapitali pakkujana. Siinkohal vaatame ka elektroonikaga seotud arenguid. Energeetika puhul on tegemist küpsesse faasi jõudnud tehnoloogiatega, kus TA tähtsus ennekõike ettevõtluse arendustegevuses langeb, ning keskendutakse olemasolevate lahenduste kulu-efektiivsuse maksimeerimisele. Küpse tehnoloogiate põhised sektorid on tavaliselt komplekssed ja osaliselt ka "politiseerunud", sest aja jooksul on välja kujunenud tugevad sektoriaalsed jõujooned (pakkujate, tarbijate ja avaliku huvid) ning suurtest investeeringutest tingitud raja-sõltuvused, mis teevad uute TA tulemuste kohandamise sektori nõudlusega keeruliseks. Samas võidakse selle kulu-efektiivsuse saavutamiseks kasutada ka uusi tehnoloogilisi lahendusi (nt materjaliteaduste või IKT põhiseid lahendused tarkade võrkude jms näol) või tekivad alternatiivsed tehnoloogilised võimalused ja lahendused (nt taastuvenergia näol), mille oluline väljakutse on olemasolevate komplekssete tehnoloogiaplatvormidega ühildumine. Sektori küpsusest tulenevalt sõltub ka nende uute tehnoloogiate kasutuselevõtt ja levik olulisel määral mitte nende uute lahenduste endi võimekustest, uudsusest ja headusest (nt nagu IKT ja biotehnoloogia loodud täiesti uute äriniššide puhu), vaid ka nende konkurentsieelistest võrdluses küpsete energiatehnoloogiatega (st. need uued tehnoloogiad hakkavad levima siis, kui nad on mitte ainult paremad, vaid ka odavamad kui traditsioonilised tehnoloogiad). Seetõttu on ka teadmiste ülekande protsessid nö uute energiatehnoloogiate puhul palju komplekssemad ja sõltuvad valdkondlikust institutsionaalsest keskkonnast.

Siiski tuleb arvestada, et taoline tehnoloogiline jaotus on üldistav ning loomulikult esineb tehnoloogiasektorite sees erisusi.

[24] J. Utterback (1996) "Innovation and Industrial Evolution" in Utterback (ed) Mastering the Dynamics of Innovation, Harvard Business School: Boston, Massachusetts, pp. 79-102.
[25] Tehnoloogiasektorite eripärade kohta vt ülevaatlikult Bonvillian and Van Atta 2011; Mowery et al 2010.

Tabel 2: Teadmussiirdega seotud ettevõtjate, teadlaste ja avaliku sektori töötajate kaardistamise aluseks olevate juhtumiuuringute valiku ning analüüsi raamistik

Ülekande loogika (ja näited) / Tehnoloogia-tsükkel	**Algfaas**	**Kiire leviku faas**	**Küpsusfaas**
Nõudluspõhine: Tellimuslepingud era- ja avaliku sektoriga (rutiinsete teadmiste 'riiulist ostmine') Arenduslepingud erasektoriga ja avaliku sektoriga, kus probleemid sõnastab tellija (sh otsene riigihange või katalüütiline riigihange)	Võib eeldada, et tehnoloogiatsükli algfaasis ei ole nõudluse sõnastamiseks turul piisavalt võimekust		Võib eeldada, et tehnoloogiate küpsemisel tekib üha rohkem nii rutiinseid teadmisi kui ka konkreetset nõudlust teadmiste ülekandumiseks
Koosloome põhine ettevõtlik avastusprotsess: Ettevõtete või avaliku sektori ühisprojektid eksperimentaalsema arendustegevuse jaoks, kus ühildatakse ettevõtete ja teadlaste võimekusi ning otsitakse/avastatakse (entrepreneurial discovery) uusi nišše ja tegevusalasid a) ettevõtte/avaliku sektori initsiatiivil b) poliitikate toel (nt FP7 ja H2020 meetmed) Eelkommertsiaalne hange		Võib eeldada, et koosloome põhine teadmiste ülekanne on võimalik ennekõike kiire leviku faasis, kus on ühelt poolt tekkinud rutiinsed teadmised ning teiselt poolt ei ole veel välja kujunenud selgeid ärimudeleid ja turuloogikaid, mis annab võimaluse eksperimentaalseks teadmiste loomeks ja levikuks	Tehnoloogiate küpsusfaasis tekivad võimalused ka teadmiste horisontaalseks levikuks ehk rutiinsete teadmiste kohandamiseks ja rakendamiseks uues keskkonnas ning olemasolevate tehnoloogiate ümbermuutmiseks
Pakkumispõhine: Teadlaste ja tudengite spin-off'd	Spin-off'id ja spin-out'id kui teadmiste kodifitseerimise, ja tuleviku läbimurreteks		Tudengite (aga ka teadlaste) spin-off'id kui küpsete sektorite niššide arendamine

Institutsionaalsed spin-out'd Patendid, litsentsid	valmistumise viisid		

Kokku viidi läbi 29 intervjuud ettevõtjate, teadlaste, ülikoolide ja avaliku sektori esindajatega. Seotud inimeste tuvastamise aluseks olnud juhtumeid oli kokku 29: 6 IKT ettevõtet, 7 biotehnoloogia ettevõtet ja 1 uurimisgrupp, 8 energeetika ettevõtet, lisaks kõik vastavate valdkondade TAKd (esialgu kaardistati 75 potentsiaalselt olulise sotsiaal-majandusliku mõjuga teadmussiirde juhtumit). Kogutud andmeid täiendati juba varasemalt kaardistatud uurimisgruppide (TIPS 5.1 uuring, mille käigus intervjueeriti 35 uurimisgrupi esindajat), ettevõtete (TIPS 4.1, 4.3, 4.4) ja ülikoolide (TIPS 4.1) kogemusega ning dokumendianalüüsiga. Juhtumite valikute aluseks olid Tabelis 2 toodud kriteeriumid.

Juhtumite kaardistamine toimus nn lumepallimeetodi abil kolmes etapis:

- TIPS varasemad uuringud ning arutelud TIPS partneritega
- Meediamonitooring
- Intervjuud ülikoolide TA ja innovatsiooni üksustega, TAKidega

Uuring ei ole representatiivne, sest puudub ülevaatlik andmestik Eesti TA süsteemist väljunud rakenduslike tehnoloogiate ja lahenduste kohta. Lisaks selgus uuringu käigus, et enamike meie poolt tuvastatud juhtumite puhul saame rääkida peamiselt kodifitseerimatu teadmise ja inimeste-kesksest teadmiste ülekandest, mistõttu ei saa teadmiste ülekande protsessi ja loogikaid selgelt kodifitseerida ja kaardistada (st osapooltel on erinevad arusaamad teadmiste ülekande toimumisest, selle mahust ja loogikast). Seetõttu on analüüsi rõhuasetus pigem juhtumitega seotud osapoolte (teadlased, ettevõtjad, riigiametnikud) arusaamade ja seisukohtade kaardistamisel ja süstematiseerimisel.

Seetõttu on ka analüüs on oma olemuselt avastav: eesmärk oli tuvastada ja kirjeldada erinevaid mustreid nõudluskeskkondade ja tehnoloogiatsüklite sees. Uuringu käigus selgus ka, et mitmed meedias ja ka nt ülikoolide poolt väljatoodud edulood omavad tihti väga erinevaid hinnanguid ning arusaamu mõjust, edu allikatest, koostöö ja teadmiste ülekande sügavusest jne.

Samas on tegemist juhtumitega, mis hõlmavad praktiliselt kõiki TAI uues strateegias väljatoodud nutika spetsialiseerumise valdkondade spetsiifilisi kitsendusi. Lisaks võimaldas valim teha esialgseid järeldusi ka haruministeeriumite TA tegevuse mõjususe osas. Tegemist on esimese uuringuga Eestis, mis püüab tehnoloogiavaldkondade erinevusi ning teadmiste rakendamise keskkondade (avaliku vs erasektori nõudlus) erinevusi avada ja arvesse võtta. Seetõttu esitame ka lisaks põhilistele järeldustele ka võimalikke hüpoteese ja esilekerkivaid tendentse/dünaamikaid, mida tasub edaspidi põhjalikumalt lahata ja seirata.

4. Teadmiste ülekande erinevad mustrid Eestis

Analüüsitud juhtumianalüüside põhjal võib väita, et Eesti TA süsteemist väljub tänasel päeval teadmisi väga erinevate mustrite kaudu, milledel on selgelt eristatavad dünaamikad.

Tabel : Näited Eesti teadmiste ülekande tüüpidest (esialgne selektsioon, võib muutuda)

Ülekande loogika / Tehnoloogia-tsükkel	Algfaas	Kiire leviku faas	Küpsusfaas
Nõudlus	Prosyntest (tänane Cambrex Eesti) FITBiotech OY Eesti filiaal Protobios	Erinevad kaitsevaldkonna tehnoloogiad (nt Rantelon) Skeleton Technologies TBD-Biodiscovery	Eesti Energia ja VKG koostöö TÜ ja TTÜga, Goliath koostöö TTÜga
Koosloome	TAKd (nt VTAK, TTTAK, TPTAK) Crystalsol?	TAKd (nt STACC, ELIKO, TFTAK) Quattromed HTI Laborid Self-Diagnostics Skeleton Technologies?	TAKd (nt IMECC); Harju Elektri HESA substation
Pakkumine	Asper Biotech Icosagen Crystalsol		Water Technologies Partners, Aqua Consult Baltics, Passive House ME-3 bakter

Domineerivad mustrid

Vaadeldud juhtumianalüüside põhjal võib aga väita, et teatud ülekandemustrid domineerivad ning teatud mustreid (sh klassikaline lineaarne muster, kus kodifitseeritud teadmisest tekivad uued lahendused ja ettevõtted) esineb pigem harva, mis on ka evolutsioonilise innovatsiooniteooria alusel eeldatav: innovatsioon on seotud kõrgete teadmiste ja riskidega ning etteennustamatu arenguteega sõltudes nii pakkumis- kui nõudluskeskkonna võimekustest ning osapoolte rutiinidest. Lisaks on nendel mustritel ka selged tehnoloogiasektori põhised karakteristikud.

Läbiviidud intervjuude ning juhtumianalüüside põhjal saab üldistada, et tänast TA süsteemi iseloomustab rakenduslike tehnoloogiate ja lahenduste ülekandmisel reaalmajandusse eelkõige:

a. huvipõhisusest tõukuv algatus, mis on olemuselt tihti pigem eksperimentaalne (st selget nõudlust ja turgu pole algselt sõnastatud) ja rajasõltuvuslik (st piiratud ‘huvitatu’ seniste sektoraalsete piiridega)

b. mittekodifitseeritud teadmise ülekanne (üldised teadmised, spetsiifilised teadmised protsessidest ja disainilahendustest, käsitöö oskused)
c. mitteformaalne ja inimeste suhtlemise kaudu toimuv ülekanne (st teadmised rändavad inimeste peas ja inimeste vahel), mistõttu ei saa me väga rääkida formaalsest organisatsioonidevahelisest koostööst (ning mistõttu suur osa koostööst ei kajastu ka formaalsetes koostöö indikaatorites)
d. mitmekihiline ja pikaajaline avalik kaasrahastus, mis ei ole aheldatud ning ei lähtu tehnoloogiatsüklitest ning tihti ka klassikalistest edukriteeriumitest (st enamus teadmiste ülekandumise protsesse, mis hõlmab ka rakendaja huvidest lähtuvat arendustegevust, kestavad pikemalt – 5-10 aastat – kui nende toetamiseks ettenähtud meetmed ning tulenevad tihti teistsugustest võimekuste arengutest kui formaalsed meetmed eeldavad)

Nagu rahvusvaheliste uuringute taustal eeldati, siis analüüsitud valdkondades rõhutati formaliseeritud ja lepinguliste suhete ning patenteerimise/litsentseerimise tähtsust kõige tugevamini seoses toidutehnoloogiatega ja biotehnoloogiaga laiemalt, kuid muudes valdkondades (sh IKT, elektroonika, energeetika) peeti teadmiste ülekande keskseks faktoriks mittekodifitseeritud kompetentse ja oskusteavet (inimeste liikumine ja suhtlemine). Samas, nagu allpool lähemalt näidatakse, siis ka biotehnoloogias laiemalt mängivad mittekodifitseeritud teadmised väga olulist rolli, olles lõviosa juhtumitest ka ärimudelites olulisemal kohal kui kodifitseeritud teadmine (nt spetsialiseeruvad turutingimustest sõltuvad Eesti biotehnoloogiaettevõtted pigem spetsiifiliste teenuste osutamisele kui originaaltoodete arendamisele).

Eelnev seletab ka suure osa intervjueeritavate reserveeritud suhtumist ülikoolide katsetesse võimendada teadmiste ülekannet tsentraalsete institutsioonide loomise kaudu (tehnoloogiasiirde üksused jms). Samal ajal pidasid pea kõik intervjueeritavad ülikooli keskseks rolliks teadmiste ülekandel kvalifitseeritud lõpetajaid. Olulise faktorina rõhutati siin nö organisatsioonide rutiinide erinevusi: teadmiste ülekanne teadusuuringutest ettevõtlusesse ja edukas rakendamine turul eeldab kompetentse ja valmidust investeerida pikaajaliselt äritegevustesse (kohandatud arendus-, müügi- ja turundustegevus), mis ei ole (ja enamike vastajate arvates ei saagi olla) ülikooli keskne pädevus või roll.

Juhtumianalüüside põhjal võib Eestis välja tuua kuus erinevat mustrit, mille kaudu rakenduslik teadmine kandub üle reaalmajandusse ning avalikku sektorisse, tuues sellega kaasa olulist majanduslikku ja/või ühiskondlikku mõju:

a) Teadmus kandub üle läbi lõpetajate, muud otsest (lineaarse loogikast lähtuvat) rolli TA süsteemil pole. Viimane aga ei tähenda, et ülikoolide TA tegevus ei oleks nende teadmiste aluseks, mis läbi inimeste levib ja mõjutab sotsiaal-majanduslikku keskkonda (nt TÜ IT teaduskonna mõju tänasele IT sektori spetsialiseerumisele Eestis).
b) Teadmus kandub ühiskonda läbi lõpetajate, kuid TA süsteem aitab kaudselt edasi. Ülikoolid ise ei osale teadmise ülekande algatamises ning sealt ei lähe ka välja kodifitseeritud teadmine, ent ülikool on lõpetajate jaoks (doktorantuur) kui nišš ideede arendamiseks kuni iseseisvalt välja tulla toote/lahendusega. Doktorantuur ja järel-doktorantuur on siin kui ideede genereerimise koht, kus läbi teaduskonverentside ning rahvusvahelise teaduskoostöö (FP7, Horizon2020 grandid jms) arendatakse oma võrgustikku ja kontakte. See võimaldab

tehnoloogial levida ja ettevõttel väljaspool TA süsteemi ellu jääda, toetades vajaliku arendustöö tegemist . Sisuliselt rahastatakse tehnoloogiliste niššide otsimist (ettevõtlikku avastusprotsessi) kaudselt muudest avalikest TA finantsallikatest.

c) Ettevõtlikud teadlased[26], kes soovivad ideid katsetada turul, viivad välja nii kodifitseeritud kui ka mittekodifitseeritud teadmuse, kuid reeglina tekivad Eestiga seotud ja töötavad ärimudelid mittekodifitseeritud teadmuse ümber.[27] Tõuge tuleneb mitteformaalsest koostööst teiste (juhtivate) teadlastega, kes tihti on ka ise osanikeks või konsultantideks, kelle kaudu siis omakorda jõutakse edasiste kontaktide ja ühiste TA projektideni väliste organisatsioonidega. Ülikooli rolliks jääb teadlasele varju pakkumine kuni ärilise nišši leidmise, läbikukkumise või väljumiseni (reeglina jäädakse paralleelselt ülikooli palgale) ja osaline teenuste allhange (kuna tehnoloogia vastuvõtjal puuduvad spetsiifilised teadmised). Teadmuse ülekannet rahastatakse olulisel määral avaliku sektori (EAS Eestis, aga ka välisriikide riiklikud investeerimispangad jms) ning kõrvaltegevuste kaudu (programmeerimine, ärivahendus), arendustöö ning (potentsiaalne) tootmine kontsentreerub lõpuks sinna, kus on võtta oskusteadmist, avalikku pikaajalist rahastust ja potentsiaalset nõudlust.

d) Ülikoolist eralduvad erinevatel põhjustel teadlased, kel säilivad TA süsteemiga peamiselt informaalsed kontaktid ning mõningane vastastikune teenustepakkumine (laborite kasutamine, testimine) ja ühisprojektid. Läbi turu tagasiside jõuab selle kaudu ka uut infot ülikooli, mis kaudselt mõjutab ka uurimissuundi. Samas on see suhteliselt aeglane samm-sammuline muutus, sest ülikoolis põrkuvad täna kaks erinevat tagasisidet: vajadus forsseerida klassikalist (nö “1%”) publitseerimist vs turgude tagasiside, mis on alati suunatud pigem eksperimentaalsele ja rakenduslikule teadustegevusele (mida on raskem ja tihti lepingute kontekstis ka võimatu publitseerida)

e) Rakenduslike TA tellimuste kaudu luuakse olulise sotsiaal-majandusliku mõjuga lahendusi. Tellijateks on nii erasektor kui ka avalik sektor (nt haruministeeriumite TA programmide kaudu). Samas on erasektori valmisolek Eestis arendustegevusi tellida tagasihoidlik (vt allpool ülikoolide statistikat) ning tihti puuduvad TA süsteemis erasektorit huvitavad võimekused. Avaliku sektori TA tellimustest on välja kasvanud mitmed olulise mõjuga tehnoloogiad (nt kaitsevaldkonnas, põllumajanduses). Kuid siin on üldiseks probleemiks avaliku sektori vähene suutlikkus sõnastada TA vajadusi ning kaasata lõpp-kasutajaid, mis on viinud olukorrani, kus teadlased tihti ise ütlevad, mida nad teha saaksid/tahaksid. Sealjuures lähtutakse sellest, et avaliku sektori TA tellimus haakuks olemasolevate TA teemadega. Kokkuvõttes jäävad paljud avaliku sektori kasutusse antud TA tulemused „riiulile“.

f) Klassikalist lineaarset teadmiste ülekannet, kus ülikooli uurimistegevusest kasvab välja kodifitseeritud teadmine, mis kandub patentide, litsentside või spinn-off’de kaudu üle TA-süsteemi välistele osapooltele ning toob endaga otseselt kaasa Eestiga seostatava olulise reaalmajandusliku mõju, on Eesti TA süsteemis pigem erandlikud.[28] Isegi kui kodifitseeritud

[26] Siin tuleb eristada ettevõtlikku teadlast teadlane-ettevõtjast, st iga ettevõtlik teadlane ei pruugi olla automaatselt ise ettevõtja.

[28] Ilmselt tuntuim on siin Tartu ülikoolis Marika Mikelsaare poolt juhitud mikrobioloogia-alased uuringud, mis on viinud ME-3 bakteri rakendamiseni toiduainetetööstuses. Samas on see ka näitlik juhtum patenteeritud teadmuse jõudmise keerukusest reaalsesse kasutusse – protsess on kestnud avastamisest alates 20 a, läbirääkimisi on peetud ca 200 ettevõttega, osad partnerid on turult lahkunud ning tänaseks toimib kaks lepingut. Nagu asjaosalised ise seda nimetasid, see on „nõelaga läbi heinakuhja teise nõela tabamine“.

teadmine on osa üleminevast teadmisest, siis enamus juhtudel ei ehitata konkreetseid ärimudeleid ümber kodifitseeritud teadmiste, vaid nendel teadmistel on pigem toetav iseloom. Samas, oluline osa kodifitseeritud teadmisest, mis eeldab teadmuse vastuvõtjalt keskmisest kõrgemat TA kompetentse ning investeeringuvõimekust, kipub Eesti innovatsioonisüsteemist lahkuma.[29] Osalt näitab see kohaliku nõudluse iseloomu, teisalt aga ka TA süsteemi rahvusvahelist konkurentsivõimet.

5. Erinevate teadmise ülekandumise loogikate roll ja omapärad Eestis

5.1. Pakkumine

Kuigi ülikoolide strateegiline vaade peab pakkumispõhist lähenemist äärmiselt oluliseks (sh spin-off ettevõtete loomine ja teadlaste tehnoloogiate pakkumine ettevõtetele ja avalikule sektorile), siis reaalsuses on tänaseks tekkinud üksikuid edukaid spin-off ettevõtteid ja valmislahendusi, mis on lihtsas lineaarses joones turule (või pigem turulähedasse arendusfaasi) jõudnud.[30]

Antud võtmes on alates 2000-ndate algusest Eestis (kooskõlas Euroopa kogemusega) üheks tõusvaks trendiks olnud ülikoolides tehnoloogisiirdele keskenduvate üksuste rolli tähtsustamine. Samas on intervjuude baasilt antud kontekstis ja nö klassikalise tehnoloogiasiirde protsessi elluviimisel ilmnenud olulised piirangud. Nimelt on siin tehnoloogiasiirde üksuste tegevus seatud sõltuvusse tehnoloogiasiirde protsessi aluseks oleva teadmuse kodifitseeritavuse tasemega – mida lihtsamini määratletav ja selgitatav on see erasektorile, seda enam sobilikum on tehnoloogiasiirde üksuse roll selle protsessi vahendamisel kui ka selle formaliseerimisel (nt patent + litsentsileping formaadis).

Eesti kontekstis võib väita, et paljudel juhtudel on spin-off ettevõtete puhul tegemist ettevõtte taga seisvate inimeste eneseteostusprojektidega (sh kohapealse arengu mõttes mitmel juhul ka aateliste projektidega) ning mitte niivõrd pikaajalise strateegilise suuna „ettevõtlik ülikool“ elluviimise näidetega. Lisaks, juba klassikaliste tehnoloogiasiirde edulugude kontekstis on tõstatatud küsimus tehnoloogiasiirde üksuste reaalsest valmisolekust vahendatavaid projekte nii kvantiteedilt kui kvaliteedilt toetada.

Võib öelda, et siinjuures on Eesti TA poliitika oluliseks puudujäägiks olnud teadustööst väljakasvavate ideede ja potentsiaalsete lahenduste toetamise nii mahult kui ajaliselt piiratud ressursid – paljud teadlaste loodud aktiivseid spin-off ettevõtteid liigub rakendusuuringute ja arendustegevuse intensiivistumisel väliskapitali kätte, et mh leida ka suuremat ja jätkusuutlikumat riigi toetust mujalt. Selle tulemusena väljutakse ka Eesti innovatsioonisüsteemist. Sisuliselt räägime ka sellest, et enamus pakkumispõhiseid lahendusi liigub tegelikkuses arendustegevuse käigus koosloome faasi, kus

[29] Näiteks, nagu näidati TIPS 5.1 uuringus, siis Eesti teadlaste poolt ETISe andmebaasi sisestatud 159st USAs registreeritud ja seisuga detsember 2013 kehtivast patenditaotlusest kuuluvad 22% puhul varalised õigused TA asutustele ja Eesti teadlastele (vastavalt 16% ja 6%), 18% puhul Eesti ettevõtetele (peamiselt teadlaste enda loodud ettevõtted, ning peamiselt biotehnoloogia valdkonnas) ning ülejäänud juhtudel (60%) välismaa TA asutustele või välismaal registreeritud ettevõtetele. Samal ajal näitab see ka Eesti TA süsteemi rahvusvahelist konkurentsivõimekust.

[30] Vt ka TIPS 4.4

teadmiste ja ideede edasiseks arendamiseks kaasatakse mitte ainult finantse, vaid ka valdkondlikke täiendavaid kompetentse.

Seega, Eesti TAI poliitika senised katsed Arengufondi, Kredexi jms kaudu tagada ennekõike finantsvõimekusi võivad olla ebapiisavad, sest senine poliitikakujundamine ja laiem arutelu on väga tugevalt põhinenud IKT (ennekõike tarkvara) sektori iduettevõtluse arenguloogikal ja ajaperspektiividel, kus rakendus- ja arendustegevuse spetsiifiliste kompetentside, sh kodifitseeritud teadmise, kaasamine on mõneti teisejärgulisem (lihtsustatult öeldes ei ole ka sektori laiem fookus tehnoloogiatel, vaid rakenduste kiirel levikul, samas on näiteks biotehnoloogias arendustsükkel märksa pikem (kohati 5-10 a) ning TA süsteemi kodifitseeritud teadmuse roll suurem). Ülikoolide IKT otsesed ja kaudsed spin-off'id (st enamus nendest ei näe ennast puhtalt ülikooli spin-off'ina) on tegelikkuses alles väljaspool TA süsteemi arendanud unikaalsed kompetentsid ja suhteliselt monopoolsed platvormid ja ärimudeli oma sektorites, mis ei ole aga muudes sektorite arengule iseloomulik.

5.2. Koosloome

Kesksed teadmuse ülekannet soodustavad mehhanismid koosloome võtmes on olnud innovatsiooniosakute ja ennekõike teadus-ja arenduskeskuste (TAKide) meede.

Innovatsiooniosakute meede on osutunud väga menukaks ning saanud iseseisva meetmena suhteliselt positiivseid hinnanguid, samas sellest lühiajalisest ja väiksemahulisest tegevusest on edasi pikaajalise ja süsteemsema koostööni ülikoolidega jõudnud väga üksikud koostööprojektid (ühe intervjueeritud ülikooli esindaja hinnangul 1%), mis näitab nõudluse iseloomu (lihtsad arendusküsimused) ja poliitika eesmärkide (teadmuse ülekande osas) kääre.[31]

Enamike TAKide puhul rõhutasid intervjueeritavad, et nende ärimudelite keskmes on olnud 5-10 aastased arendusprojektid (mida tuleb omakorda müümiseks ja edasiviimiseks veel omajagu arendada), mistõttu TAKide tegelik mõju avaldub pikaajalisemalt kui täna on võimalik vaadelda. Lisaks on koostöö n-ö edulugude taga tihti juhuslikud või ootamatud arengud – isegi kui planeeritud arendusprojektid kukuvad läbi, siis nende kaudsemad mõjud on tihti ikkagi olulised (uued inimesed ettevõtetesse, uued ärimudelid, ootamatud lahendused jne); rakendusuuringutest väljakasvava tegevuse puhul on see ka loomulik (osaliselt ka innovatsiooni eelduseks olevate riskide võtmist kinnitav). Ülikoolid näevad aga TAKides isegi pigem konkurente, kes nagu eelnevalt mainitud võtavad nende võimalused „koostööks" ära ehk (isegi vähene) koostöö, mida TAI strateegia peab oluliseks, ei toimu enam ülikoolide ja ettevõtete vahel, vaid muudes „kehandites", kuhu on tegelikkuses kogunenud oluline osa koostöövõimelisi ettevõtteid. Lisaks on enamike TAKide puhul peamiseks koostööpartneriks TAKide osanikud ja partnerid ehk koostöö kui selline toimub mõneti suletud ringis ja tihti informaalsel tasemel (sh nt ettevõtete inimeste asumine TAK pinnal; ettevõtete sisuliste töötajate värbamine TAKi palgale). Ettevõtted omakorda näevad TAKe sõltuvalt tehnoloogiatsüklist kas sisuliselt kasuliku arenduspartnerina (eriti küpsemates ja keerulisematest sektorites, nt toit) või pigem mugava finantsvõimendusena (kiirest arenevates väga spetsiifiliste tegevustega sektorites – nt programmeerimisega seotud IKT – või ka pigem algfaasis olevates ja turge otsivates valdkondades – nt biotehnoloogia, materjaliteadused).

[31] Innovatsiooniosakute vähest mõju koostöö tekkele toob välja ka TIPS 4.1. raport.

Nende tähelepanekute põhjal võib väita, et TAKide meede on olnud TAI süsteemis TA arendamisel suhteliselt unikaalne vahend: tegemist on sisuliselt ainsa meetmega, mis on TAI süsteemi ja teadmiste ülekande võimekusi süsteemis üritanud mõjutada mitte pelgalt läbi finantsinstrumentide ja rahastuse loogika (nagu teised meetmed ja programmid), vaid pigem läbi uute organisatsioonide loomise, milles tekivad uued organisatsioonilised rutiinid ja võimekused. Seda näitab mh ka see, et oma eluaja jooksul on ka TAKid sisemiselt oluliselt muutunud: vähenenud on ülikoolide ja teadlaste roll, suurenenud on sisemised arendusvõimekused, juhtimises on kõikides TAKide kasvanud ettevõtluskogemusega inimeste roll.

TAKide meedet võib seega vaadata kui ühte senise TAI poliitika strateegilise kogemuse kohta: ühelt poolt on TAKid suurendanud TAI süsteemi killustatust, kuid sellega on kaasnenud TAI süsteemi mitmekesisus ja uute koostöörutiinide teke, mida enamus TAKide ja ettevõtete esindajaid ülikoolidest isegi ei oota (st eeldatakse, et ülikoolid ei loo kunagi rutiine ja võimekusi arendustööks ja müügitööks sellisel detailsuse tasemel, mida täna arendatakse TAKides). Seega ei ole killustatus iseenesest halb, kui see tähendab mitmekesisuse suurenemist. Strateegiliselt on aga võtmeküsimuseks TAKide puhul kas ja kuidas on paremini võimalik saavutada nende laiem mõju teadmussiirdes, st arendusalane koostöö ka väljaspool omanike/partnerite ringi. Ühelt poolt aitab ettevõtte vorm sellist koostööd raamistada, kuid võib selle levikut liigselt piirata (eriti arvestades, et enamus TAKe ei näe täna realistlikuna seda, et TAKides toimuv arendustöö oleks jätkusuutlik ilma riigi toetuseta). Teiselt poolt võib nõue TAKide kasvavaks iseseisvumiseks suunata TAKe järjest rohkem „turule“, kuid täna näevad TAKid, et turult raha teenimine võib tähendada ka rakendusuuringute ja arendustegevuse teatavat lihtsustumist või selles tagasiminekut (st turul hakatakse raha teenima lihtsamate ja vähemriskantsete teenustega).

TAKde puhul võib selgelt märgata tehnoloogiapõhiseid erisusi. IKT-põhistes TAKdes võib täheldada ühiste suurte ja kattuvate teemade vähest osakaalu (arendustööd on spetsiifilised ja kiire tsükliga, kodifitseeritud teadmuse roll vähemoluline, intellektuaalomandi küsimustes (IO) erinevad praktikad (nt lahendatakse publitseerimise kaudu), oluline on siin TAKde poolt pakutav finantsvõimendus arendustöös. Biotehnoloogia puhul aga võib näha erinevaid mustreid. Teistest TAKdest erinevalt on nt fermentatsiooni TAKi arendustööde ja ärimudelite puhul näha selget nõudluskeskkonna mõju, kus tegevus on tugevalt mõjutatud toiduainetööstuse vajadustest lähtuvalt. Samas teiste biotehnoloogiaga seotud TAKde puhul kohapealne nõudlus praktiliselt puudub, mistap on nende fookus kas peamiselt arendustööl või siis ka samaaegselt kohaliku nõudluskeskkonna arendamisel. Biotehnoloogiaga seotud TAKdes on ka selgem *ex ante* IO poliitika, kuivõrd arendustsükkel väga pikk.

5.3. Nõudlus

Teadmiste ja tehnoloogiate ülekandumise kõige traditsioonilisem ja lihtsam loogika peaks olema nõudlusele vastamine ehk ülikoolide ja teadusgruppide spetsialiseerumine teemadele, mis on Eesti ja välismaise ettevõtluse ning avalike sektorite jaoks olulised. Samas on selle eelduseks ka ettevõtluse ja avaliku sektori võimekus teadmisi ja tehnoloogiaid rakendada. TIPS uuring 4.3 on näidanud, et Eestis on selline nõudlus vähemalt erasektoris kontsentreerunud äärmiselt väikse ettevõtete grupi kätte (ca 60-70 ettevõtet teevad 90% erasektori TA investeerinutest), kes nt 2014 aastal kulutasid ettevõtete väliselt TA-le 20.2 MEUR (ettevõtete siseselt ca 219 MEUR, kuid milles domineeris katse- ja arendustööd), millest 6 MEUR jõudis lepingutena Eesti ülikoolidesse.

Kuigi see summa tundub oma mahult suhteliselt väike on täna ettevõtluslepingute suhe kogu TA sissetulekutes Eesti suuremates ülikoolides (TTÜ, TÜ) samal tasemel Euroopa ja USA tippülikoolide keskmisega (võrdlus tippülikoolide ja mitte pigem rakenduslikuma fookusega nt regionaalsete ülikoolidega on õigustatud lähtudes Eesti TAI poliitika domineerivast oivalisuse diskursusest, mis on suunanud Eesti ülikoole samamoodi rahvusvaheliselt konkurentsivõimelist tippteadust arendama).[32]

Tabeli 4 põhjal võib Eesti suuremate ülikoolide TA rahastuse osas on näha, et ettevõtluslepingute osakaal TA rahastusest on 6,8% TTÜ (koos konsultatsioonide ja teenustega 14,2%) ja 7% TÜ ehk et peamine osa rahastusest tuleb riigieelarvelisest finantseerimisest ja Euroopa Liidu struktuurifondidest. Tallinna Tehnikaülikooli näite põhjal öelda, et teenused, mida ülikool erasektorile pakub on enamjaolt konsultatsioon ja teised lihtsakoelisemad teenused. Tallinna Tehnikaülikooli puhul moodustavad lepingud üksikute suurte äriühingutega suure osa kogu ettevõtluslepingutest saadud tulust (nt: Eesti Energia AS ja Elering AS moodustavad kokku 49% TTÜ äriühingutega sõlmitud lepingute kogumahust). Tartu ülikooli puhul on tendentsid laias laastus samad. Mõlemat ülikooli iseloomustab ka suur avaliku sektori tellimuste osakaal TA tuludes.

Tabel 4: Eesti suuremate ülikoolide TA eelarved (2014)

Eelarve rida	**Tallinna Tehnikaülikool** (MEUR)	**Tartu Ülikool** (MEUR)
TA tulud kokku	**36,4**	**35,7**
sh tulud ettevõtetelt ja avalikult sektorilt	**2,5 (6,8%)**	**2,5 (7%)**
sh tulud ettevõtetelt ja avalikult sektorilt (koos konsultatsioonidega)	**5,2 (14,2%)**	*****
Lepingud Eesti ettevõtetega	2,06	2,4
Konsultatsioonid ja teenused	2,7	*
Lepingud välisettevõtetega	0,44	0,1

* - andmeid pole eraldi saadaval

See, et ülikooli partneriteks on vaid üksikud suured valdkondlikud ettevõtted, viitab ühtlasi tänase TA poliitika piiratud võimele tekitada piisavat sünergiat teadmiste ülekandumiseks ülikoolist reaalmajandusse, sest kohalik ettevõtlus ise on suhteliselt piiratud võimekustega sellist teadmist (ennekõike alusuuringutele keskenduv TA) absorbeerima. Lisaks on siin ka oluline juba mainitud seik, et palju potentsiaalselt ülikoolide ja ettevõtete koostööd on tänaseks liikunud TAKidesse.

Teisisõnu, Eestist lähtuv nõudlus ülikoolide TA järele on vähekeerukas (mida kinnitasid ka enamus intervjueeritavaid), et läbi TA süsteemi kaasates tekitada majanduses olulist kvaliteedinihet. Nagu sedastas intervjueeritav: „Tehnoloogiasiirde osakonnas, mis suudab [tunnetuslikult] suunata 10% kogu teadmussiirde protsessidest/rahadest, on vaid 1 inimene 10st tegelemas siseturuga“. Samas on teatud valdkondades – nt põlevkivienergeetika – nõudlus äärmiselt spetsiifiline, kuid ülikoolid ei ole suutnud laiemas TAI poliitika oivalisuse paradigmas selle teenindamiseks vajalikke võimekusi luua või TAI poliitika oivalisuse-põhises mudelis neid säilitada. Seetõttu on ka sektori ettevõtete nõudlus täna

[32] Vt http://nurkseschool.tumblr.com/post/102943248911/miks-%C3%BClikoolid-ja-ettev%C3%B5tted-koost%C3%B6%C3%B6d-ei-tee

jagunenud vähem keerukamaks koostööks Eestis (peamiselt TTÜga) ning pikaajaliseks strateegiliseks partnerluseks välispartneritega (nt VTT Soomes).

Olemasoleva teadmiste ülekande mustrid näitavad seda, et turul puudub nõudlus ülikoolist väljakasvanud kodifitseeritud tehnoloogiate järele. Sellel on mitmeid konkreetsemaid põhjuseid, mida eelnevalt on palju käsitletud: teadusasutuste uurimisteemade vähene suunamine (st isegi teadliku nõudluse teenindamiseks ei ole riik valmis tegema suunatud rahastamist), Eesti majandus tervikuna on endiselt investeerimisfaasis (st arengut tõukab kõige enam edasi protsessiinnovatsioon uute masinate jm valmislahenduste kasutuselevõtu läbi, mitte TA), nõudlus TA järgi on äärmiselt kontsentreerunud.[33] Samas on olemas selge nõudlus mittekodifitseeritud teadmiste järele ning siin on Eesti TA süsteem teadmussiirdel näidanud üles kohati ka märkimisväärset kohanemisvõimet nõudluskeskkonnaga. Nii on tekkinud erinevaid tehnoloogia ülekande mustreid (vt ülalpool), samas on näha tehnoloogiavaldkondade vahel olulisi erisusi (vt lähemalt allpool).

5.4. Avaliku sektori roll TA nõudluse suunamisel

Haruministeeriumite ja avaliku sektori tegevus laiemalt on seni olnud valdavalt vähesüsteemne, ministeeriumite võimekus tõlkida vajadusi TA nõudluseks piiratud ning edulood pigem juhuslikud ning tänu *ad hoc* koostööle. Intervjuudest ei tulnud välja, et täna Eesti avalik sektor valdkondlikku TA nõudlust püüaks piisavalt mõjuvalt lahti mõtestada. Osaliselt rõhutati ka TAI süsteem vastakaid signaale. Ühelt poolt nõutakse vastutust (HTMi poolt) valdkonna arengu eest, kuid teiselt poolt rõhub HTM ise oivalisusele kui kesksele TA toetamise printsiibile ja Rahandusministeerium näeb TAd ennekõike HTM ja MKM ülesandena. Oluliseks takistuseks haruministeeriumitele on ka IO ja riigiabi küsimused; eriti riigiabi küsimuse esilekerkimisel tihti loobutakse ettevõtetele suunatud rakendusuuringute korraldamisest.

Lisaks on haruministeeriumite üheks peamiseks tööriistaks TA suunamisel riigihangete läbiviimine, mille juures on aga arenduslikku ja innovaatilist aspekti alles nüüd hakatud teadvustama; üksikud näited nö innovaatilistest hangetest, mida intervjueeritavad välja tõid, on olnud pigem juhuslikud ja tagantjärgi innovaatiliseks tõlgendatud.[34]

On mõned valdkonnad (nt kaitsevaldkond), kus on TA suunaja ja tellija võimekusi viimaste aastate jooksul väikeste sammudega arendatud, kuid siin on näha, et see protsess on olnud aeganõudev. Ministeeriumite võimekus nõudlust sõnastada on arenenud läbi pikkade faaside: esimeses faasis reeglina domineerivad teadlased, kes ütlevad ette, mida nad on valmis tegema ja pakkuma, teises faasis jõutakse koostööni, mille käigus püütakse leida kattuvaid huvisid (mida vahepeal mitmes ministeeriumi võimendas ka kriis ja rahapuudus), misjärel alles jõutakse ministeeriumipoolne nõudluse sõnastamiseni (mis on endiselt pigem tänane ambitsioon kui reaalsus). Seega, valdkondliku innovatsiooni ja TA võimekuste tähtsus muutub/suureneb ajas läbi baasvõimekuste rahuldamise, kust edasi püütakse leida üha enam „tarku lahendusi“.

Kokkuvõttes võib aga öelda, et tänase haruministeeriumite TA alase ambitsiooni elluviimisel on mitmeid süsteemseid takistusi:

- Ministeeriumi tasandil on reeglina väga väike hulk inimesi, kes mõtestavad ja aitavad sõnastada nõudlust TA järgi. Samal ajal ministeeriumitel tihti mitu erinevat poliitikaloogikat,

[33] Vt ka TIPS 4.1 ja 4.3.
[34] Vt nõudluspõhiste innovatsioonipoliitika instrumentidest lähemalt TIPS 6.2.

mille kaudu mõtestatakse TA vajadusi, mistõttu ka tänane valmisolek on puudulik, sest TA tähendust ja rolli pole erinevates poliitikaloogikates kõigile osapooltele arusaadav. Seetõttu on senine TA strateegia ning seega ka nõudlus olnud muutlik.

- Teadmiste ülekannet mõtestatakse lahti väga erinevalt alates vajadusest toetada valdkonnaspetsiifilisi baasuuringuid, mis võiksid viia (lineaarse) teadmiste ülekandeni pikas perspektiivis lõpetades koosloome protsessi toetamise ning riigi tehnoloogiliste vajaduste sõnastamisega. Koosloomet püütakse võimendada läbi a) lineaarse mudeli (rahastatakse koolitusi, infoüritusi jms, et ülikoolide TA kokku viia ettevõtjatega), ja b) koosrahastuse instrumentide, kus eeldus on, et ettevõtted viivad tegevusi läbi koos teadlastega (siin tihti põrkutakse riigiabi temaatikasse), kust aga pikemaajalist koostööd reeglina ei järgne, sest domineerib teadusuuringute, mitte turulähedase arendustöö loogika.
- Ühelt poolt ministeeriumite allüksused ei ole alati kannatlikud TA arengutsükli mõttes (nt küberkaitses (kiire tsükkel) on koostöö dünaamilisem, samas kui elektroonikas (10-a tsükkel) on see suuremate takistustega). Teisalt, on vajadus sünkroniseerida tehnoloogiavajadusi (nt dual-sourcing teemade areng jõuministeeriumite koostöös, kus aga alles otsitakse sobivat platvormi, mille kaudu ühiseid vajadusi kirjeldada). See viitab vajadusele ka erinevate tehnoloogiaarendusvõimekuste järele valdkondade sees.
- Oluline ministeeriumite TA võimekuse komponent on valdkonnasisene ja -ülese TA vajaduste koordineerimine ning lõpp-kasutajate ning TA osapoolte vahelise suhtlemise koordineerimine. Täna juba ministeeriumid ja allasutused püüavad sõnastada nõudlust TA järele, ent selle TA seotus lõppkasutajaga (avalik sektor ise või valdkonna ettevõtted) jääb tihti kaugeks. Iseloomulik on tellitud TA tutvustamine peale lahenduste väljatöötamist, lootuses, et see korjatakse sektori poolt üles (st tellimus/hange tuleb tihti muudest vahenditest või üksustest kui kasutajad). Nii jäävad paljud lahendused riiulile, sest ülikoolidel endal puudub reeglina võimekus neid edasi turule viia.
- Reeglina on valdkondade sees palju erinevaid osapooli, kelle koostööst see sõltub (nt meditsiinis sotsiaalministeerium, Haigekassa, erialaseltsid, haiglad) ning ilmselgelt eeldab see ressursside suunamist pikaajalise nõudluse kujundamiseks.
- Ettevõtetega koostöö on olnud piiratum kui ülikoolidega, sest ettevõtete mõjutamisel on suurema piirangud (riigiabi, riigisaladus ja IO jne), mistõttu ministeeriumid näevad ennast ettevõtete jaoks rohkem keskkonna soodustajana kui otsese koostööpartnerina.
- Erialaliitude roll ja nende võimekus sektori vajadusi kirjeldada viisil, et ettevõtted TA lahendusi hiljem ka kasutusele võtaksid on täna väga ebaühtlane. Nagu ütles üks intervjueeritav: „Kohati Tootjad ei oska sõnastada seda probleemi“.

6. Teadmuse ülekande tehnoloogiapõhised eripärad Eestis

6.1. Biotehnoloogia

Sektori üldine narratiiv on võrdlemisi lineaarne (on tehnoloogiaarenduse alguses), kus puudub selge kodumaine turg (teadlaste (väike)ettevõtted) ning välisturg on liiga keeruline ja raskesti sisenetav (osaliselt ka sektori teadusvõimekuste hinnangute põhjal). Seetõttu on ka sektori arengus kodifitseeritud teadmiste ülekanne suhteliselt vähetähtis, st patendid jms on kui oluline teadmiste süstematiseerimise allikas (osaliselt indikaator arengust), kuid sektor tervikuna ei ole nende põhiseks teadmiste ülekandmiseks ja äritegevuses (absorbeerimiseks) veel küps. Eelnevast tulenevalt on biotehnoloogia valdkonnas teadmussiirde aluseks olev tehnoloogiaarendus olnud väga mitmetel juhtudel seotud rahvusvahelise tasandiga (nii ühised teadusprojektid kui ka võtmeisikute enesetäiendamisega kaasuvad spetsiifilised teadmised võimalike nö *„windows of opportunities“* realiseerimiseks Eesti kontekstis). Erandlik näide süsteemi sees on toidutehnoloogiate arendamine, mis paradoksaalselt teeb koostööd ühe kõige küpsema ja stabiilsema sektoriga (selge nõudlus) ja väga pikas ajaraamis (toitainete testimine ja arendamine jms). Seetõttu on seal ka kodifitseeritud teadmisel ja sellepõhisel ülekandel suurem roll (võimaldab võrreldes teiste biotehnoloogia valdkonna algatustega stabiilseid lepinguid, piiritleda arenduste kasutusala jms).

Vaatamata TAI strateegia alusloogikale on biotehnoloogias vähe klassikalist teadmussiiret, kus kodifitseeritud teadmine viiakse ülikoolist turule. Üksikuid erandeid on, samas üldjoontes on teadmussiirdeprotsess pigem kinni üksikutes ettevõtlikes professorites, kes näevad oma ideede võimalikku rakendamist turul, või TAK lahendused, kuhu antakse kaasa patente jm kodifitseeritud sisendit. Samas kodifitseeritud teadmiste kaudu tehakse antud sektoris harva äri, domineeriv ärimudel on nö *contract research*, kus Eesti eeliseks hind ja aeg ning patendid on pigem kõrvalprodukt või neid arendatakse lootuses, et see võib pikemas perspektiivis tuua ühe suurema läbimurde. Viimasest lähtuvalt on üha enam tavapärasemaks saamas ärimudelid, mis on ülesehitatud teenusepakkumise ning arendustegevuse (ja vastava IO) teineteisest lahutamisele.

Peamine ülekande-objekt biotehnoloogiasektoris on teadmised ning käsitööoskused, mistõttu on kvalifitseeritud inimeste liikumine ja suhtlemine TA süsteemi olulisimaid teadmiste ülekande meediume Nagu ütles üks vastaja küsimusele TA süsteemi mõjust sektorile: „Haridus ainult. Oskusteave, töötajate kvalifikatsioon“. Samal ajal on paradoksaalselt nähtav tendents, kus ettevõtted ei ole valmis võtma riigipoolse kompenseeringuta vastutust järelkasvu väljakoolitamise (praktika) osas. See aga võib senise üksmeelse seisukoha riigi panuse inimkapitali arendamisel biotehnoloogia valdkonnas muuta üha enam raskesti realiseeritavaks. Ka spin-off’ide loomisel on oluliseks eelkõige mittekodifitseeritud teadmuse ülekanne, mis toimub üldjuhul läbi ettevõtte akadeemikutest olevate asutajate ja juhtivteadurite.

Kuigi biotehnoloogia valdkond on tugevasti teadus-põhine, on ettevõtted ise spin-off kuvandit hinnanud vastuoluliseks: (1) ettevõtted, kel on oma baastehnoloogia ja vastavad kompetentsid, määratlevad end pigem läbi sisemise võimekuse kui spin-off kuvandi, sh ettevõttega seotud inimeste teaduspublikatsioonid kui oluline tegevus; (2) teenuspõhised ettevõtted on üritanud spin-off kuvandit ära kasutada konkurentsieelise loomise alusena, samas on antud strateegia kinni üksikutes juhtumites. Paradoksaalselt võib spin-off kuvand viidata nii laiale analüütilisele võimekusele kui ka võimalikele probleemidele seonduvalt infolekke, tegeliku T&A võimekuse (üliõpilaste kasutamine, tööstuslike protsesside kompetentside puudumine ülikoolides) ning ülikooliga IO-suhete keerukusega

seonduvalt. Mitmetel juhtudel on Eesti ettevõtete väiksus (mitmed suurkorporatsioonid ei võta partneriteks alla 100 inimesega ettevõtteid) ning minevikukuvand takistuseks välisturgudele minekul, mistõttu on kasvav, kuigi veel väike, trend ennast Eesti kuvandist lahti haakida (tütarettevõtete asutamine lääne biotehnoloogia keskustes nagu Cambridge jms).

Üldjuhul on teadmussiirde käigus ületulnud tehnoloogilist baasi edasiarendatud ettevõtetes majasiseselt (sh vastavad uued põlvkonna tehnoloogiad/meetodid), mis seletab ka piiratud edasist koostööd ülikooli vastavate teadusgruppidega (piirneb aja edenedes eelkõige informaalse või lepingulise koostööga aparatuuri ja/või analüütilise võimekuse kasutamiseks). Tehnoloogiaga seotud võtmeteadlased on jäänud pigem ülikooli alluvusse tööle. Osad vastajad ütlesid, et Eesti ülikoolidega pole neil mingit sidet olnud, samas on koostöö paljude välisülikoolidega ning siiski olulisel määral mitteformaalset koostööd Eesti teadusasutustega (informaalne võrgustik eksisteerib, „vajadusel saab alati helistada“).

Biotehnoloogia sektorile omaselt on patenteerimine tavapärane, samas ei saa siin teha üldistusi kõikide ettevõtete praktikate osas: ettevõtted, kes on kinnistunud rahvusvahelistes tarneahelates tänu eripärasele nišile, ei pea teenuspõhise TA pakkumisel patenteerimist alati piisavalt kuluotstarbekaks ning vajalikuks. Pigem tekitatakse väljaarendatud meetodite ja tehnoloogiate ümber eraldi juriidilised kehandid, et oleks lihtsam leida investoreid. Teadmussiire ülekantava tehnoloogia mõttes on piiratud ning näitlikustatav eelkõige molekulaardiagnostika-alaste tehnoloogiate/meetodite puhul. Samas sõltuvalt sellest, kuidas on tehnoloogilisele baasile juurde arendatud väärtuspakkumise, tootmis- ja turundusvõimekuse jne pool, erineb ka ettevõtete edasine käekäik. Teisisõnu on teadmussiire pakkunud tehnoloogiapõhistele ettevõtetele olulisemalt piiratumat kasvulava teenuskesksema ärimudeliga võrreldes. Samas tõid mitmed intervjueeritavad esile, et suur osa ülikooli taustaga biotehnoloogia ettevõtete kasv jääb seisma arendusfaasi, mille ületamine eeldab selget eemaldumist ülikooli rutiinidest ning ärikompetentside arendamist. See on seotud oluliselt suuremate riskidega (väheneb riiklike toetussüsteemide kasutusvõimalus) ning seda on tänases Eesti nõudluskeskkonnas võimalik saavutada eelkõige läbi teenuskesksete ärimudelite.

Biotehnoloogias, eriti farmaatsias, domineerib globaalne väärtusahel, kus väikesed tegijad loovad oma ärid *exit*-strateegiale, kuivõrd ainult suured ravimitööstusettevõtted suudavad ravimikatsetusi lõpuni läbi viia. Alternatiivseks strateegiaks on teenustele spetsialiseeruvad ettevõtted, kelle nõudlus keskkond on mõnevõrra mitmekesisem: osalt on see seotud suurte ravimitööstuste investeerimisstrateegiatega (nt vähiuuringud kui kuum teema, mis loob turgu ka teenustele), teisalt seostub see tervishoiuteenuste sektoriga, mis Euroopas ja Eestis on suuresti avaliku sektori kujundada (diagnostika-alased jm teenused).

Avaliku sektori, eriti haiglate roll nõudluse kujundajana on olnud aga mitmene. Intervjuude baasil võib üldistada, et kuigi haiglad on potentsiaalselt väga olulised biotehnoloogia valdkonna TA tulemuste rakendajad, siis nende mõju on olnud TA arengutele ning eriti teadmussiirdes pigem väike. Ühelt poolt on haiglad olnud ettevõtetele ja ka ülikoolidele olulised partnerid katsete läbiviimisel, samas baseerub see koostöö pigem üksikisikute uurimisentusiasmil (haiglate jaoks ei ole see primaarne kuivõrd organisatsioonide ellujäämise mõttes pole TA tegevus oluline). Samas, kuivõrd biotehnoloogia ettevõtete sõltuvus rahvusvahelistest tarneahelatest on suur, siis muudab see kohalikud haiglad neile kliinilise materjali pakkumise osas ebaatraktiivseks (representatiivsuse küsimus).

Oluline roll siseriikliku nõudluse kujundamisel on Haigekassal, mille tegevus (nt protseduuride lisamine hüvitatavate teenuste nimekirja) on võimaldanud mitmetel uutel tehnoloogiatel levida. Mitmed intervjueeritavad tunnistasid, et alustavad ettevõtted lähtuvad arenduse alguses sellest, kas on võimalik Haigekassa hüvitatud teenuste alla saada või mitte. Selle eeldus on omakorda arstide surve/teadlikkus teenuste tellimise rahastamiseks ning kuluefektiivsuse demonstreerimine haiglatele/kliinikutele. Haigekassa roll on seni olnud läbi erinevate erialaseltside pigem olemasolevatele arengutele reageeriv kui neid proaktiveeriv ehk uutele tehnoloogiatele ennekõike stabiilse nõudluskeskkonna tekitamine nende levimiseks. Mitmed intervjueeritavad nentisid, et oluliseks kitsaskohaks täna on tervishoiusüsteemi (ja selle rahastamise) tugev ravimisele orienteeritus, mis pärsib ennetamisele ja tervisekäitumisele suunatud arengute realiseerimist, eriti ärilisest perspektiivist lähtuvalt.

Biotehnoloogias on nõudluskeskkonna kujundamisel EL regulatsioonide roll väga suur, mis, nagu sedastas intervjueeritav, tähendab seda, et eraldi Eesti jaoks TA arendusi pole mõtet ja tihti ka ei saa teha (standardid ühised). Kuivõrd Eesti-sisene investeeringuvõimekus on Euroopa taustal kui „peenraha“ ning arengusuunajad on suurtel turgudel (sh Aasia, India), siis on Eestil turu suuruse mõttes vähe eeliseid kesk-Euroopa ja muu maailma ees. Vastajate arvates on toiduainetööstuses, kus siseturul on olnud oluliselt suurem roll, arenguid mõjutanud siseriiklik EL nõuetele ülereageerimine, mis on kohalikku nõudluskeskkonna variatiivsust koomale tõmmanud. Teisalt on see sundinud allesjäänud turuosalisi osaliselt ka suuremale koostööle TA asutustega.

Avaliku sektori asjaajamise kiirus oluline kõrgelt reguleeritud tegevustes nagu nt ravimiuuringute siiameelitamisel. Nagu üks vastaja resümeeris: „**Eesti kiituseks peaks ütlema, et** Eesti suudab ikkagi need paberid (sest kõik peab minema läbi Ravimiameti) tükimaad lihtsamini ja kiiremini menetleda, kui see on suurtes Euroopa riikides. Üks asi, mis kindlasti ravimiarendus siia tõi oligi kiirus paberiajamisel. **Mujal alla 2 aasta ei ole lubatud, meil sai poole aastaga.“**

Vaatamata globaalsete ning Eesti avaliku sektori nõudluskeskkondade domineerimisele ei saa kohalikku eranõudlust siiski eirata. Oli intervjueeritavaid, kes nentisid, et mõneti on kohalikku turgu ja keskkonda ebaõiglaselt alahinnatud (nt põlevkivikeemia) ning üldises ekspordile orienteeritud mõttemallis liigselt loodetud rahvusvahelistel turgudel tegutsemisest tulenevale edule. Sealjuures on aga olulisteks väljakutseteks osutunud rahvusvahelistel turgudel läbilöögiks vajalik turundusvõimekus ning teenuspõhisest TA-st kui äritegevusest enesest tulenev liigne volatiilsus. Sestap otsitakse täna võimalusi läbi omatoodete stabiilsemate sissetulekute loomisele. Teisalt on kohalike ettevõtete vajadus viinud konkreetsete teadmussiirdeni TA süsteemist (nt bioinformaatika ja andmetöötlusplatvormid, TFTAK ja ka teiste TAKde loodud keskkond).

6.2. IKT

Nagu eespool sedastati, siis IKT valdkonda võib iseloomustada kui kiire leviku (ehk rakendamise) faasis olevat tehnoloogiasektorit, mis tähendab, et sektori nõudluskeskkonnal on üsna spetsiifiline mõju teadmussiirdele. Mis puudutab otseselt IKT valdkonna TA tegevust, siis see on kitsalt spetsialiseerunud, kus tooni annavad väga spetsiifilistes niššides tegutsevad ja iseloomulike oskustega ettevõtted. TA protsessi iseloomustab kiirem tsükkel (eriti võrreldes nt biotehnoloogiaga). IKT kui valdkonna teadmussiiret iseloomustab suuresti inimestekesksus, mis tähendab, et teadmine levib peamiselt läbi inimestevahelise suhtlemise ning sealtkaudu tekivad ka uued teadmised või luuakse alus nende tekkeks. Kuna IKT ise on tehnoloogiana suuresti rakendusfaasis (uute radikaalsete

„avastuste“ maht on piiratud), siis ülikooli rolli teadmiste ülekandes nähaksegi eelkõige kvalifitseeritud tööjõu pakkumises ja koolitamises. Ülikoolidelt eeldatakse pigem kõrgetasemelist ja samas senisest praktilisemat ning interdistsiplinaarsemat haridusvõimekust, mis võimaldaks näha laiemalt IKT võimalusi erinevate probleemide lahendamisel. Teaduse rolli nähakse eelkõige õpetamisvõimekuste arendamises. Nagu sedastas intervjueeritav:

> „alusteadusega seoseid ei osata sektoris näha, sektor vajaks õpetamist pigem praktikute kui teadlaste poolt ning mitte klassiruumi põhiselt, vaid meditsiinile sarnaselt arst-õppejõud praktilise kogemuse kaudu. Samas tänane õpetamine aitab luua kogemust kuidas teha äppe õlle, naiste ja sõprade organiseerimiseks, kuid reaalsete tööstuste ümberkeeramiseks (a la Uber, Transferwise) ei ole seal praktilist kogemust“

Ka valdkonna senine kujunemislugu näib neid ootuseid toetavat. IKTs on tarkvaraarenduse komponent selgelt **inimestepõhine**, kus ülikoolides (eriti toodi välja TÜ ja TTÜ roll) olev teadmus on suuresti läbi inimeste edasi kandunud ning kujundanud tänase IKT sektori. Teisisõnu, ülikoolide õppe- ja teadustöö on loonud aluse tugeva ekspertkogukonna tekkeks oma kultuuri ja pädevustega, mille tulemusena on tekkinud tugev ettevõtlussektor. Pikaajaline kohalik nõudlus (e-riik, pangad, telekom) on tänaseks tekitanud kriitilise massi ettevõtteid, kust soovib üha enam hakkajamaid rutiinsetest tegevustest väljuda ning leida „põnevamaid“ TA-põhiseid väljakutseid.

Suuremad ettevõtted, nagu ka ülikoolid, on olnud olulised TA niššide leidmisel ning algses ideede arendusfaasis, pakkudes erinevat toetuskeskkonda. On olnud väga erinevaid juhtumeid:

- suurettevõtte TA ideedest kasvas välja doktoritöö ning seejärel juba eraldi ettevõte
- teise sektori TA ettevõtte arengutakistusi lahendada püüdnud inimesed tuvastasid laiema nõudluse, asudes seejärel ise läbi TA tegevuse IKT lahendusi looma
- ettevõtte asutajad tegelevad turul edasi sama valdkonnaga, millega ülikoolis doktorantuuris; doktoritöö/doktorantuur **ei pakkunud** küll väidetavalt otsest kasu/sisu ettevõttele (sest baasteadus ja rakendus on eri asjad, samas see lõi võimaluse valdkonda süvitsi minna ja läbi konverentsidel käimise ja kontaktide loomise ühtlasi näha/avastada ka antud valdkonnas probleeme ja ärilisi võimalusi (e. avastada nišše); nagu intervjueeritav sedastas: „bakalaureuse tudengitel on sellised arusaamad puudu, alles doktorantuuris tekivad arusaamad, et mis on kõrgtehnoloogias tõsised probleemid ja kuidas lahendada“.
- TA süsteemis tegeleti intensiivselt rakendusliku elektroonika arendustööga, mille juured ulatuvad avaliku sektori tellimustesse, ja mille käigus kujunevad TA süsteemis sees olles välja ettevõtluses rakendatavad võimekused. Samas, võimekusi ei kantud otse üle (st ärimudel ei tekkinud kodifitseeritud teadmuse ümber), pigem olid olulised teadmus TA rakendamisest kui sellisest, mida aja jooksul kohandati ja arendati vastavalt turunõudluse muutumisele. Samal ajal väljuti ka TA toetuste süsteemist.
- Avaliku sektori tellimusest teadlastele sai tõuke uut tüüpi tehnoloogilise rakenduse areng, mida arendati edasi ettevõttes koostöös ülikooliga. TA süsteem võimendas ettevõtte TAd läbi kraadiõppurite liikumise ettevõttesse, paralleelsete TA projektide ning TA võrgustike kaudu.

Valdkonnale on iseloomulik, et ettevõtte algusaastatel tegeletakse tihti kõrvaliste projektidega, et elus püsida. Lisaks pakub ka TA süsteem ise nii lõpetajatele, kraadiõppuritele kui ka teadlastele varju oma nišši arendamisel, peamiselt läbi avaliku TA rahastuse kaudu tehtava arendustöö, rahvusvahelise TA võrgustike kasutamine (konverentsid, ühisprojektid) ning tasustatud töö TA süsteemis. Valdavalt

nähakse ülikoolide kui treeningkeskusi ja ka otseselt arendustegevusega tegelevad ettevõtted ei näe ülikoolis TA sisupartnerit.

Tegelikult eksisteerib täna teatav paradoks ülikooli rollis inimressursi pakkujana (nn. treeningkeskusena), sest TA ettevõtted tegelevad kitsaste niššidega, ent ülikooli haridus on vastupidi laiapõhjaline. Teisalt, liialt spetsialiseerunud haridus ei suudaks kõiki, eriti uusi, nišše katta. Siiski mainisid mitmed vastajad, et on kriitilisi valdkondi, kus ülikoolide võimekus vajaks kiiret arendamist (nt infoturve).

IKT-ga seotud TAKid on seal osalevate ettevõtete jaoks olulised eelkõige kui finantsinstrument arendustööde elluviimiseks. Ükski meie intervjueeritavatest TAKidele sisulise arenduspartneri tiitlit ei omistanud, kuivõrd ettevõtetel endal on liiga kitsas nišš ühiste teemade arendamiseks ning TAK-spetsiifiliste võimekuste tekkeks. Kuigi IKT TA puhul IO (patendid) ei mängi keskset rolli arendustöö tsükli kiiruse tõttu, siis selgete TAK-üleste võimekuste puudumine tekitab aeg-ajalt probleeme IO jagamisel. Eriti tarkvara arenduse puhul on patent pigem ebavajalik kui midagi tarvilikku, seda kasutatakse teiste ettevõtete survestamiseks. Eraldi probleemiks on asjaolu, et avaliku sektori hangete korral on reeglina soov jätta IO tellijale, mis piirab erasektori TA partneri võimekust seonduvate toodete ja teenuste väljatöötamiseks.

Avaliku sektori nõudluse roll IKT valdkonna TA võimekuste arengus on olnud väga oluline, aga ajas vähenenud.[35] Avaliku sektori nõudlus moodustab olulise osa sektori käibest, on kaasa toonud märkimisväärsed uuendused e-riigi valdkonnas ning tekitanud ka otseseid ekspordivõimekusi. Ent tänaseks peab enamus ettevõtteid neid tellimusi rutiinseks, mis ei eelda sisemiste TA võimekuste arendamist ega ka väliste TA partnerite kaasamist (sh ülikoolid). E-riigi keerulisemate teemadega on seotud olnud üsna väike ring arendustöötajaid (intervjueeritav pakkus hinnanguliselt 40-50 programmeerijat), suurem osa on, nagu öeldud, rutiinne tegevus.

IT arengu TA-põhine võimestamine saaks tulla pigem selle rakendamisest teistes valdkondades ehk ka riigi poliitika (sh ettevõtete ja teaduse koostöö) peaks käima pigem läbi teiste harude arendamise, et tõsta nende võimekust IT-d absorbeerida. Nagu ütles üks vastaja: „Riik tahaks, et suured IKT ettevõtted teeks oma arendusüksuse Eestisse. Aga see ei ole realistlik. Nt kui Kühne-Nagel tegi oma TA üksuse siis, ostis 200 IT inseneri üle, kasum kanditakse Eestist välja, inimesed saavad seal targemaks,aga tööstuse mõttes on justkui „karuteene“.“ Seega ka nutika spetsialiseerumise kontekstis võiks IKT horisontaalne vaade tähendadagi IKT tudengite viimist teistesse sektoritesse.

Elektroonikas on arendustsüklid küll mõnevõrra pikemad ja keerukamad, mistõttu on koostöö TA süsteemiga veidi süstematiseeritum (st pikemaajalised kontaktid inimeste vahel ja inimeste liikumine jms). Samas peetakse teadmisi samamoodi ennekõike inimoskuste keskseks ning patenteerimine jms ei ole arendustegevuse jaoks oluline (st fookus saab olema konkreetsetel niššidel ning üldist kodifitseerimist ei toimu).

[35] Lember, V.; Kalvet, T. (2012). Riigihanked ja innovatsioon Eestis: milleks kulutada 11 miljonit päevas? Riigikogu Toimetised, 26, 110 - 126.

6.3. Energia

Nagu juba eespool mainitud on energeetika sektori puhul on tegemist küpsesse faasi jõudnud tehnoloogiavaldkonnaga, kus klassikalise TA tähtsus ennekõike ettevõtluse arendustegevuses langeb, ning keskendutakse olemasolevate lahenduste kulu-efektiivsuse maksimeerimisele. Küpse tehnoloogiate põhised sektorid on tavaliselt komplekssed ja osalisel ka "politiseerunud", sest aja jooksul on välja kujunenud tugevad sektoraalsed jõujooned (pakkujate, tarbijate ja avaliku huvid) ning suurtest investeeringutest tingitud raja-sõltuvused, mis teevad uute radikaalsete TA tulemuste ja lahenduste/readmiste kohandamise sektori nõudlusega keeruliseks.

Kuna ka Eesti siseriiklikus poliitikakujundamist on iseloomustanud ebamäärasus põlevkivienergeetikaga jätkamise osas, siis on viimane loonud ebakindla nõudluskeskkonna ning mõjutanud ka energiatehnoloogiate arengut. Seetõttu on tehnoloogiasektor tervikuna kõige komplekssem ja politiseeritum antud uuringus käsitlevatest, mis avaldub nii vastandlikes avaliku sektori huvides (dividendid, majandusarengu soodustamine, keskkonna ja reostusprobleemid) kui ka konfliktsetes erahuvides (põlevkivi sisemine konkurentsistruktuur, põlevkivi ja rohelise energia vastandumine) ning TA tegevuses pikalt domineerinud elutsükli lõpus olevate tehnoloogiate arendamises, mis on toonud kaasa inkrementaalsele innovatsioonile keskendumise (energiaefektiivsus, olemasolevate tehnoloogiate kuluefektiivsus).

Samas võidakse selle kulu-efektiivsuse saavutamiseks kasutada ka uusi tehnoloogilisi lahendusi (nt materjaliteaduste või IKT põhiseid lahendused tarkade võrkude jms näol) või tekivad alternatiivsed tehnoloogilised võimalused ja lahendused (nt taastuvenergia näol), mille oluline väljakutse on olemasolevate komplekssete tehnoloogia-platvormidega ühildumine. Ka Eesti puhul on ka rahvusvaheline taastuvenergia ja cleantech tehnoloogiate diskursuse levik mõjutanud kasvavat fookust taastuvenergiaga seotud TA-le.

Sektori küpsusest tulenevalt sõltub ka nende uute tehnoloogiate kasutuselevõtt ja levik olulisel määral mitte nende uute lahenduste endi võimekustest, uudsusest ja headusest (nt nagu IKT ja biotehnoloogia loodud täiesti uute äriniššide puhu), vaid ka nende konkurentsieelistest võrdluses küpsete energiatehnoloogiatega (st. need uued tehnoloogiad hakkavad levima siis, kui nad on mitte ainult paremad, vaid ka odavamad kui traditsioonilised tehnoloogiad ning sobituvad olemasolevate standardite ja taristutega). Seetõttu on ka teadmiste ülekande protsessid nö uute energiatehnoloogiate puhul palju komplekssemad ja sõltuvad valdkondlikust institutsionaalsest keskkonnast.

Eesti puhul on tehnoloogia siirdele olnud oluline mõju ka energeetikasektori struktuuril: kuna sisuliselt on sektoris suurettevõtteid kaks, kes mõlemad tegutsevad põlevkivi energeetika valdkonnas, siis on ettevõtete omavaheline konkurents mõjutanud oluliselt koostööd ülikoolidega, s.t. koostööd Eesti ülikoolidega on kohati nähtud ka teadmiste konkurentidele lekkimise riskina. Teisisõnu, siseriiklikel suurkonkurentidel on oma TA üksused ning baastöid tellitakse pigem välisriikidest sisse (nt VTT Soomes), et mitte anda olulist informatsiooni samade teadlaste kätte, kes teevad ka koostööd konkurendiga. Kodumaine koostöö ülikoolidega (mis on andnud ka suure osa ülikoolide ettevõtluslepingute sissetulekutest) keskendus pikka aega pigem vähemkeerukama koostööle (peamiselt TTÜ, Põlevkivi kompetentsikeskus, mis teeb ennekõike mõõtmisi, laboratoorseid töid). Ka TIPSi varsemad uuringud (vt uuring 5.1) tuvastasid, et energiavaldkonnas tehtavad teadusgruppide ja ettevõtete vahelised lepingud on enamuses olnud kuni ühe aasta

pikkused konsultatsiooni või lihtsama turulähedased rakendusuuringu lepingud, kus ettevõte soovib kiireid tulemusi, mida turul või tootmisprotsessis koheselt rakendada.

Tervikuna on täna vaid turgu domineerivad suurettevõtted (EE ja VKG) ja üksikud ülikoolide spin-off´id huvitatud ülikoolide teadmise rakendamisest traditsioonilistes energiatehnoloogia valdkondades. Siiski on süsteemne ja pikaajaline TA koostöö energia ettevõtete puhul pigem haruldane ja peamiselt taastuvenergeetika ja cleantechi vallas (nt Crystalsol, Ubic Solutions, Skeleton Technologies, kuigi viimane teistest erinev, kuna TA huvi/nõudlus on selgemini tulnud erasektori poolt). Teisalt on ka tööstusgigantide soov rahastada baasteadust, mida ei saa lühiajaliselt rakendada, tunduvalt vähenenud, kuid jätkuvalt on säilinud huvi olla kursis Eesti teadlaste tegevusega neid puudutavates valdkondades, mistõttu formaalse teadmise ülekande kõrval on mitteformaalsed seosed ja teadmiste liikumine sektoris samavõrra olulised.

Üldistatuna võib sektori teadmiste ülekande protsesse kirjeldada järgmiselt:

a. Sektori küpsusest tulenevalt toimub nö formaalne tehnosiire peamiselt läbi lepingute (lihtsamad mõõtmised, monitooringud, nõustamislepingud ettevõtetega), mis moodustavad ka silmatorkava osa Eesti ülikoolide ettevõtluslepingute sissetulekutest (vt ka üleval).
b. Mitteformaalne teadmiste siire toimub peamiselt läbi õpetamise/oskuste siirde läbi lõpetajate aga ka doktorantide. Nt. mitmed doktorandid on seotud ettevõtetega just läbi arendusprojektide, kus mõnel juhul doktorant ettevõttes tööl (tööstusdoktorantuuri meede, nt Goliath, Tuge Energia). Energiasektori puhul on tegemist kahesuunalise ja mitte a priori lineaarse protsessiga: lõpetajad panustavad ka ülikooli tegevustesse ning püüavad koduteaduskondi aidata läbi lepingute toomise, informaalsete suhete. See tuleneb ennekõike sektori pikkadest traditsioonidest ja olulisest rollist Eesti majanduses.
c. Eraldi saab välja tuua ka üksikud alg ja kiires kasvufaasis olevaid tehnoloogiaid, mis on välja kasvanud ülikoolis tehtud teadustööst (nt Crystalsol, Ubic Solutions), kuid ka ettevõtluse tellitud TA-st (Skeleton Technologies). Mõlemal juhul on olulisel määral kasutatud ka avaliku sektori TA rahastust (suurematest EL raamprogramm ja riiklikud tehnoloogiaprogrammid, väiksematest innovatsiooniosak) ning nõudlus ja vastava tööstus asub väljaspool Eestit. Samas on antud juhul tegemist pigem eranditega ja ülikooli poolt vaadatuna on tegemist üksikute teadlaste huviga näha oma arendustööd tööstusrakendusena. Seotud investeeringud on aga väga suured ning väljatöötatud tehnoloogiate jõudmine turule ebaselge – lisaks on mõningatel juhtudel tehnoloogiad sisuliselt müüdud Eestist väljapoole, kus toimub ka edasin arendustegevus ja püüd turule jõuda.
d. Nö puhtal kujul ettevõtlikke teadlasi, kes teevad edukalt teadustööd ja juhivad ettevõtteid, energiasektoris (erinevalt nt biotehnoloogia sektorist) ei ole. Enamus juhtudel on tekkinud spin-off ja ülikoolis tehtav töö lahutatud, teadlane on jäänud konsultandiks või nõuandjaks (nt Crystalsol ja Ubik Solutions). Teatud erandiks on siin ettevõtetes töötavad doktorandid (Goliath, Tuge Energia, Eesti Energia), kelle teadustöö on enamasti juba algusest rakenduslikuma iseloomuga.

Sektori kõrgtehnoloogiatega tegelevate ettevõtjate hinnangul puuduvad Eestis hästitoimivad ahelmeetmed, s.t. tehnoloogiarenduse stardiga saadakse kuidagi hakkama, aga edasiseks kasvamiseks erinevates faasides ressursse raske leida. Ehk sarnaselt teiste sektorite kogemusele liigub kõrgtehnoloogiline teadustöö ka cleantech valdkonnas Saksamaa ja Austria tööstusesse, kuna

Eestis vastav tööstus puudub, et viia leiutised turule ja kommertsialiseerida teadustöö tulemusi. Siit järeldub, et alg ja kiirema kasvufaasiga tehnoloogiate, mis on ülikoolidest liikunud ettevõtetesse (nt Skeleton Technologies, Crystalsol, Ubic Solutions) reaalmajanduslik mõju Eestis on olnud pigem nõrk, sest kohalik nõudluskeskkond ei ole võimeline neid vastu võtma. Sisuliselt on tehnoloogiate ha ettevõtete ainukeseks lahenduseks otsida realiseerimisvõimalusi kohe maailmaturul. Enamasti tähendab see ka seda, et tootmine viiakse kohe ka Eestist väljapoole, kuna kohalikul tööstusel puuduvad nii vajalikud võimekused kui ka kiiresti kättesaadav kvalifitseeritud tööjõud.

Seega, sarnaselt teistele sektoritele eksisteerib ka nimetatud kõrgtehnoloogia ettevõtete puhul ärimudel, kus TA tegevust rahastatakse märkimisväärses osas avaliku sektori või ka välisinvestorite kaudu ja liigutakse sinna, kus nõudluskeskkond on sobivam. Kui Eestis vastavad toetusmeetmed ja arengukeskkond puuduvad, kolitakse peakorter, potensiaalne tootmine ja/või luuakse tütarettevõte mujal, kus on paremad rahastusskeemid ja sobivam tööstuskeskkond. Viimane nõrgendab sidemed Eesti teadlaskonnaga ning sünergia erasektori ja ülikoolide TA üksustega väheneb. Antud juhul on tegemist ka heade näidetega võimekuste ja spetsialiseerumiste lõhedest: Eesti teadusest johtuvad tehnoloogiad leiavad endale välismaal investorid (ehk antud juhul näitlikustavad teaduse rakenduslikkust, kuid ka Eesti nõudluskeskkonna võimekuste puudumist)

7. Diskussioon

Teadmiste ülekande institutsionaalne analüüs Eestis toetab viimase aja tõdemusi, et üksikute TA poliitika meetmete mõju on väga keeruline hinnata.[36] Ning kuigi tänastes TAI poliitikas puudub selge nõudluspoolne mõõde (st isegi nõudluspoolsete meetmete sisu määravad olulisel määral pakkujad), siis näitab käesolev analüüs, et teadmuse ülekande pakkumus- ja nõudluspoolsete tegurite koosmõju tekitab sektoriti väga spetsiifilisi dünaamikaid.

Seda koosmõju iseloomustab hästi tänaseks edukalt töötava TA süsteemist väljakasvanud biotehnoloogia ettevõtte näide, kus ülikoolist väljakasvanud tehnoloogiate edutrajektoori mõjutasid samaaegselt nii arstide varasem osalus teadustöö konsultantidena, üldised hoiakud ja kultuur (biotehnoloogias 2000. a alguses firmade loomine kui loomulik tegevus), Haigekassa ja eriala-arstide mõju nõudluse tekkele, spetsiifiliste finantsinstrumentide (innovatsioonifond) ja programmide/tugimehhanismide (SPINNO) koosmõju, ettevõtlikke inimeste kokkusaamine (ettevõte väljus koheselt ülikooli rutiinidest) kui ka pädevate ülikoolilõpetajate olemasolu.

Nagu eelnevalt viidatud, siis kodifitseeritud ja formaliseeritud teadmiste ülekanne Eesti TA süsteemist väljapoole on rahvusvahelises võrdluses keskmisest väiksema mahuga. Antud uuring viitab aga reaal-majanduslikke relevantsust omava teadmussiirde võimalikule märksa suuremale ulatusele kui seda peegeldab formaalne statistika, ent see toimub suuresti mittekodifitseeritult.

Siiski on riiklikus TAI poliitikas kodifitseeritud teadmiste ülekande võimekuste arendamine kindlasti kohane. Nagu intervjuudest selgus, on osapoolte teadmised võimalustest ning piiridest nõrgad, samas esineb täna ka patentide peitmist.[37] Samas ei ole see tänase teadmuse ülekande puhul kindlasti kõige olulisem probleem. Teadmine liigub täna TA süsteemist ühiskonna kasutusse, sh ka reaalmajandusse, peamiselt kodifitseerimatul kujul.

[36] vt nt http://www.innovation-policy.net/compendium/
[37] Vt ka TIPS 1.1

Seetõttu peaks TAI poliitika keskenduma pigem süsteemi osapoolte võimekuste arendamisele, sh pikaajalise rahastamise kaudu, et võimekused muutuksid kattuvamaks ning alles seejärel saaks ka läbi koostöömeetmete mõjusamalt teadmuse ülekannet soodustada. Osapoolte jõuline kokkutoomine läbi koostöö rahastamise ei pruugi pikaajaliselt väljakujunenud võimekuste lõhet ületada ning tekitab vastastikkust pettumust kogu ülikoolide ja ettevõtete koostöö retoorika osas. Ühel poolt on rakendusliku fookusega uurimistöö rahastus (suhtelise osakaaluna teaduse rahastuses) liialt väike ja fragmenteerunud uurimisgruppide rutiinide muutmiseks. Teiselt poolt puudub tegelikult enamikel ettevõtetel oma arengutasemest tulenevalt vajadus ise sisulisi rakendusuuringuid rahastada. Ettevõtete lepingud on lühiajalised, väikese mahuga ning eeldavad võimekust reageerida nädalatega ehk ülikoolidelt oodatakse tihti pigem katse- ja arendustööd, mis ei ole valdkonna, vaid pigem ettevõtte, toote või ettevõttes kasutatava tehnoloogia spetsiifiline ning mille jaoks ülikoolid ei saa kunagi sellise spetsiifilisusega kompetentse ja võimekusi arendada ja hoida. Samas iseloomustab just võimekamaid uurimisgruppe oma tegevuste ja töökoormuste planeerimine mitmeaastase perspektiiviga, tulenevalt (rahvusvaheliste) teadusprojektide loogikast, kuid suuremahuliste rakendusuuringute tellimiseks pole erasektoril täna vajadust, mis takistab spetsialiseerumist.

See tähendab ka rakenduslike uurimisgruppidele selgema mänguruumi loomist vabastades need ühelt poolt osaliselt teaduse oivalisuse mängureeglitest ning andes neile teiselt poolt ruumi pikaajalisemaks, kuid riskantsemaks rakendus- ja arendustegevuseks. Teiselt poolt peaks riigi huviks olema ka sisulise rakendusuuringute (kui tehnoloogilise innovatsiooni oluline alus) süsteemne toetamine ettevõtluses ehk rakendusuuringute teadlikum ja süstematiseritum rahastamine ettevõtluses, mis võib põhineda ka ettevõtete ja ülikoolide koosloome protsessidel (tänane suund on pigem vastupidine: jätkatakse ülikoolide rahastamist, kes peaksid ettevõtetele lahendusi tootma).

Üheks võimaluseks on siin nende uuringute sidumine avaliku sektori valdkondlike väljakutsetega, mis võimaldaks pikemaajalist planeerimist. Samas eeldab see oluliselt paremat haruministeeriumite TA alaseid võimekusi. Täna on haruministeeriumites palju konkureerivaid loogikaid TA suunamiseks, mille tulemusena pole selgelt sõnastatud ja stabiilset nõudlust. Teisisõnu on avaliku sektori TA võimekuse peamine väljakutse TA-tegevuse lahtimõtestamine erinevate valdkondlike loogikate sees, mis võivad olla omavahel tihti vastuolus.

Eestis täna mitmeid nišitehnoloogiaid, milledel oleks aga levikus tarvis esimest klienti ning referentsi riigi näol. Siin aga puudub täna paindlik poliitika, mis seda võimaldaks. Nt kui mõnel avaliku sektori organisatsioonil oleks perspektiivikas arendada edasi oma teenuste pakkumist läbi uute tehnoloogiate, kuid napib selleks raha ja teadmisi, siis oleks siin vajalik SBIR või pre-kommertsiaalse hanke tüüpi mehhanismide kasutamine.[38] Küsimus on siin aga, kuidas riik ehitab üles paindliku mehhanismi, mis suudaks olla piisavalt tundlik uute lahenduste ning potentsiaalsete hankijate kokkuviimisel (potentsiaalne SF probleem).

TAI poliitika üks olulisi eesmärke on läbi TA tegevuse tekitada suuremat lisandväärtust ettevõtluses. Tootearendus peaks olema seega kõige loomulikum poliitikaeesmärk, samas teadmusmahukatel ettevõtetel (eriti biotehnoloogias, aga ka nt TAK'd üldiselt) on täna väga vähe tootearendust käsil (sellega ei jäädaks ellu), mida omakorda soodustab nende ettevõtete võimekus kaasata TA-toetusi eelkommertsiaalseks arendustööks (Hz2020 jne). Nagu sedastas intervjueeritav: „EAS peaks ettevõtteid toetama, samas tootearendus täna peab toimuma ettevõtte oma raha eest. Oluline on

[38] Vt TIPS 6.2

TA toetusmäär, st suurem raha. Seepärast paljud teevadki endiselt teadusuuringuid, kuid toodeteni pole veel reaalselt jõutud.“

Peaksime küsima, mis on mõistlik viis TA süsteemist väljuvate tehnoloogiate väljavalimiseks ja nende leviku võimendamiseks? Tänasele süsteemile on omane, et riigi otsene või kaudne rahastus on TA süsteemist väljakasvanud teadmiste levikul väga oluline pika aja jooksul (paljud ettevõtted nt ei püüagi sellest vabaneda), samas on see väga mitmekihiline ning maskeerunud paljude erinevate vormide taha:

- Ettevõtete töötajad samaaegselt palgal ülikoolides
- Ettevõtted toetuvad avaliku sektori TA rahale (nii ettevõtlusele mõeldud kui ka akadeemilisele)
- Avalik sektor oluline teenuste tellija (nt Haigekassa)
- Ülikoolid hangivad koos ettevõtetega infrat, mida viimased ka kasutavad

Riigi poolt on loodud keeruline toetusvõrgustik, kus samas on näha, et domineerib lineaarne loogika, ehk et püütakse ülikoole muuta ettevõtlikeks. Kuid, nagu sedastas üks vastaja:

> *„Tegelikult ülikooli esimene eesmärk on ju koolitada üliõpilasi ja teha teadustööd, teadusest ja innovatsioonist räägitakse ju selleks, et on vaja fonde. See ei ole ju suurem saladus. Riik peaks aru saama, et kus on kellegi prioriteedid ja mida keegi teeb. Kui nad ise on nii rumalad, et andes ülikoolile raha, loodavad et tänu sellele toimub ettevõtluse edendamine, et siis kahju küll.“*

Kuna seosed kohaliku nõudluskeskkonna ning TA tulemuste ülemineku vahel on väga üksikud, siis võib öelda, et täna finantseeritakse eelkõige TA ideede katsetamist ja keskkonda, et ideed nö “pääseksid välja”. Ehk et rahastuses domineerib selgelt pakkumispõhine loogika, millel on harva teadlikke kokkupuutepunkte nõudluse olemusega vastavas sektoris.

Mõneti on see tänase TAI süsteemi loogika tagajärg: ülikoolide standardiseeritud käitumine (rutiin) on rõhuda ja arendada oivalisust, mis tähendab ettevõtete ja riigi nõudlusest kaugenemist; ettevõtete ja riigi standardiseeritud käitumine on samas väga lühiajaline (ellujäämine, EL rahade kulutamise kiirus), mistõttu ei ole aega ja võimaluste tegeleda keeruliste tegevustega nagu rakendus- ja arendustegevus (seda näitab ka ettevõtet TA kulutuste struktuur, kus on domineerinud eksperimenteeriv arendustegevus ja ka EL toetused; ning haruministeeriumite jms vähene ning samamoodi pakkumispõhine investeerimine TAsse).

Kuigi üksikud meetmed ja tegevused (riiklikud programmid jms) on siiani üritanud neid paralleelselt arenevaid või isegi lahknevaid rutiine läbi finantsvahendite suunata, siis nende elluviimine toimub organisatsioonides, mis tõlgivad meetmete ootused kiiresti oma rutiinidesse. Seega on ka teadmussiirde protsessid otseses sõltuvuses seda korraldava organisatsiooni rutiinidest (sh ülikooli teadussiirde osakonnad, kes peavad enese olemasolu ülikoolide sees alles tõestama ning kuna nende fookus on kodifitseeritud teadmisel, siis on nad paradoksaalselt suunatud eelkõige Eestist välja).

Unikaalseks erandiks on siin TAKid, kes peavad mõtlema ellujäämisele, samas kui teadusgrupp käsitleb reeglina teadmiste ülekandest teenitavat raha kui lisarahastust uurimisgrupi ellujäämiseks. Ehk et suur osa rahastusest, mis püüab muuta osapoolte käitumist („ettevõtlikuks“), kuid ei motiveeri osapooli muutma oma organisatsiooni rutiine, ei suudagi oma eesmärki täita. Eelnevast koorub ka

välja alustavate firmade nõiaring, kus vaja akadeemilistest rutiinidest vabaneda ning palgata äriinimesi (turundus, müük), aga firma väike ja riske ei võeta. Samas edukamateks on osutunud just firmad, kus on suudetud akadeemilistest rutiinidest vabaneda ning kus domineerima on hakanud äriloogika.

TA süsteemis ellujäämine on erinev turul ellujäämiseks vajalikest võimekustest, seega eeldab erinevaid rutiine, mis areng sõltub aga organisatsioonilisest keskkonnast. Nagu sedastas vastaja: „Lisaks akadeemilisele tööle on vaja pidevat valideerimist. Artikli jaoks on teadlastel piisavalt infot, aga ärilist on risk suur, kuid toode pole päris töökindel."

Samas, tehnoloogiate ülekanded tekivad ektsellentsete teadusteemade tegijate ümber. Seda näitavad nii vaadeldud juhtumianalüüsid kui kinnitavad ka intervjuude kaudu ülikoolide teadlased ning TA kesksete üksuste töötajad. Lisaks on igas ülikoolis üksikuid gruppe, kes ei pruugi teaduse mõttes olla ekstellsentsuse esiliigas, kuid suudavad ennast rahastada ettevõtluslepingute jms kaudu; samas tõusetub nende puhul küsimus nende sobilikkusest ülikooli suuremasse fookusesse ja miks pole teadmiste ülekanne toimunud nt läbi teadlaste sisenemise ettevõtlusesse jms kanalite kaudu. Samas siin väljendubki tänase TAI süsteemi vastuolu: teadmiste ülekanne eeldab võimekusi ja rutiine, mis ei ole tänaste ülikoolide ülesanne ja neile seatud ootus.[39]

Ettevõtete ellujäämiseks keskendutakse teenuste (tihti ka kõrvalteenuste) osutamisele ja TA projektide elluviimisele, kusjuures TA investeeringud on teoks saanud paljuski tänu riigi toetustele. TA rolliks aga on erinevate ideedekatsetamine, kust loodetakse õnnestumise korral ka ärilist tulu, kuid kuhu lisaks avaliku sektori finantsidele (teadusgrandid nagu Horizon2020 jms, aga ka EAS, TAK) eraraha ei lisata. Võib eeldada, et TA rahastusallikad ja iseloom neis ettevõtetes mõjutab ka teaduse ja ettevõtluse piirimail tegutsevate inimeste strateegilisi valikuid, seda nii väheses äririskide võtmises kui ka karjääri jätkamise osas TA süsteemis.

Seega, TA ja ettevõtlusgrantidel on oluline ja kohati vastukäiv mõju TA lahenduste ülekandumisel ühiskonda. Ühelt poolt peavad intervjueeritavad neid olulisteks (TA ülekande protsess võib olla väga pikk ja nõuab „rahulikku" finantsi oma nišši leidmiseks, nt ME-3 bakteri juhtum), neid kasutavad pea kõik vaadeldud juhtumid ning nende roll on eriti oluline majandustsükli madalseisus. Teisalt võib paljude juhtumite puhul täheldada liigset sõltuvust riiklikest grantidest. Võimekus edukalt hankida riigi grante takistab tihti tegemast otsustavat arenguhüpet ettevõtetel ning paljud ettevõtted on seisakus. Mitmed intervjueeritavad tõid välja, et kui ettevõte on võtnud selge suuna ellu jääda turul, siis muutub inimeste jagamine ülikooliga probleemiks, sest organisatsioonikultuur erineb kahes keskkonnas. Kõige ilmekamalt võtab selle probleemi kokku intervjueeritav:

> „Lihtsalt raha ehk granti raha on liiga palju olnud. Raha jagamise üks ja kõige suurem eeldus: keegi kapitalist riskib oma rahaga (omafinantseering). Kui seda ei ole, siis see peaks olema riigile või EAS oluliseks indikatsiooniks, et midagi on jama. Nemad on lasknud läbi selle vea, et nad andnud raha projektidele, kus see omakapital on näiline. Deklareeritakse omafinantseeringut, mis tegelikult ei taha ennast kümnekordistada nagu kapital seda tahaks teha, vaid tahab õigustada oma olemasolu. See raha on teinud ka suhteliselt head poliitilist

[39] Ka TIPS uuring 4.4 jõuab järeldusele, et enamik teadlaste osalusega ettevõtteid on väga väikesed konsultatsioonidele ja ärivahendusele keskendunud ettevõtted, mis oma olemuselt ei ole seostatavad teadmuse ülekandega.

lobby ja saanud oma teadusprojektile esimest, teist ja kolmandat korda raha – muutes natuke pealkirju, kuid sisuliselt tegeledes sama asjaga. Üks soovitus poliitikakujundajatele: anna raha ainult nendele, kus erakapital riskib ja tekita enda majas see kompetents, et sa saad aru, et kas erakapital riskib või mida ta tahab."

Samas, TA süsteemil on ka üks lisanduv, kuigi varjatud roll teadmiste ülekandel. TA süsteem toimib olulise mitteformaalse suhtluse kanalina, mille kaudu sisenevad teadusmahukad välisettevõtted Eesti turule. Näiteks on tavapärane olukord, kus teaduskonverentside kaudu loodud sidemetest kasvavad aja jooksul välja ühisettevõtmised, kus küll reeglina Eesti osapoolte rolliks jääb läbi kohaliku ettevõtte raames *contract research* tegemine.

Kui vaadata neid ülikoolist tulnud teadmiste baasil tehtud ettevõtteid, kes on suutnud tänaseks oma sissetulekud genereerida turult, siis võib välja tuua järgmised olulised tendentsid:

- Selge eraldumine ülikooli organisatsiooni rutiinidest (äriloogika domineerimine, mis reeglina võimalik läbi äritaustaga inimestele kontrolli andmise protsesside arendamisel) ning
- selge nõudluse ehk esimese tuumikkliendi olemasolu, kelle väärtusahelasse siseneda ja mille najal on võimalik oma nišši arendada, st investeerida äriprotsesside ehitamisse.
- Eelnevast tulenevalt võimaldab nõudluse lahtimõtestamine meil aru saada ka mis tingimustel TA süsteemi roll muutub oluliseks Eesti reaalmajanduses

Seega, TA süsteemist iseseisvalt edukalt väljunud teadmiste baasil ehitatakse üles **ärimudeleid**, mis on suunatud ennekõike teenuste osutamiseks ning mis peale käivitamist enam reeglina otseselt TA-süsteemist ei sõltu ning TA muutub teisejärguliseks või kaob üldse. Probleemid osapoolte (st ülikoolid vs ettevõtted/avalik sektor) vahel on seega ennekõike seotud ülikoolide valmisolekuga mitteformaalseks ja/või mittekodifitseeritud teadmiste ülekandega tegeleda. Kuna selline teadmiste ülekande domineeriv viis ei anna selget signaali ka ülikoolide uurimisgruppidele selle kasulikkusest (aeg, kasu, alternatiivkulu) võrreldes tavapärase TA rahastuse hankimisega (grandid, õppetöö), siis on mõneti tänasesse süsteemi see konflikt sisse kirjutatud.

Kui TA süsteemist väljunud uued tehnoloogiad on suutnud teatud aja ellu jääda väljaspool ülikooli, siis hakkavad need omakorda mõjutama TA tegevust ülikoolides. Näiteks võib tuua kraadiõppurite ja ülikooli töötajate värbamise ja seeläbi nii üldise nõudluse lõpetajate järgi, aga ka nišši-teemade ülevalhoidmise ülikoolis, lõputööde teemade valiku suunamine, koosrahastuse hankimine ja teemade sissetoomine, infrastruktuuri ühishankimine ja kooskasutus (riigigrantide roll) ja vastastikune teenuste tellimine, mis mõnedel juhtudel on väikeste uurimisgruppide ülevalhoidmisel elulise tähtsusega. Samas on see mitmetel juhtumitel kaasa toonud ka doktoritööde kaitsmiste ja teadlaste puhul ka publitseerimise edasilükkumise

Kokkuvõtvalt, TA tegevuse roll on täna peamiselt uute ideedega katsetamises, mida rahastatakse riigi kaudu ning kus otsest ärilist väljundit reeglina ei nähta. Seda võib samas tõlgendada ka kui turu või avaliku sektori nõudluse vähesust TA järgi, mis on tinginud olukorra, kus ideed otsivad vajadusi ning olemasolevat raha, mitte olemasolev raha ning vajadus arendussidemeid. Teiselt poolt näitab selline teadmuse ülekande muster milline on täna Eesti TA süsteemist väljunud teadmuse kohanemisprotsess reaalmajanduses: see ülekanne ei ole reeglina lineaarne vaid kaudne, see on olemuselt mittekodifitseeritud ning pigem toetav kui otsene.

Viidatud kirjandus

Bozeman, B. (2000) „Technology transfer and public policy: a review of research and Theory.“ *Research Policy*, 29. 627-655.

Bozeman, B., Rimes, H. & J. Youtie (2014) „The evolving state-of-the-art in technology transfer research:Revisiting the contingent effectiveness model.“ *Research Policy*, 44(1). 34-49.

Foray, D. (2014) Smart Specialization: Opportunities and Challenges for Regional Innovation Policy. Routledge.

Izsak, K., Markianidou, P., & S. Radošević (2014) „Convergence of National Innovation Policy Mixes in Europe–Has It Gone Too Far? An Analysis of Research and Innovation Policy Measures in the Period 2004–12.“ JCMS: Journal of Common Market Studies.

J. Utterback (1996) “Innovation and Industrial Evolution” in Utterback (ed) Mastering the Dynamics of Innovation, Harvard Business School: Boston, Massachusetts, pp. 79-102.

Manchester Institute of Innovation Research Compedium of Evidence on Innovation Policy: http://www.innovation-policy.net/compendium/

Mowery, D. C. & B. N. Sampat (2005) „Universities in national innovation systems.“

Mowery, D. C. (2009) „Federal Policy and the Development of Semiconductors, Computer Hardware, and Computer Software A Policy Model for Climate Change R&D?“

Nurkse instituudi ideedepank (2014) „Miks ülikoolid ja ettevõtted koostööd ei tee?“ http://nurkseschool.tumblr.com/post/102943248911/miks-%C3%BClikoolid-ja-ettev%C3%B5tted-koost%C3%B6%C3%B6d-ei-tee

Polt, W., Rammer, C., Gassler, H., Schibany, A. & D. Schartinger (2001) „Benchmarking industry–science relations: the role of framework conditions.“ Science and Public Policy, 28(4). 247-258

Rosenberg, N. & R. R. Nelson (1993) „American Universities and technical advance in industry“

Seppo, M., Rõigas, K. & U. Varblane (2014) „Governmental Support Measures for University–Industry Cooperation—Comparative View in Europe.“ Journal of the Knowledge Economy, 5(2). 388-408.

TIPSi varasemad uuringud 1.1; 4.1; 4.3; 4.4; 5.3; 6.2.

Intervjuud

Erik Puura	TÜ	2014
Marko Piirsoo	TTÜ teadusosakond	10.10.2014
Rasmus Lindmaa	Mektory	2014
Siim Kinnas	TÜ	08.10.2014
Ralf-Martin Soe	IT Demokeskus	09.03.2015
Silver Traat	Tarkvara Tehnoloogia Arenduskeskus OÜ	09.03.2015
Erki Mölder	Quattromed HTI Laborid	13.03.2015
Rein Ahas	Positium OÜ	13.03.2015
Aavo Sõrmus	Toidu- ja Fermentatsioonitehnoloogia Arenduskeskus AS	06.04.2015
Margus Lopp	Prosyntest ja Cambrex Tallinn OÜ	07.04.2015
Merle Lust Rünno Lõhmus Kristjan Saal	Eesti Nanotehnoloogiate Arenduskeskus AS	13.04.2015
Indrek Tulp	Selfdiagnostics OÜ	09.04.2015
Toomas Neuman	Protobios OÜ	10.04.2015
Ivo Mägi	Plumbr OÜ	16.04.2015
Andres Taklaja	Rantelon OÜ	17.04.2015
Rene-Oscar Ariko	3D Printer OS	17.04.2015
Andres Männik	Icosagen AS	24.04.2015
Andrus Tasa	TBD Biodiscovery OÜ	24.04.2015
Külli Kaare	Põllumajandusministeerium,	04.05.2015
Mark Raja	Sumar OÜ/Sumar-Tools OÜ, projektijuht	05.05.2015
Indrek Ruiso	ELIKO Tehnoloogia Arenduskeskus OÜ	10.05.2015
Marika Mikelsaar ja Jane Luht	TÜ	28.04.2015
Artur Jutman	Testonica LAB OÜ	15.05.2015
Dmitri Teperek Kristiina Kütt	Kaitseministeerium	19.05.2015
Hardi Tamm	Tervisetehnoloogiate Arenduskeskus AS	04.06.2015
Ene Tammsaar	Tervisliku Piima Biotehnoloogiate Arenduskeskus OÜ	11.06.2015
Taavi Madiberk	Skeleton Technologies	26.05.2015
Erkki Truve	TTÜ	26.08.2015

Uuringus kasutatud varasemad intervjuud:

Peeter Laud	Cybernetica AS
Oliver Väärtnõu	Cybernetica AS

Priit Rohumaa	VKG
Indrek Aarna Priit Raud	Eesti Energia
Enn Mellikov	Crystalsol OÜ
Rein Munter Tiit Kivimäe	Water Technologies Partners OÜ
Toomas Tenno	Aqua Consult OÜ
Tõnu Mauring Tarmo Tamm	Passive House OÜ
Dmitri Vinnikov	Ubik Solutions OÜ