



Euroopa Liit  
Euroopa Sotsiaalfond



Eesti tuleviku heaks

SA Eesti Teadusagentuur  
poolt tellitud uurimus

# Teadustöö majanduslike mõjude avaldumine Eestis premeeritud tehnoloogiaid hõlmavates sektoraalsetes innovatsioonisüsteemides

## Lõpparuanne

Kadri Ukrainski, PhD  
Jaan Looga, MM  
Aivo Ülper, MM

Riigimajanduse ja majanduspoliitika  
õppetool

Tartu Ülikool  
2015

[kadri.ukrainski@ut.ee](mailto:kadri.ukrainski@ut.ee)  
[jaan.looga@ut.ee](mailto:jaan.looga@ut.ee)  
[aivo.ulper@ut.ee](mailto:aivo.ulper@ut.ee)

## Sisukord

Executive Summary .....	4
Sissejuhatus .....	6
1. Uuringu probleemipüstitus, teoreetilised alused ja meetodika .....	8
1.1. Probleemipüstitus ja uurimisküsimused .....	8
1.2. Kasutatavad mõisted ja teoreetilised lähtekohad .....	10
1.3. Meetodika ja kasutatavad andmed .....	18
2. Premeeritud tehnoloogiad ja nende rakendatavust mõjutavad tegurid .....	22
2.1. Universaalne tööstus- ja tehnoloogilise teravikmikroskoop .....	22
2.2. Integraalse fotoelastsusmeetodi teooria, mõõtmistehnoloogia ja aparatuuri väljatöötamine ja .....	29
rakendamine jääkpingete mõõtmisel klaasitööstuses .....	29
2.3. Tumeaine ja universumi kõrgstruktuuri avastamine .....	36
2.4. E-hääletamise tarkvaralahendus .....	42
2.5. Aparatuurikomplekt taimede fotosünteesi uurimiseks .....	49
2.6. Ülikiire proovirotsiooni tehnika arendamine .....	53
2.7. Röntgenluminofoor .....	59
2.8. Mikroelektronika testitarkvara Turbo Tester .....	65
2.9. Juhtumite süntees ja võimalused teadustöö rakendatavuse tõstmiseks premeeritud tehnoloogiaid ....	70
hõlmavates innovatsioonisüsteemides .....	70
3. Sektoraalsete innovatsioonisüsteemide analüüs .....	87
3.1. Sektori näide IKT .....	87
4. Analüüsi lühikokkuvõtte: järeldused ja poliitikasoovitused .....	95
Kasutatud kirjandus .....	98
Lisa 1: Intervjuu küsimustik .....	101
Lisa 2: Teravikmikroskoobiga seotud patentide nimekiri .....	103
Lisa 3: Teravikmikroskoobiga seotud artiklite nimekiri .....	104
Lisa 4 Integraalse fotoelastsusmeetodiga seotud artiklite nimekiri .....	105
Lisa 5 Tumeaine ja universumi kõrgstruktuuriga seotud artiklite nimekiri .....	112
Lisa 6 E-hääletamise tarkvaralahendusega seotud artiklite nimekiri .....	146
Lisa 11 Intervjueeritavate nimekiri .....	192



## Executive Summary

The analysis is based on eight case studies that have been nominated and/or received two prominent prizes that are awarded in Estonia for important scientific discoveries, innovations and/or applications. The awards are given to the young scientists (The Bernard Schmidt award) or to established scholars. The aim of this analysis was to discover important factors that would enhance or hinder the applicability of excellent research in Estonian economy. It has to be noted, however, that the results cannot be extended to the whole of Estonian science as we are looking only at the top part of it. Therefore our conclusions might serve as ideas for further development of policies in intellectual property or science funding.

In the chronological sense, the case study projects require pretty long learning and commercialisation period. The shorter time periods are associated with the technology of ICT, as a result of the rapid evolution in this technology field allowing for rapid economic results through suitable channelling. Old sciences, but also more basic science discoveries take much more time to yield some results in terms of publications or applications. This diverging length between the technology development and project-based funding mechanism seems to be one important hindering factor (even has caused the split of one excellent team).

Great part of the cases follow the linear science-push innovation model. Why linear? The answer lies in minor role of Estonian intermediary or supporting institutions or funding (outside basic funding). All application attempts are made by scientists themselves, or by using the help of their colleagues (also single persons) in Estonia or abroad. In three cases demand-pull model was identified and only in one case elements of both models were identified at the same time. The latter could be more close to the ideal (or systemic innovation model), but supporting system was not present there, too.

The barriers for commercialisation are felt to be lower among scientists compared to supporting factors. The reason here could lie in the fact that most of the award winning technologies did not reach significant applications. At the same time everybody recognises that the existence of specific customer and alignment of the technology to the specific needs of those customers are highly relevant. Here becomes visible the extreme fragmentation of Estonian innovation system, which is also supported by the interviews claiming that communication, knowledge transfer, but also trust and cooperation are highly relevant factors in successful commercialisation.

Summarising the important fields where innovation policy could focus for more successful commercialisation, one can establish that:

- There is greater need for services supporting cooperation, engagement, meetings. This includes also informal meetings with the representatives of industry/society that the scientists could discover new topics/problems for their research (demand side). It also includes the continuous support for mobility as this enables to disseminate the knowledge abroad and find partners there. At the moment, it seems that communication in Estonia seems to be larger barrier.

- Greater stability in funding is needed. Project-based funding is not guaranteeing the stability needs even for the production of one single technology, because even in the cases of young scholars, it took 4-10 years to reach from the idea to the technology production. In one case the project funding process has caused the split of the team.
- Most groups use Estonian basic funding measures as a kind of framework funding, which makes these measures rather corresponding to the basic funding aims. The negative side of this aspect was the time the scholars have lost in project applications for their „basic funding“.
- In all cases, the variety of different project funding measures can be seen. This is pointing to the fact that in case the extreme project funding approach continues, the needs for project measures covering the whole set of activities is needed (mobility, R&D projects, PhD students etc.).
- Often enough has the foreign R&D contract funding enabled the novel research, which points to the need to encourage funding applications outside Estonia. These projects can besides funding contribute to vision for new research, but for expansion of important networks.
- It seems that for this kind of strong scientists covered by our sample, there is not much difference, which topic they study, the results will be successful anyway. It means that the first bullet (communication within Estonia) is even more important if considering the needs of local economy. It would enable to locate new fields of study, which could be interesting and at the same time applicable locally.
- Commercialisation has not been the clear aim of most of the cases; it has been rather seen as something remaining out of the scope of a scientist. Therefore, if greater application becomes an aim, it needs to be addressed more clearly in the career model of scientists and also it has to be more clearly communicated to scientists.
- Applied research projects were not remarkably weaker also in publications, the difference was seen in science field (e-g- in ICT the WoS is not appropriately reflecting this kind of science). This result is important for breaking the myth of weak level of applied research (which has been quite often used in Estonian scientific communities).
- The awareness of intellectual property regulations and procedures, but also respective services needs to be developed. As patenting is typically seen here as a means for earning revenues, this sample proves that it is rather important for protecting one's own knowledge (in one case actually the knowledge was „stolen“ as soon as it was presented and since it was not protected the possibilities for appropriability were gone. However, this result is quite specific to this technology.
- Support services (egg TTO-s) have played different, but generally quite weak role. This is also caused by the time period of this study, when the universities did not consider those services to be very important. Therefore our results are not good for suggesting more specific developments here.
- Most awarded technologies are not commercialisable in Estonia, except for the ICT case. They have been commercialised elsewhere meaning that Estonian top-level

research is contributing to economic benefits abroad. Larger benefits for local economy or society could be achieved. However, the first step would be to broaden the view of economic impacts besides contract-related financial revenues.

## Sissejuhatus

Arenenud tööstusriigid on paljude aastakümnete jooksul toetanud teadus- ja arendustegevust (TA) selle ulatusliku positiivse mõju tõttu ühiskonna arengule. Põhjendatakse seda eelkõige teadmispõhise majanduse paradigma levikuga ressursi ja investeerimispõhise paradigma asemele. Innovatsiooniuuringud näitavad, et baasteadusesse tehtud kulutused ei ole lihtsalt ülekantavad majandusse, ehk lineaarse mudeli loogika ei toimi. Selleks, et innovatsioonid leviks, on vaja lisaks teadusest tulenevatele tõukeimpulssidele ka tõmbeimpulsse, samuti soodsaid raamtingimusi ning erinevate partnerite kaasaaitavat koostööd, ehk teisisõnu edukat innovatsioonisüsteemi toimimist.

Võrgustikuteooria väidab, et ettevõtted on harva võimelised eraldatuna innovatsioone läbi viima ning ei tee seda mitte kunagi nõu suhete või informatsiooni vaakumis. See kehtib ka ülikoolide kohta. Ettevõtete- ja ülikoolide vahelise koostöö kasulikkus seisneb eelkõige ressursside baasi ja kompetentsi laiendamises, sama kehtib ka erinevate ülikoolide vahelise teaduskoostöö kohta. Seega võib järeldada, et teadusasutuste innovatsioonivõime paraneb laiema teadmiste baasi, kulude ja riski jagamisel, mis toimub läbi koostöö teiste subjektidega (näiteks tarnijate, klientide, konkurentide, ülikoolide jt koostööpartneritega). Seetõttu on hakatud rääkima innovatsiooni süsteemsest olemusest, mis hõlmab lisaks teadmusele ka osalejad ja võrgustikud ning samuti institutsioonid, mis eeltooduid mõjutavad. Viimatimainitud kirjandusvaldkonna puuduseks on keskendumine suhteaspektidele võrgustikus osalejate vahel, see teadusvaldkond on sidumata konkreetse teadmusega, mida nende võrgustike kaudu edasi kantakse.

Empiirilised uuringud on näidanud, et majandusharuti on innovaatiline tegevus väga erinev ja seetõttu on hakatud kasutama sektoraalse innovatsioonisüsteemi mõistet. Ei ole loodud küll vastavat teooriat, kuid on koostatud rida empiirilisi taksonoomiaid, mis kirjeldavad erinevaid mustreid, kuhu tööstusharud paigutuvad oma innovatsiooniprotsesside põhjal (üks tuntumaid on nt Pavitt, 1984). Peamised sarnasused tulenevad erinevates harudes kasutatavatest sarnastest tehnoloogilistest režiimidest, teadmuse baasist ja õppimisprotsessidest (Breschi et al. 2000). Erinevused tulenevad majandusliku kasu saamise võimalustest (*appropriability conditions*) ja teadmuse akumulereumisest, kuna viimane tuleneb erinevate riikide teadussüsteemide eripäradest ning ettevõtete vaheliste võrgustike erinevustest (Nelson, 1993).

Tavaliselt keskenduvad innovatsiooni ja tehnoloogilisi muutusi uurivad teadustööd eelkõige teadusmahukatele tööstusharudele, mis on kõige modernsemad ja globaliseerunud, teisi sektoreid on uuritud vähe. Siiski moodustavad ülalmainitud teadusmahukad sektorid

suhteliselt väikese osa ka arenenud riikide majandustest. Lisaks eeltoodule on kommertsaspektist lähtudes edukaks osutunud innovatsioonid olnud pigem järk-järgulised kui radikaalsed uuendused tehnoloogia mõttes.

Käesolev uuring analüüsib Eestis auhinnatud tehnoloogiate senist rakendamist ning soodustavaid ja takistavaid tegureid, mis seda rakendusprotsessi mõjutanud on eesmärgiga tuua välja poliitikasoovitusi kohaliku teaduse rakendatavuse suurendamiseks. Analüüs on koostatud tuginedes juhtumiuuringutele, mis baseeruvad nii intervjuudel (intervjueeritavate nimekirja vt [Lisa 11](#)) kui ka täiendavate kirjandusallikate ja andmebaaside alusel (vt ka metoodika alapunkti). Oluline aspekt, mida arvestada, on asjaolu, et mitte kõigil juhtudel ei õnnestunud intervjuud teha uurimisgrupi juhiga. Mõne juhtumi puhul õnnestus siiski kuulda ka mitme liikme kommentaare juhtumi analüüsile. Kõik juhtumikirjeldused on intervjueeritavatega kooskõlastatud.

Kuna tellijale esitatud juhtumianalüüsid on väga detailsed, siis avalikustatakse vaid juhtumite lühikokkuvõtted ja sünteesivad analüüsid.

Autorite eriline tänu kuulub kõigile intervjueeritutele!

Kõik vead ja eksimused on meie omad.

Kommentaariid on oodatud: [kadri.ukrainski@ut.ee](mailto:kadri.ukrainski@ut.ee)

# 1. Uuringu probleempüstitus, teoreetilised alused ja meetodika

## 1.1. Probleempüstitus ja uurimisküsimused

Uuringu eesmärk on analüüsida teadustöö rakendatavuse tõstmise võimalusi premeeritud tehnoloogiaid hõlmavates innovatsioonisüsteemides, mis muuhulgas sisaldab arengu võimaluste ja avaliku sektori poolse toetuse vajaduste hindamist eeltoodud innovatsioonisüsteemides. Esmalt püütakse need süsteemid piiritleda ja kirjeldada neis teadustöö majanduslike mõjude avaldumise mehhanisme.

Tellijapoolne eesmärgipüstitus nägi ette keskendumist Eesti Vabariigi teaduspreemiate kategooria „Vastava teadusala paradigmat ja maailmapilti mõjutava või uut teadusvaldkonda rajava teadusliku avastuse või olulise sotsiaal-majandusliku mõjuga innovaatilise tooteni viinud avastusel põhineva leiutise või teadus- ja arendustöö eest välja antav riiklik preemia“ järgmiste kandidaat- ja laureaatprojektide analüüsi:

- 1) 2005: Vello Valdna leiutis ja arendustöö „Röntgenluminofoor“ (preemiat ei saanud)
- 2) 2006: Samoson, Tuherm, Past, Reinhold ja Anupõld. „Ülikiire proovirotatsiooni tehnika arendamine.“
- 3) 2007: Laisk, Oja, Eichelmann, Rasulov, Rämna, Anijalg „Aparatuurikomplekt taimede fotosünteesi uurimiseks“ (preemiat ei saanud);
- 4) 2007: Einasto töögrupp „Tumeaine ja universumi kargstruktuuri avastamine“
- 5) 2009: Aben, Ainola, Anton ja Errapart. „Integraalse fotoelastsusmeetodi teooria, mõõtmistehnoloogia ja aparatuuri väljatöötamine ja rakendamine jääkpingete mõõtmisel klaasitööstuses.“
- 6) 2013: Raidali töögrupp „Higgsi bosoni laadse uue osakese avastamine“ (preemiat ei saanud).

Lisaks eelnimetatutele, sooviti uurida Eesti Teaduste Akadeemia „Bernhard Schmidti preemia Eestis töötavatele noortele teadlastele ja inseneridele saavutuste eest arendustegevuses ja teaduslike uurimistulemuste evitamisel“ laureaatprojekte:

- 7) 2001 Rünno Lõhmus. „Universaalne tööstus- ja tehnoloogiline teravikmikroskoop.“
- 8) 2005 Arne Asper, Kristo Heero ja Sven Heiberg. „E-hääletamise tarkvaralahendus.“
- 9) 2007 Jaan Raik. „Mikroelektronika testitarkvara Turbo Tester.“

Preemiate saamiseks esitatud ja premeeritud tehnoloogiatest ja meetodites hulgast valiti tellija poolt välja need, millel on selge rakenduslik potentsiaal ja ka orientatsioon ning mis on seostatavad sektoraalsete innovatsioonisüsteemidega Eestis. Preemiate kategooria on kaheosaline ja selle esimene osa ei hõlma rakendusteadust. Rakendusteadusliku



orientatsiooniga tehnoloogiate ja meetodite puhul analüüsitakse sektoraalseid innovatsioonisüsteeme järgmiste tellija sõnastatud kriteeriumite alusel:

- Millised on sektoraalsete innovatsioonisüsteemide tooted ja teenused ja nende tootmise tehnoloogiad, mis piiritlevad süsteemi?
- Kes on sektoraalsete innovatsioonisüsteemide toimijad (*actors/agents*) (ettevõtted, kõrgkoolide ja teadusasutuste allüksused, teadusgrupid, tippteadlased, välispartnerid – toimijate arv, suurus ja heterogeensus)?
- Milline on sektoraalsete innovatsioonisüsteemide institutsionaalne keskkond (vahendavad ja reguleerivad asutused ning nende ülesannete jaotus, olulised toetuste ja piirangute valdkonnad ning meetmed)?
- Milline on sektoraalsete innovatsioonisüsteemide infrastruktuur (Porteri klasterilemendid: teguritingimused; ettevõtete strateegia, struktuur ja konkurents; seotud ja tugitööstused; nõudlust kujundavad tingimused)?
- Millised on sektoraalsete innovatsioonisüsteemide teaduslike ja tehnoloogiliste teadmiste baasid (*knowledge pool*) (kodifitseeritud ja kodifitseerimata teadmiste kandjad)?
- Millised on sektoraalsete innovatsioonisüsteemide teadmiste, tehnoloogiate ja toodete võtmeühendused komplementaarsused ja sõltuvused (*key links, complementarities, interdependencies*) (sisendi või väljundi (lõpptoodangu) konvergens; nõudlust, tootmist, innovatsiooni ja toodete levitamist hõlmavad vastastikused sõltuvused)?
- Millised on sektoraalsete innovatsioonisüsteemide teadmiste ja tehnoloogiate innovaatilisteks toodeteks ja teenusteks tõlgendamise vahendid (*interfaces*) (innovatsioonisüsteemi toimijate teadmiste, ideede ja rakenduste ettevõtete poolne potentsiaali avastamise, valiku, neeldumise ning rakendamise mehhanismid)?
- Milline on sektoraalsete innovatsioonisüsteemide teadmiste ja tehnoloogiate kättesaadavus (*accessibility ats / opportunity*) (teadmiste ja tehnoloogiate allikad ja juurdepääsutingimused)?
- Millised on sektoraalsete innovatsioonisüsteemide teadmiste kohandatavused (*appropriability*) (väljatöötatud innovatsioonidest kasu saamise võimalused, nende kaitsmine imiteerimise eest, intellektuaalse omandi kaitse tingimused)?
- Milline on sektoraalsete innovatsioonisüsteemide teadmiste kuhjumise tase (*degree of cumulativeness*) (teadmiste kuhjumise allikad ja ulatus)?
- Millised on Eestis premeeritud tehnoloogiaid hõlmavate sektoraalsete innovatsioonisüsteemide arengu staadiumid ja nende dünaamika lähtuvalt loovale hävitamisele ja loovale kuhjumisele iseloomulikest tingimustest?
- Millised on premeeritud tehnoloogiaid hõlmavate sektoraalsete innovatsioonisüsteemide avaliku sektori poolse toetamise võimalused lähtuvalt nende arengu staadiumitest ja dünaamikast ning teadustöö tulemuste optimaalse rakendamise vajadustest nendes sektorites?

## 1.2. Kasutatavad mõisted ja teoreetilised lähtekohad

Tehnoloogia mõistet kasutatakse käesolevas uuringus vähemalt kahes omavahel seotud tähenduses. Esmalt tähendab see objekte, mis võivad olla nii materiaalsed objektid (nagu aparatuurikomplekt, teravmikroskoop jne) kui ka mittemateriaalsed (e-hääletamise tarkvaralahendus, Turbo Tester tarkvara). Teiseks tähendab see ka tehnilist teadmust, mis konkreetsetes pakkumuses puudutab eeltoodud tehnoloogiatega kaasnevat kodifitseeritud (artiklid, patendid) ja kogemuslikku, varjatud (*tacit*) teadmust. Mõlemad aspektid on kooskõlas vastava valdkonna teaduskirjandusega (Constant, 1980; Laudan, 1984; Vincenti, 1991; Faulkner, 1994).

Selleks, et uurida teadusasutustes välja töötatud premeeritud tehnoloogiate panust ühiskonda erinevate sektoraalsete innovatsioonisüsteemide lõikes, tuleb esmalt avada sektoraalsete innovatsioonisüsteemide kontseptsiooni taust, mille kaudu uuritakse teadmuse liikumist neis süsteemides ning samuti teadmuse liikumist mõjutavaid tegureid. Sektor on teatud tegevuste hulk, mida ühendab mõni omavahel seotud toodete grupp või tekkiv nõudlus ja mis jagab teatud baastadmust (Malerba 2004:10). Ettevõtetel selles kindlas sektoris on teatud ühiseid jooni, kuid samas on nad ka heterogeensed, sellest tulenevalt on ka innovatsiooniprotsessidel sektorites teatavaid süsteemseid jooni ja eripärasid. Sektoraalsete innovatsioonisüsteemide uurimine on küllaltki tõhus meetod, kui soovitakse kirjeldada innovatsiooniprotsesse erinevates sektorites, määrata kindlaks innovatsiooni mõjutavad tegurid, uurida sektorite lühi- ja pika perspektiivi dünaamikat ja arengut, rahvusvahelist edu/ebaedu ja seda põhjustanud tegureid ning samuti siis, kui soovitakse kujundada riiklikku poliitikat (Malerba 2004:3–4).

Majandusharude innovatsioonitrajektoore saab uurida mitmeti, järgnevalt on toodud mõned näited (ülevaade ka nt Peneder 2003). Kõige tuntum viis on TA kulutuste alusel ehk nn tehnoloogiamahukuse alusel (OECD taksonoomia). Selle lähenemisviisi puuduseks on asjaolu, et see klassifitseerib tööstusharud TA kulutuste osakaalu alusel käibest, mis on üks kitsas mõõdik innovaatilise tegevuse iseloomustamiseks.

Harusid saab iseloomustada samuti selle alusel, kuidas innovaatiline tegevus on harus korraldatud (Schumpeteri Mark I ja II), kus esimeses tüübis viivad innovatsioonid ellu üksikisikud – ettevõtjad, kes loovad uusi ettevõtteid, kasutades laenatud raha ning teises tüübis luuakse innovatsioonid pidevalt paljude suurte korporatsioonide poolt nende monopolistlikus konkurentsivõitluses ehk innovatsiooniprotsessi viivad ellu ja “ratsionaliseerivad” teadusliku uurimise ja turunduse allüksused. Kuigi Schumpeteri prognoosis, et kapitalismi areng viib Mark II olulise kasvuni Mark I tüüpi innovatsiooni kahanemise arvel, on siiski uute tehnoloogiate (näiteks IKT) kasutamisega seoses Mark I tüüpi innovatsioonid erinevates harudes ikkagi oma koha säilitanud.

Üks tuntumaid võimalusi kirjeldada sektoraalsete innovatsioonisüsteemide arengut on tehnoloogia trajektooride alusel, mida on kirjeldanud tööstusharude puhul Keith Pavitt (1984) ja mida hiljem tema järgijad on kohandanud ka teenuste harudele (nt Castellaci 2008). Lühidalt kirjeldatuna on harude tüübid järgmised:

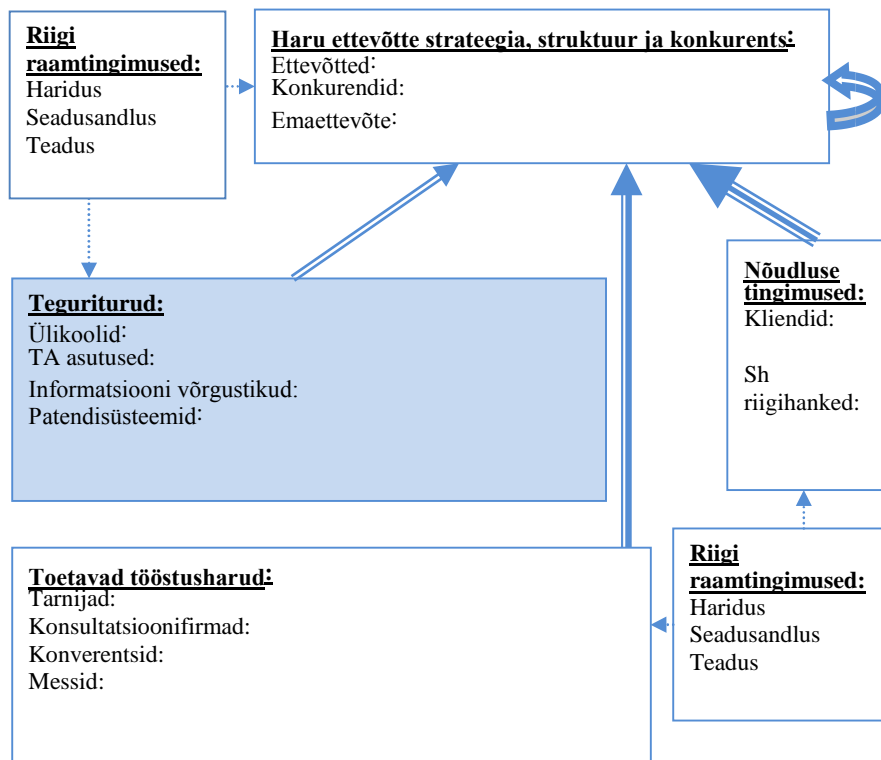
- Tarnijast sõltuvad sektorid – uued tehnoloogiad on peamiselt uutesse komponentidesse ja sisseseadesse ning uue tehnoloogia levik ja õppimine toimub läbi millegi praktilise tegemise (*learning by doing*) ja kasutamise (*learning by using*);
- Mastaabiintensiivsed sektorid, kus protsessiinnovatsioon on väga oluline ja kus kasutatakse nii ettevõtte siseseid innovatsiooniallikaid (T ja A tegevus, õppimine läbi millegi praktilise tegemise) ja välised (sisseseade tootjad); kasumi omandamine toimub läbi patentide ja ärisaladuste;
- Spetsialiseerunud tarnijatega sektorid, kus innovatsioon on keskendunud tulemuste, usaldusväarsuse ja tarbijasõbralikkuse parandamisele, kasutatavad innovatsiooniallikad on nii sisemised (kogemustel põhinevad teadmised ja heade teadmiste- oskustega tehnikud) kui ka välised (tarbija-tootja omavahelised mõjud), kasumi omandamine tuleneb peamiselt sellest, et teadmus on lokaalne ja tuleneb vastastikustest mõjudest.
- Teaduspõhised sektorid – nii toote kui ka protsessiinnovatsioon on kiired, kasutatakse nii sisest TjaA tegevust kui ka uurimistööd ülikoolides ja uurimisinstituutides, kasumi omandamise võimalusi on palju alates patentidest ja „ooteaegadest“, erinevate õppimiskõverateni ja ärisaladusteni.

Eeltoodud lähenemisviisi puhul on näha kaks innovatsioone loovat harude gruppi (teaduspõhised ja spetsialiseeritud tarnijatega sektorid), kes loovad uusi tehnoloogiaid ja kannavad neid edasi traditsioonilistele sektoritele (mastaabiintensiivsed ja tarnijast sõltuvad), kelle innovatsioon tekib peamiselt läbi uute tehnoloogiate praktilise rakendamise ja kohandamise. Võib ka öelda, et innovatsioone loovad harude grupid asuvad täna uute tehnoloogiate loomise alguspunktis. Teenustesektori vastavad harud on tarnijapõhised teenused, füüsiline infrastruktuur, võrgustiku infrastruktuur ja spetsialiseeritud teadmuse pakkujad (Castellaci 2008).

Innovatsioonisüsteemi lähenemisviis on lähtunud ettevõtete innovatsioonivõrgustikke uurinud teadlastest, kes väidavad, et ettevõtted on harva võimelised eraldatuna innovatsiooni läbi viima ning ei tee seda mitte kunagi nõu suhete või informatsiooni vaakumis (Håkansson 1987; Maillat 1995; Florida 1995; Baptista and Swann 1998; Cooke and Morgan 1998; Oughton and Whittam 1997; avatud innovatsiooni mudel). Ettevõtete- või organisatsioonidevahelise koostöö kasulikkus seisneb ressursside baasi ja kompetentsi laiendamises. Seega võib järeldada, et ettevõtte innovatsioonivõime paraneb laiema teadmiste baasi, kulude ja riski jagamisel, mis toimub läbi koostöö teiste subjektidega (näiteks tarnijate, klientide, konkurentide, ülikoolide jt koostööpartneritega) (vt ka Rothwell (1991), Freel (2000)).

Tihedad suhted ettevõtete ja organisatsioonide vahel loovad klatri (Porter 1990). Bergman ja Feser (1999) defineerivad tööstusklatri kui ettevõtete ja muude organisatsioonide grupi, mille iga liige on oluline iga teise klatri osalise konkurentsivõime edendamisel. Tööstusharuklatri iseloomustabki ettevõtete vaheline sõltuvus, s.o iga klatriosalise konkurentsivõime sõltub ühest, mõnest või kõikidest teistest klatri liikmetest. Klatri osalisi ühendavad müüja-ostja suhted, sarnane tehnoloogia, sarnased tarbijad/jaotuskanalid või sarnane tööjõud. Mõned empiirilised uurimused (vt nt Oerlemans jt (1998)) näitavad, et eeltoodud võrgustiku lähenemist innovatsioonile on ületähtsustatud. Enamikes tööstusharudes tehakse siiani kõige suurem osa innovatsiooniga seotud tegevustest ettevõtte sees ehk innovatsioon viiakse läbi eelkõige ettevõtte siseste ressursside abil (Freel 2003). Ettevõtted vajavad olulist ettevõttesisest võimekust innovaatilise tehnoloogia äratundmiseks, hindamiseks ning seejärel läbirääkimisteks ja kohandamiseks (Dosi 1988, Cohen, Levinthal 1989, 1990). Seetõttu võib lugeda innovatsiooni puhul oluliseks nii ettevõttesisest kui ka ettevõttevälist koostööd (Freel, 2002).

Ühendades Porteri klatrikäsitluse ja sektoraalse innovatsioonisüsteemi kontseptsiooni võime innovatsioonisüsteemi toimimist mõõta mingil ajahetkel alloleva skeemi abil (Joonis 1). Igasugune süsteem koosneb erinevatest komponentidest ja nende komponentide vahelistest suhetest, mis koos määravad ära innovatsioonisüsteemi struktuuri. Innovatsioonisüsteemide olulisemateks komponentideks on organisatsioonid ja institutsioonid (Edquist 1997, 2004). Organisatsioonid on ettevõtted ja teised innovatsioonide loomise seisukohalt olulised organisatsioonid (ülikoolid, patendiametid jt) ning institutsioonid kujutavad endast mängureegleid (seadused, standardid, traditsioonid). Mõnikord piirid ähmased (ka teatud organisatsioone käsitletakse institutsioonidena).



### Joonis 1 Sektoraalsete innovatsioonisüsteemi (IS) analüüsi skeem

Allikas: Viitamo 1988, Ukrainski 2004, autorite kohandatud

Innovatsioonisüsteemis eristatakse vähemalt viit tüüpi koostoimet teiste ettevõtete/organisatsioonidega (Von Tunzelmann, Nightingale, Bell):

1. ettevõtted suhtlevad omavahel selleks, et koondada innovatsiooniks vajalikke tegevusi, teadmust ja vahendeid
2. lisaks teistele ettevõtetele suhtlevad ettevõtted ka organisatsioonidega (ülikoolid, teadusinstituudid, koolituskeskused) selleks, et koondada innovatsiooniks vajalikke tegevusi, teadmust ja vahendeid
3. Kõik ettevõtted ja organisatsioonid toimivad kohaliku, riigi ja rahvusvahelise tasandi valitsusasutuste poolt rakendatavas poliitilises raamistikus
4. See kompleksne ettevõtete, organisatsioonide ja poliitiliste raamistikkude struktuur toimib vastastikku laiema sotsiaalse, poliitilise, kultuurilise ja institutsionaalse taustaga kindlates regioonides ja riikides
5. Kõiki innovaatilisi tegevusi (mis tekivad kõigi eeltoodud koostoimete raames) mõjutavad samuti globaalsed trendid ja struktuurid (globaliseerumine), samas mõjutavad innovaatilised tegevused omakorda ka globaliseerumist.

Kuna kõigi nende seoste analüüs jääb käesoleva uuringu mõõtkavast välja, siis siinkohal mõõdame erinevate süsteemi komponentide vaheliste teadmiste voogude olulisust innovatsiooniprotsessides.

Empiirilised uuringud näitavad, et iga konkreetne teadmuse kategooria on ettevõtete jaoks kättesaadav kindlast peamisest teadmuse allikast, mis tähendab, et iga teadmuse allikas kannab endas spetsiifilist innovatsiooniteadmust ning seega allikate vaheline asendatavus on suhteliselt madal <sup>1</sup>. Kõige olulisemateks teadmuse allikateks ettevõtete innovatsiooniprotsessides on ettevõttesisesed allikad (ettevõtte töötajate ja juhtide kompetents), kuid sõltuvalt teadmuse kategooriast võivad mõned ettevõttevälised teadmusallikad olla vägagi olulised. Näiteks kui on vaja teadmisi kindlat tüüpi materjalide, seadmete, protsesside või teenuste kohta, osutuvad ettevõttevälised teadmusallikad väga olulisteks.

Ettevõttesiseste teadmusallikate olulisus on kirjanduses välja toodud kolme peamise põhjuse kaudu:

1. Selleks, et ära tunda, selekteerida, absorbeerida ja kasutada ettevõttevälist teadmust, on vajalik ettevõttesisene kompetents (absorbeerimisvõime argument);
2. Teadmuse omandamine ja loomine on kumulatiivne ettevõtte tasandil (nn. rajasõltuvuse argument). See põhjus on eriti oluline valdkondades, kus vajatakse rohkem kogemusele tuginevat teadmust, mis tuleneb ettevõtte võimekusest ja ettevõtte püüdlustest;
3. Kuna spetsiifiline teadmus innovatsiooniprotsessides (eriti uurimis- ja arendustegevuses) on sageli väga oluline ja kontsentreeritud konkreetsesse ettevõttesse, siis seda ei ole võimalik väljastpoolt hankida.

Tarbijaid või kliente kasutatakse sageli innovatsiooniallikana saamaks paremat turualast teavet eesmärgiga alandada riske ja kulusid eriti just uudsete või väga keeruliste toodete puhul. Tavaliselt kasutatakse tarbijatelt saadavat teadmust just tooteinnovatsioonide läbiviimiseks, kuid mõned juhtumiuuringud näitavad, et tarbijatel on oma roll ka protsessiinnovatsioonides (samas ei ole need tulemused leidnud kinnitust tööstusharu tasandil). Ettevõtte suurus ei ole tarbijatelt tuleva teadmuse absorbeerimisel nii oluline kui teistest allikatest saadava teadmuse puhul, mis tähendab, et tarbijaid võib pidada oluliseks teadmusallikas väike- ja keskmise suurusega ettevõtete jaoks.

Seadmete, pooltoodete ja materjalide tarnijad ei ole olulised mitte ainult protsessiinnovatsioonides kasutatava teadmuse saamiseks, vaid samuti uute toodete ja teenuste loomisel ning disainiprotsessides. Seejuures on leitud, et organisatsioonilised barjäärid ja sobiva tööjõu puudumine ettevõttes mõjutavad koostööd tarnijate või pakkujatega (sarnaselt tarbijatega), kuid finantsbarjäärid on pakkujate puhul vähemolulised (erinevalt tarbijatest). Mõnedes uuringutes on leitud, et eksportivatel ettevõtetel on suurem surve tehnoloogiate arendamiseks ning seetõttu teevad just rahvusvahelistunud ettevõtted pakkujatega tihedamat koostööd infovahetusel.

---

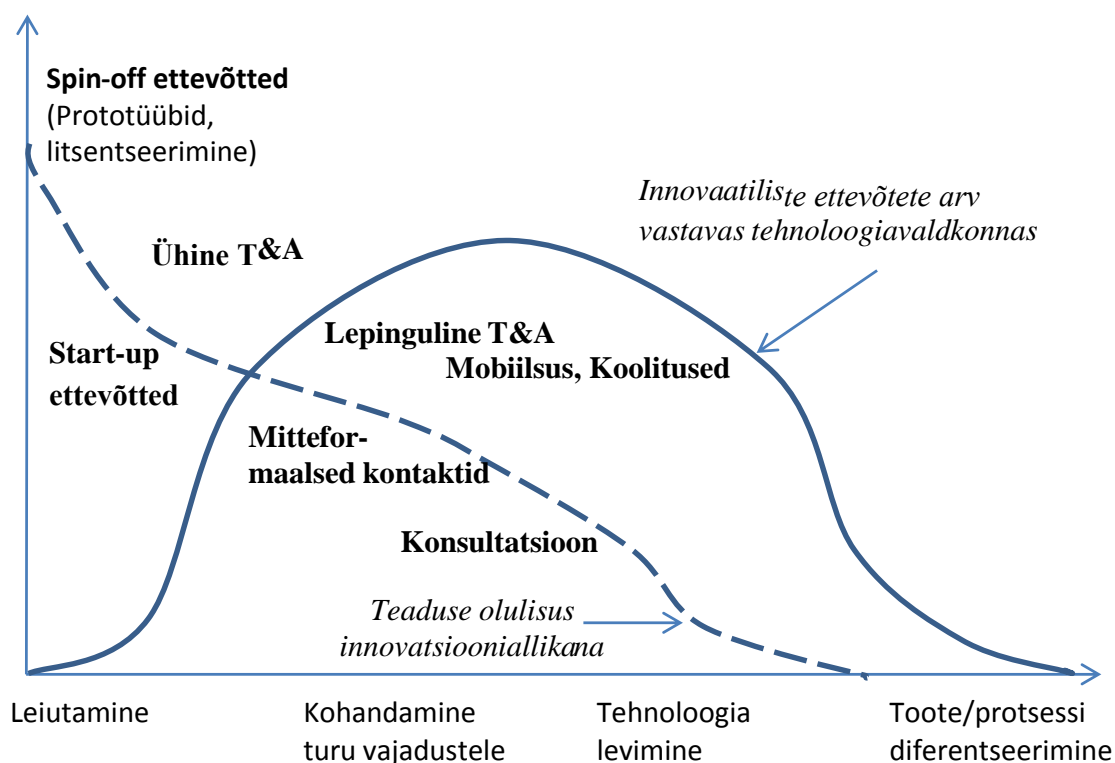
<sup>1</sup> Alljärgnev kokkuvõte on koostatud Ukrainski (2008) baasil, sellekohase kirjanduse täpsem käsitlemine oleks siin liiga mahukas.

Konkurente kasutatakse teadmusallikana samuti kulude ja riskide alandamiseks innovatsioonialases tegevuses, kuid siiski on konkurentidega koostöö veidi erinev, kuna see on tavaliselt mitteformaalne ja tugineb rohkem personaalsetele kontaktidele (harulitute kaudu toimub ka lepinguline uurimis- ja arendusalane koostöö). Siiski ei ole täpselt selge, missugust teadmuse vahetatakse – kas tehnoloogilist, disainialast, turualast või kõike eelnimetatut. Kirjanduses on leitud, et kontsernidesse kuuluvad ettevõtted sageli konkurentidega koostööd ei tee ja teadmuse vahetamist ei toimu, kuna eelistatakse kontsernisiseseid allikaid. Erinevalt konkurentidest on konsultantide kasutamine lepinguline ja seega ka kallis meetod ettevõtte sees puudu jääva teadmuse hankimiseks väljastpoolt.

Ülikoolid ja teadusasutused mängivad ettevõtete innovatsiooniprotsessides olulist rolli peamiselt kahte tüüpi teadmuse kaudu (uus teadmus teaduse ja tehnika spetsiifilistes valdkondades; praktiline abi tehnoloogiliste probleemide lahendamisel, instrumentarium). Ülikoolide kasutamine teadmusallikana sõltub paljudest teguritest, näiteks haruspetsiifilistest (kas tootearendus on rohkem teadusepõhine või pigem pakkujate ja tarbijate poolt juhitud); riigi teadussüsteemi poolsetest teguritest (kas vastav ülikooliteadmus on konkreetsetes riigis kättesaadav ja kaasaegne); tehnoloogiaspetsiifilistest teguritest (vastava tehnoloogiavaldkonna vanus, küpsus ja dünaamika) ning ettevõttespetsiifilistest teguritest (võime võrgustike kaudu teadmuse hankida, ettevõtte avatus uutele töötajatele, uutele ideedele jne.).

Erinevate tööstusharude tehnoloogiline areng on väga erinev nii selle tõukejõudude kui ka arengutrajektooride mõttes. Peamised sarnasused tulenevad erinevates harudes kasutatavatest sarnastest tehnoloogilistest režiimidest, teadmuse baasist ja õppimisprotsessidest. Erinevused tulenevad majandusliku kasu saamise võimalustest (*appropriability conditions*) ja teadmuse akumulatsioonist, viimane tuleneb omakorda erinevate riikide teadussüsteemide eripärast ning ettevõtete vaheliste suhtevõrgustike erinevustest. Samas on erinevad tehnoloogiad oma arengutrajektooriga erinevatel etappidel ja seetõttu on väga erinev ka teadusbaasi (peamiselt baasuuringute) kasutamise olulisus. Seda püüab edasi anda [Joonis 2](#), millelt on näha, et ülikoolide panus tehnoloogia loomise etapis väljendub peamiselt läbi prototüüpide loomise, spin-off ettevõtete ja ühise TA tegevuse ettevõtetega. Tehnoloogia liikumisel küpsusfaasi muutub ülikoolide roll pigem konsulteerivaks ja seotumaks rakendusuuringu ja konsultatsiooniga. Seda mudelit saame kasutada ka kitsamate tehnoloogiliste lahenduste uurimiseks käesoleva uuringu kontekstis.

Küpsemate tehnoloogiate ja tööstusharude puhul on baasteaduse roll oluliselt madalam võrreldes loomisfaasis olevate harudega (Gilsing et al. 2011).



**Joonis 2** Sektoraalsete innovatsioonisüsteemi (IS) analüüsi meetodika Allikas:

Polt et al. 2001

Eeltoodud arutelust võib järeldada, et nii konkreetne sektoraalne innovatsiooni eripära, samuti ka majanduse spetsialiseerumine mõjutab tehnoloogia rakendatavust. Konkreetsete tehnoloogiate rakendamist uurinud teadlased on leidnud suure hulga tegureid, mis on seotud nii teadlaste motivatsiooniga tehnoloogia rakendamise protsesse algatada ja neisse panustada kui ka konkreetsete tehniliste/tehnoloogiliste aspektidega. Samuti on väga olulise tähtsusega intellektuaalomandi alased teadmised, ülikooli teaduse tugistruktuuri olemasolu ja funktsioneerimine jne. Need tegurid summeerib Tabel 1. Siinkohal tuleb märkida, et antud küsimus ei ole saanud piisavat empiirilist tähelepanu, mistõttu vajab tegurite nimekiri kohandamist intervjuude käigus.

**Tabel 1** Tehnoloogia rakendatavust mõjutavad tegurid

Toetavad tegurid	Takistavad tegurid
<b>Mitteformaalsed toetavad tegurid</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Mitteformaalsed suhted tarbijaga</li> <li>Meeskonna võime infot saada ja vahetada mitteformaalsete kanalite kaudu (tuttavad jne)</li> <li>Partnerite vaheline soov suhelda</li> <li>Usaldusväärsus partnerite vahel</li> <li>Erinevad preemiad (rahalised, auhinnad, ka ühiskonna tunnustus jne)</li> </ul>	<b>Tehnilist laadi takistused</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Tehnilised, tehnoloogiast tulenevad riskid</li> <li>Puudusid sõnastatud nõudeid tehnoloogiale/seadmele</li> <li>Ei osanud määratleda lõppkasutajat</li> <li>Puudusid vajalikud testitulemused (andmed)</li> <li>Soov tehnilisi riske vältida</li> </ul>



Formaalsed toetavad tegurid	Regulatiivsed piirangud
<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Põhjaliku ja selge dokumentatsiooni olemasolu</li> <li><input type="checkbox"/> Rakendusprojekti (-uuringu) loomine</li> <li><input type="checkbox"/> Informatsiooni levitamine läbi formaalsete kanalite (nt TAO)</li> <li><input type="checkbox"/> Toetavate tegevuste olemasolu (bürookraatiaga, organiseerimise jmt-ga seotud)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Ajakava piirangud</li> <li>• <input type="checkbox"/> Eelarve piirangud</li> <li>• <input type="checkbox"/> TAO (vm) järelvalve</li> <li><input type="checkbox"/> Spetsifikatsioonide ebaselgus</li> <li>Spetsifikatsioonide muutumine</li> <li>Seadusandluse puudulikkus, mis takistas tehnoloogia kasutuselevõttu</li> <li><input type="checkbox"/> Pikk arendustegevuse ja tarnete aeg</li> </ul>

#### Üldised, tehnoloogia, meeskonna ja keskkonnaga seotud tegurid

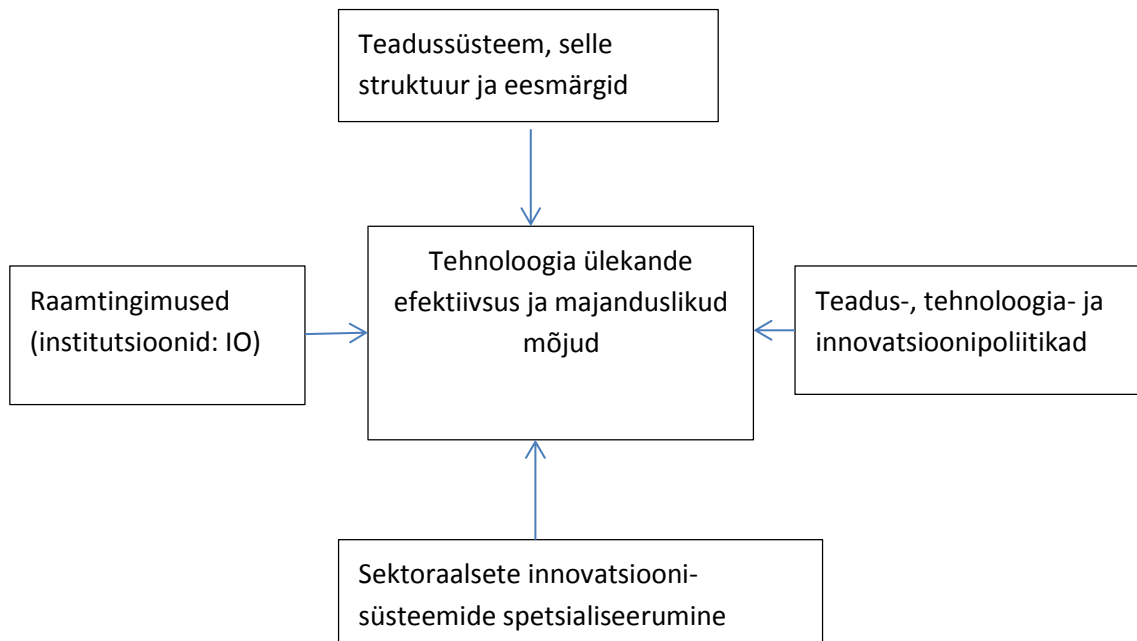
- Toetav keskkond ülikooli sees (tehniline võimekus, laborid)
- Ajakirjade, seminaride jmt kättesaadavus
- Piisavad ressursid arendustegevuse jaoks
- Riigipoolne toetus (nt EAS-i) projekti läbiviimiseks
- Tehnoloogial on kasutaja jaoks väga oluline ja selge väärtus
- Projekti tugev eestvedamine
- Uurimismeeskonna ja rakendaja suhted, rakendaja kaasamine varases faasis
- Juhttarbija identifitseerimine
- Meeskonna tahe otsida ja õppida (otsiv vaim)
- Mõne kolmanda osapoole soovitus
- Tehnoloogia demonstreerimine kasutajatele
- Agressiivne turundustegevus
- Usk väljatöötatud tehnoloogia toimimisse

#### Inimestega seotud takistused

- Kommertsialiseerimine polnud otseselt eesmärk
- Puuduvad uue tehnoloogiaga seotud teadmised
- Meeskonnaliikmete voolavus
- Kartus, et ei suudeta projekti eestvedajaks olla
- Meeskonnaliikmete jaoks oli tehnoloogia rakendamine kõrvalise tähtsusega
- Meeskonnaliikmete koormatus muude tegevustega
- Puudusid rakendamisalased kogemused
- Usalduse puudumine suhetes TAO-ga
- Usalduse puudumine lõpptarbija suhtes
- Kaugus lõpptarbijast (kultuuriline ja geograafiline)
- Intellektuaalomandi alaste teadmiste puudulikkus

Allikas: Autorite koostatud Greiner, Franza 2003; Gilsing et al 2011; Harman 2010; Wellings 2008 alusel, täiendatud intervjuudest saadud informatsiooniga, süstematiseerimata.

Kokkuvõtlikult saab välja tuua järgmised tegurite grupid, mis uute tehnoloogiate rakendatavust mõjutavad (Joonis 3).

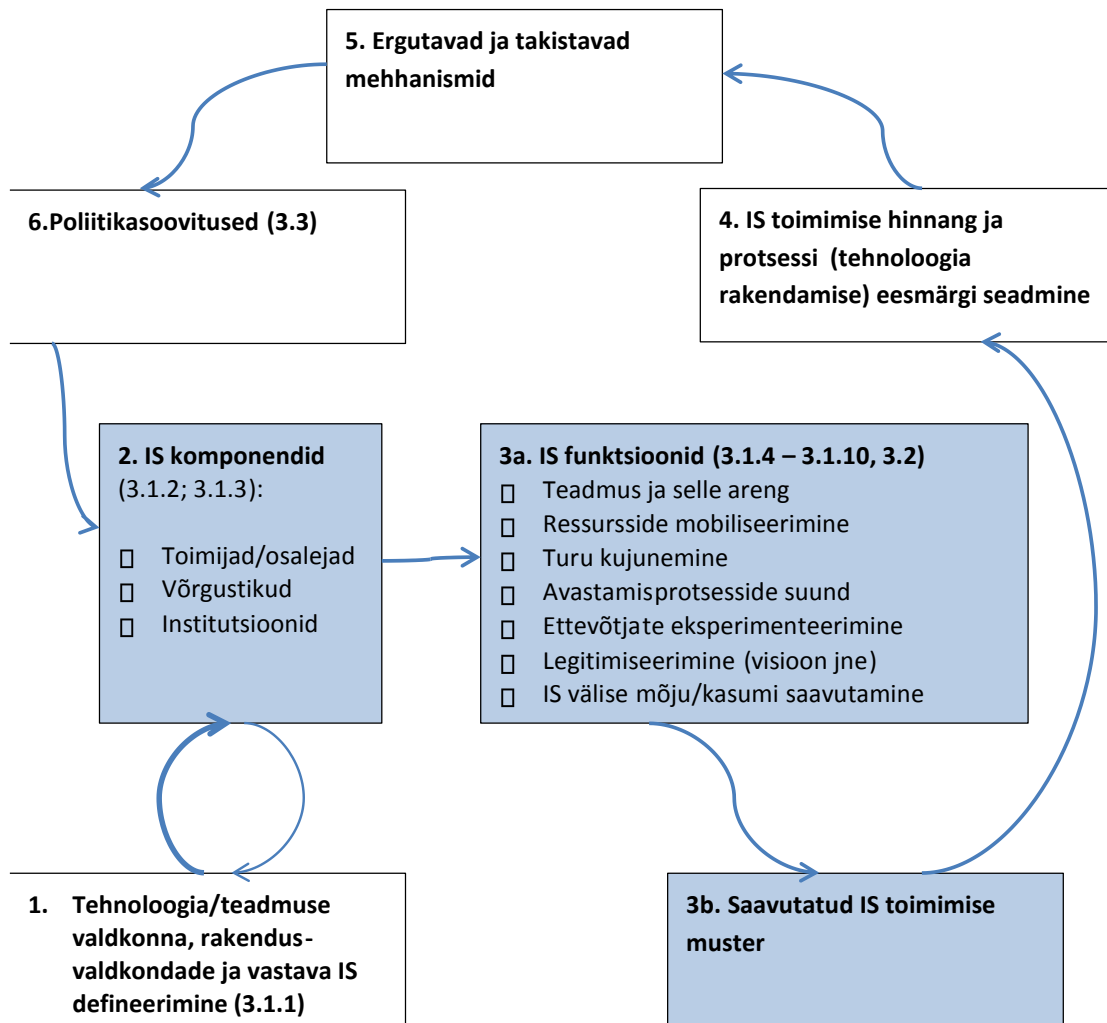


**Joonis 3 Tegurite grupid, mis mõjutavad tehnoloogia rakendatavust**

Allikas: Autorite koostatud

### 1.3. Metoodika ja kasutatavad andmed

Selleks, et uurida, kuidas auhinnatud tehnoloogiate (nii teadmuse kui ka konkreetse toote, või ka samal ajal mõlema koos) arendamise, levitamise ja kasutamisega seotud sotsiotehnilised süsteemid eelkõige Eestis toimivad, kasutatakse Bergek et al (2007) poolt välja pakutud metoodikat. Siinkohal ei hakata metoodika kõiki detaile avama (metoodika üldist skeemi kirjeldab [Joonis 4](#)), kuna uurimise etapid järgivad tellijapoolseid küsimusi, kuid edaspidi on toodud välja konkreetsetele küsimustele vastamiseks kasutatavad andmed.



**Joonis 4** Sektoraalsete innovatsioonisüsteemi (IS) analüüsi metoodika Allikas: Oltander, Perez Vico 2005 viidatud Bergek et al. 2007 vahendusel.

Uurimisetappide (Joonis 4) läbiviimiseks kasutati kokkuvõtvalt järgmisi meetodeid:

- intervjuude kvalitatiivset analüüsi (intervjueeriti tehnoloogiate väljatöötajaid (teadlasi). Enamasti intervjueeriti auhinna saajat, kuid mitmel puhul lisaks ka töögrupi liikmeid. Kõik juhtumite kirjeldused kinnitati üle intervjueeritavate poolt, et vältida töögrupi liikmete poole valesti mõistmise võimalust.
- kvantitatiivse analüüsi meetodeid, mis toetuvad Eesti Statistikaameti poolt läbi viidavate innovatsiooniuringute andmetele; Äriregistri andmetele ettevõtete kohta; bibliomeetrilistele andmebaasidele (ISI WoS, Scopus, ETIS) teadusartiklite kohta ning EPO ja WIPO (vastavalt Euroopa ja maailma patente koondavatele) andmebaasidele patentide osas. Etteruttavalt tuleb öelda, et nende andmebaaside valdkondlikud klassifikaatorid ei lange kokku, mis võib raskendada konkreetse sektorite otsust võrdlemist. Samuti on uuritavad valimid väikesed, mistõttu on seoseanalüüs raskendatud. Sektorite rahvusvaheliseks võrdluseks saab kasutada nii EUROSTAT-i agregeeritud andmebaasi erinevate riikide innovatsiooniuringutest, kuid sellel on suhteliselt madal kvaliteet

(paljud riigid ei avalikusta sektoraalseid andmeid, samuti on valimid väikesed jne, mistõttu vastav andmebaas on väga lünklik).

c) teiste andmete analüüsi, mis sisaldab endas ajalehtede ja ajakirjade artiklite, konkursidokumentide, varasemate uuringute, poliitikaanalüüside jmt analüüsi.

Toodete ja tehnoloogiate kirjeldus, nende tootmise tehnoloogiad ja süsteemi piiritlemine toimub a) tehnoloogiate väljatöötajate intervjuude analüüsi alusel, b) dokumentide analüüsi alusel, c) väljatöötajate publikatsioonide (olemasolu korral ka patentide) ja neile viidanud autorite (ajakirjade, patentide) valdkonna määratlemise alusel. Nendest allikatest saadud info alusel määratakse tootegrupp ja tehnoloogilise teadmuse valdkond. Selles etapis piiritletakse ka erinevad rakendusvaldkonnad, kuna viimane omakorda määrab tehnoloogiliste innovatsioonisüsteemide edasise analüüsi raamistikku (nii laiuse, aga ka seotud teadmuse ja tehnoloogiad). Vajadusel uuringu edasistest etappidest tagasisidet saades määratlust täpsustatakse, samuti kooskõlastatakse määratlus tellijaga (vt ka [Joonis 4](#)).

Tellijaga kokkuleppel loobuti etappidest 3a, 3b ja 4 kuna antud tehnoloogiale Eestis kasutajaid ei leitud või ei õnnestu innovatsioonisüsteemi analüüs andmete puudulikkuse tõttu. Mõnel puhul ei õnnestunud uuritud juhtumitele vastavaid innovatsioonisüsteeme käsitleda, kuna tehnoloogia kliendid asuvad Eestist väljaspool. Edaspidises analüüsis seostatakse juhtumid vaid Eesti IKT sektori analüüsiga. Kuna mitmete auhinnatud projektide juurde kuulub nii tarkvara kui ka riistvara, siis võivad ka teised juhtumid peale IV ja VII olla seotud IKT sektoriga.

**Tabel 2 Tehnoloogia rakendatavust mõjutavad tegurid**

#	Tehnoloogia	1	2	3a	3b	4	5	6
I	Teravmikroskoop	X	x				x	x
II	Fotoelastsusmeetod	X	x				x	x
III	Tumeaine ja käärgstruktuur	X	x				x	x
IV	E-hääletamise tarkvaralahendus	X	x	x	x	x	x	x
V	Taimede fotosünteesi aparaadikomplekt	X	x				x	x
VI	Proovirootatsiooni tehnoloogia	X	x				x	x
VII	Röntgenluminofoor	X	x				x	x
VIII	TurboTester	X	x	x	x	x	x	x

Allikas: Autorite koostatud

Innovatsioonisüsteemi institutsionaalse keskkonna toimimise informaalsete aspektide (koostöö ja suhted asutustega, konkreetsetel juhtudel ka toetuste ja piirangute mõju) kohta

saadakse andmed tehnoloogiate väljatöötajate intervjuudest. Formaalse keskkonna kirjeldus tuletatakse lisaks eeltoodud andmeallikatele ka varasematest sektoriuuringutest (nt. Kalvet et al. 2002, Rozeik, Jürgenson 2009), IKT alase teaduse evalveerimise raportist (IKT Evaluation..., 2015) kui ka poliitikaanalüüsides (nt. TIPS programmi uuringud kõrgtehnoloogiliste sektorite, nutika spetsialiseerumise ja poliitikameetmete kohta (vt. loetelu <http://www.tips.ut.ee/est/uuringud/>?), samuti teiste organisatsioonide (Riigikontroll, Arengufond jm) raportitest.

Teguritingimused hinnatakse järgmiste indikaatorite alusel: vastavas majandussektoris töötajate arv (haridustasemetel lõikes), TA töötajate arv, investeeringute maht ja kapitaliga varustus, innovaatilisus (tooted, protsessid), innovatsiooni- ja TA valdkonna erinevad kulutused. Nõudluse tingimusi hinnatakse vastava haru erinevusega Eesti keskmisest järgmiste indikaatorite alusel (tarbija kui infoallikas innovatsiooniks, koostöö tarbijatega (sh nende asukoht Eestis või väljaspool), nõudlus kui innovatsiooni takistav tegur ja turgu iseloomustavate teadmiste nappus innovatsiooniks) innovatsiooniuringu andmetel. Dünaamika analüüsi ja vastavate tehnoloogiate arengu kohta seisukoha kujundamiseks kasutatakse erineval ajal läbi viidud innovatsiooniuringutest järgmisi andmeid: tarnijate kui infoallikate ja koostööpartnerite olulisus innovatsiooniks (sh nende asukoht Eestis või väljaspool), samuti hinnang tehnoloogilise teadmise nappusele kui innovatsiooni takistavale tegurile. Ettevõtete strateegia, turustruktuuri ja konkurentsi hindamiseks kasutatakse samuti innovatsiooniuringu andmeid: ettevõtete sisesel innovatsioonikulutuste ja infoallikate olulisus, domineerivate ettevõtete barjääri, samuti ettevõtte siseste organisatsiooniliste barjääride olulisus innovatsiooni takistava tegurina; koostöö ja infoallikate olulisus konkureerivate ettevõtetega (sh nende asukoht Eestis ja väljaspool), samuti haruliitudega toimuva koostöö olulisus innovatsiooniks. Riigi (valitsuse) mõju innovatsioonile mõõdetakse kvantitatiivselt nii kohaliku, keskvalitsuse kui ka EL tasandi toetuste kui ka viimases innovatsiooniuringus (2010) toodud riigihankeid puudutavate küsimuste bloki kaudu.

Teadmiste taseme ja dünaamika määramiseks kasutatakse mitmeid indikaatoreid (nt tehnoloogia bibliomeetrilise analüüsi jaoks – publikatsioonide arv, tsiteeringud, publikatsioonide tüüp ja orientatsioon; tehnoloogiaga seotud TA projektide hulk, maht ja orientatsioon (baas- või rakendusteadus), auhinnatud projektidega otseselt ja kaudselt (läbi koostööpublikatsioonide) seotud akadeemiliste töötajate arv, seotud patentide arv, Teadmiste baasi ja tüüpide hindamiseks kasutatakse ettevõtete poole pealt Ukrainski (2008) lähenemisviisi innovatsiooniuringu andmete kaudu, aga samuti TA töötajate hulka ja kulutusi (Statistikaameti andmed). Kvantitatiivset analüüsi täiendatakse intervjuude analüüsiga.

## 2. Premeeritud tehnoloogiad ja nende rakendatavust mõjutavad tegurid

### 2.1. Universaalne tööstus- ja tehnoõppe teravikmikroskoop

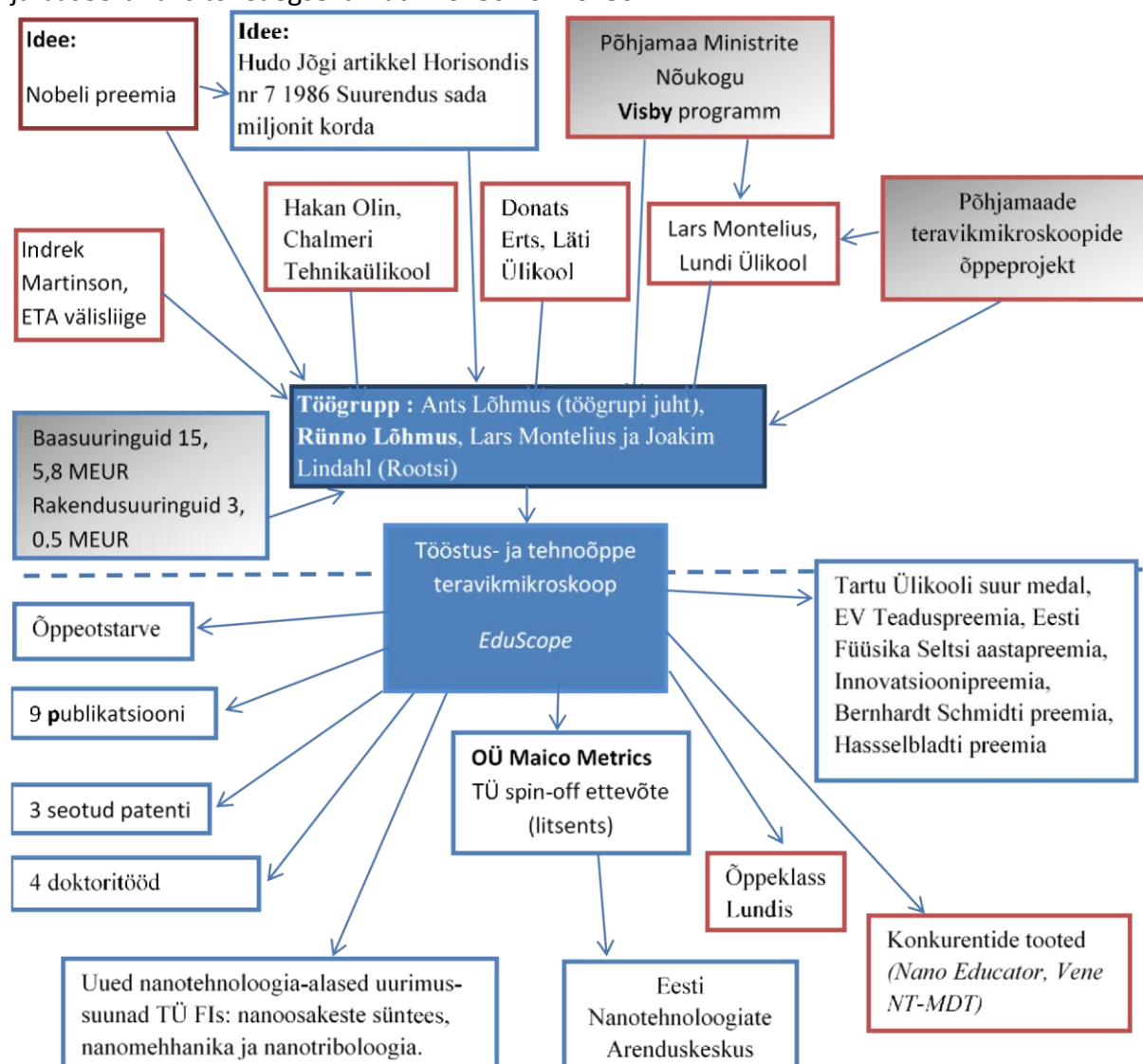
*“Teravikmikroskoopia põhiolemus seisneb selles, et üliterav (kuni ühe aatomiga tipus) teravik “tunnetab” uuritavat pinda kas tunnelvoolu või aatomjõudude kaudu ja edastab oma seisundi muutuse kontrollaparatuuri kaudu arvutile, kus omakorda saadud andmetest vajalik informatsioon välja filtreerida. ... Kõige tavalisemalt kasutatakse teravikmikroskoopi pinna profiili kujutamiseks, aga võimalikud kasutusala on palju laiemad, milledest märkimisväärsim on võimalus teravikuga kontrollitaval pinnal üksikuid aatomeid või nende väikeseid kogumeid ruumiliselt liigutada, neid näiteks nanostruktuuride “ehitusblokkidena” kasutades.” (Lõhmus, Kink 2002: 68-69)*

Teravikmikroskoopia esimeseks suuremaks tähiseks võib lugeda 1982. aastat, kui ilmus esimene tunnelmikroskoopia artikkel Binning et al. (1982) poolt. Üldsuse laiemale tähelepanu pälvis tehnoloogia 1986. aastal, kui Gerd Binnig ja Heinrich Rohrer said oma sellealaste tööde eest Nobeli füüsikaauhinna (*The Nobel Prize in Physics in 1986 for the invention of the scanning tunneling microscope*).

Ants Lõhmuse ja tema töögrupi esimeseks tõsiseks aparaadiehituslikuks kokkupuuteks teravikmikroskoobi loomisel saab lugeda 1994. aasta (esimesed eksperimendid juba 1989) algust, mil Tartu teadlased töötasid Rootsis Lundis asuva Max-Lab-i juures. Tartu teadlased olid ehitanud eritellimusel kaks krüostaati. Üks oli mõeldud Max-Labis teostatavate mõõtmiste tegemise jaoks, teine aga uurimisgrupile, kes tegeles teravikmikroskoopidega. Kuna sünkrotronkiirguse kasutamisega seotud töögrupp jäi krüostaadiga rahule, hakati mikroskoopide grupiga arutama, kuidas valdkondlikku koostööd jätkata. Selle tulemuseks oli 20.10.1994 sõlmitud koostööleping TÜ Füüsika Instituudi ja Lundi Ülikooli (Rootsi) tahkisefüüsika osakonna, mille alusel hakati arendama madalatemperatuurset teravikmikroskoopiat (Eesti Füüsika Seltsi aastaraamat 2003: 99). Sellel ajal üldlevinud suunda järgides püüti koostöö raames arendada teravikmikroskoope, mis oleks nii väikesed ja kompaktsed kui võimalik, et niiviisi suurendada seadme mürakindlust.

Samas saadi aru, et väga väikestel ja kompaktsel seadmetel on olulisi probleeme – nende puhul ei ole võimalik välise vaatluse teel aru saada, kuidas mikroskoop töötab, samuti puudub neil kasutajasõbralikkus. Individuaaltootmisena tehtud teadusaparaadi puhul on vähesem kasutajasõbralikkus mõneti lubatav, isegi eelistatav majanduslikus mõttes, ent õppetegevuseks ei oleks seade hästi sobinud. Seetõttu hakatigi välja töötama maailma üht esimest õppe-eesmärgiks loodud teravikmikroskoopi ehk sellist teravikmikroskoopi, kus iga üksik osa ja selle funktsioon oleks nähtav ja niiviisi ka paremini arusaadav. Seejuures tuli välja selgitada, kui palju võib konstruktsioonis „rikkuda“ selleks ajaks selgunud üldpõhimõtteid seadme monoliitsuse kriitilisuse kohta, nii et seadme lahtus ikka veel ületaks paljudes

kordades optilise mikroskoobi oma. Ühtlasi oli õppemikroskoobi juures eriti oluline seadme hind, mis pidi jääma enam kui suurusjärgu võrra alla teadusmikroskoobile, samuti pidid olema madalad ekspluatatsiooni kulud. Oluline oli ka, et õppetöö käigus seadme purunemisel oleks mikroskoop olnud õpetaja poolt kergesti remonditav. Just see suund tõi töögrupile mitmeid tunnustusi (Hasselbladi preemia, B.Schmidti preemia, EV teaduspreemia, TÜ innovatsioonipreemia). Meeskonna arvates oleks seade olnud piisavalt lihtne selleks, et seda lisaks ülikoolidele ka gümnaasiumides kasutada. Tarvikutena oleks saanud kasutada väga odavaid teravikke, mis teadusotstarbeks ei kõlvanud. Ka see moment oleks tähendanud Eesti ja Rootsi teadlaste ühiselt loodud õppe-teravikmikroskoobile väga suurt lisaturgu. Esialgne huvi teravikmikroskoopide vastu võimendus ka möödunud sajandi 90-datel aastatel arvukate internetis levinud hobby-projektide kaudu, mille kõik edukad autorid võisid end kujutada tulevaste firmaomanikena. See asjaolu avanuks lisaks Eduskoobile ka uue potentsiaalse turu hobilistele vastavate kit-toodete loomisega, mille tarkvaraks oluks analoogtasemel vabavara ja baseerunuks tollaegsel arvutil PC186 või PC286.

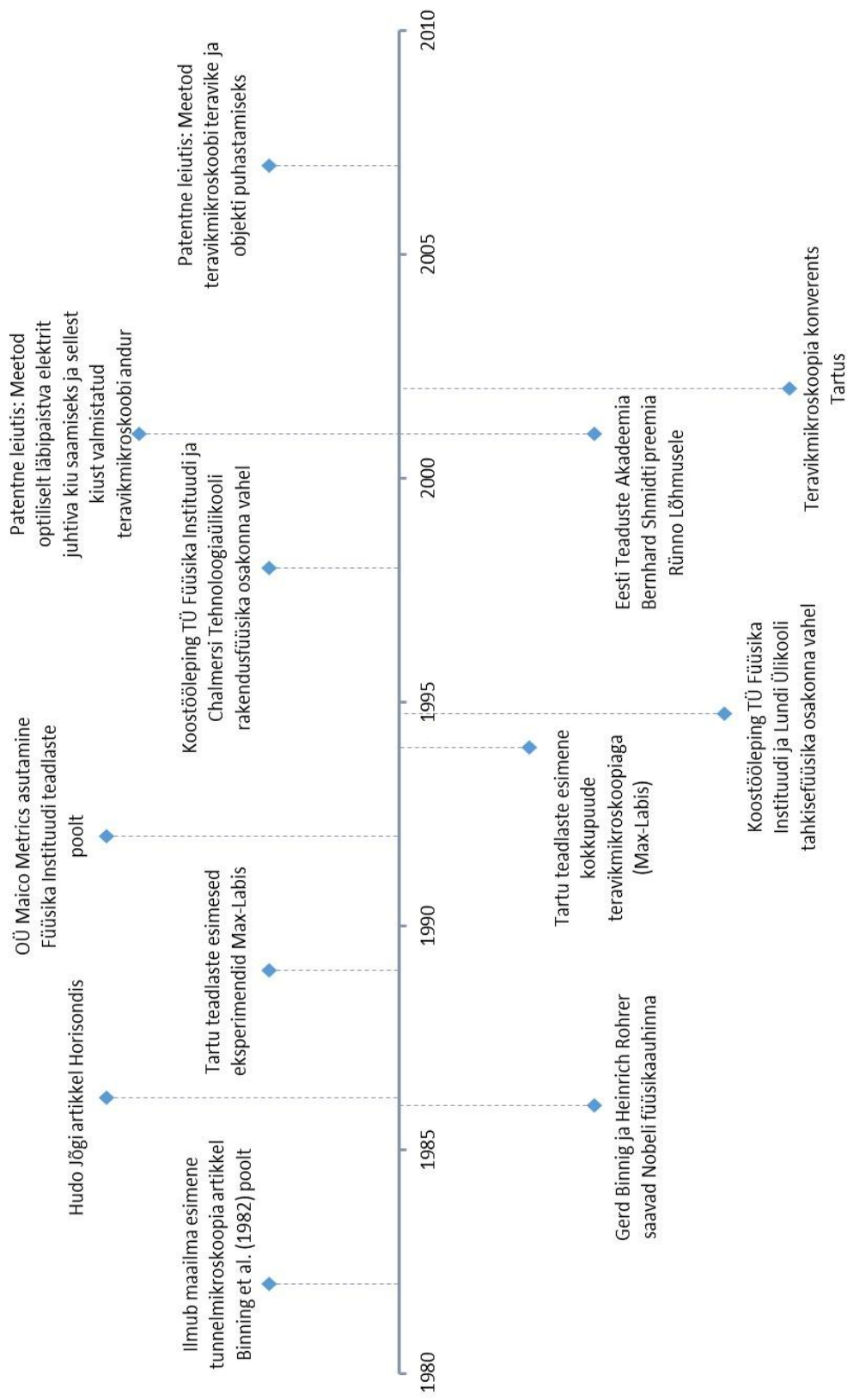


## Joonis 5 Teadmuse allikad, koostöö ja tulemuste levik

Allikas. Autorite koostatud

Rootsipoolsne arendustegevus siirdus pärast esimese prototüübi loomist Lundi Ülikoolist Lundi Teadusparki IDEON Joakim Lindahli eestvedamisel, mille kaudu oli avatud parem tegevusväli firmadevaheliseks koostööks ja turunduseks. Esmalt oli müük planeeritud Põhja- ja Baltimaades.





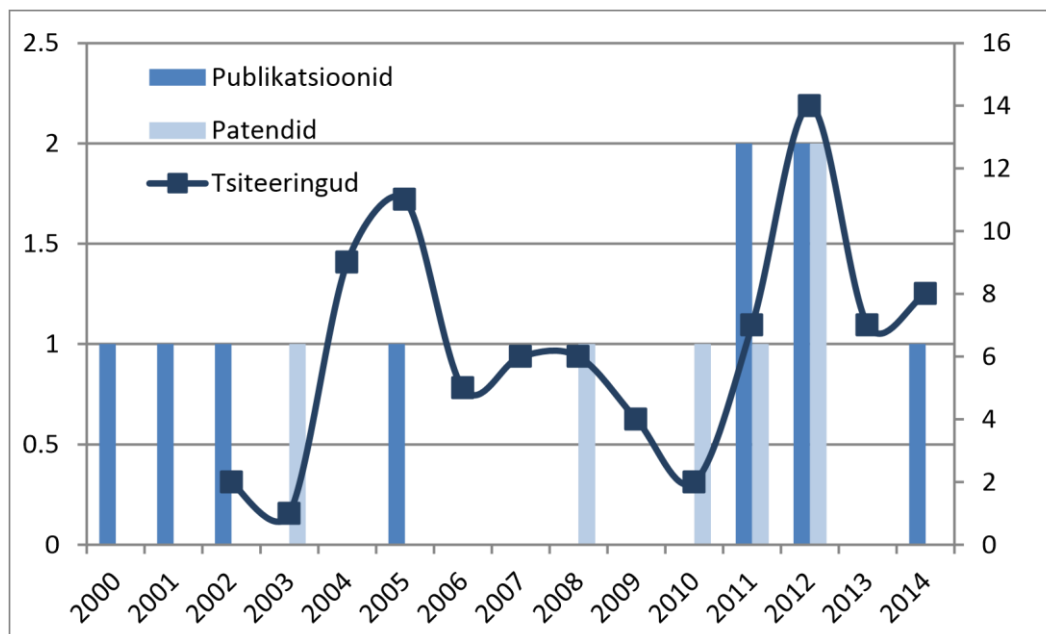
## Joonis 6 Teravikmikroskoobi juhtumi ajajoon

Allikas: Autorite koostatud

Suur müügiedu jäi aga kahjuks saavutamata. Selle kõige olulisemaks põhjuseks oli projekti Rootsipoolse eestvedaja hukkumine autoõnnetuses. Koos sellega kadusid ära ka senised investorid, kelle seotus projektiga oli seni püsinud suuresti usaldusel hukkunud teadlase vastu. Uute investorite kaasamine oli aga keeruline, sest tegemist oli niivõrd uudse ja seetõttu ka riskantse valdkonnaga. Samuti oleks seadme rahvusvaheline müümine nõudnud nii laialdase remondi- ja garantiiteenuseid pakkuvate esinduste võrgustiku rajamist (või olemasolevate võrgustike teenuste ostmist) kui ka maailma esimeste korralike õppematerjalide koostamist ja näidiste (sample) komplektide tegemist, mis kõik vajanuks küllaltki suuri esialgseid investeeringuid, milleks teadlastel aga puudusid vahendid. Liiga naiivseks osutus esialgne ettekujutus, et esimeste näidiste müük oma ülikoolile võimaldab edaspidi omainvesteeringutega katta vajalikud kulud seeriatoodangu väljatöötamiseks. Kuna tegemist oli maailma esimese õppe-otstarbeks loodud teravikmikroskoobiga, millel puudusid algul analoogid, võttis oluliselt kauem aega ja kulu ka õppeotstarbelisele seadmele kohustusliku CE-märgistuse saamine (kõrgepinge, laserkiirgus, teravad osad, elektrilised liigutid). Samuti mängisid rolli õppeprobleemid: vastava temaatika lülitamine riiklikesse õppeprogrammidesse. Ka hobi-projektide loomine kustus kiiresti ja lõppes ca 15 a tagasi kui maailmas oli kokku müüdnud juba ca 10 000 teadus-teravikmikroskoopi. Huvilisi, kes soovisid Eduskoobile kaastööd teha ja sellest suurt kasu saada oli, aga projektile reaalselt kasu neist polnud. Kõik see muutis projekti investorite jaoks väheatraktiivseks ning Eesti ja Rootsi teadlaste koostöös loodud teravikmikroskoopide suuremahuline tootmine jäi ära. Kokku toodeti vaid 10 teravikmikroskoopi, millest enamus loodi Lundis paikneva õppeklassi tarvis ja need on seal kasutuses ka käesoleval ajal.

Paralleelselt Lundis tehtule, on koostöö toimunud ka Chalmeri (Ülikooli teadlastega. Ametlik koostööleping TÜ Füüsika Instituudi ja Chalmeri Tehnoloogiaülikooli (Rootsi) rakendusfüüsika osakonna vahel sõlmiti 30.01.1998, mille alusel arendati krüostaate ja teravikmikroskoobe tahkiste pinnauuringute tarvis (Eesti Füüsika Seltsi aastaraamat 2003: 99). Chalmeri teadlastega koos võeti täiesti uuetüübilise teravikmikroskoobi arendamisel ette vastupidine suund õppeotstarbelisele seadmele, seni Lundi Ülikooli teadlastega koos tehtule. Mikroskoobi „töötav“ osa tehti nii väikeseks, et mahtus transmissioon-elektronmikroskoobi paarimillimeetri laiusesse pilusse. Seega loodi transmissioon-elektronmikroskoobi ja skaneeriva tunnelmikroskoobi hübriid. Seade võimaldas saada uudset teavet protsessidest kahe teraviku vahel kümnekonna aatomi kaugusel. Seejuures sai jälgida, kuidas tahke aine voolab kahe teraviku vahel. Lisaks Rootsi kolleegidele (Hokan Olin) oluliselt abi ka Läti Ülikooli kolleegidelt (Donats Erts). (Raamat : Eesti Vabariigi teaduspreemiad 2005, :67)

Partnerite (toetajate) väga kõrge teadusreiting (nt Rootsi akadeemikud I. Martinson, Tord Claeson ) tõstis ka Tartu füüsikute usaldusväärset teadusüldsuse hinnangute kujundamisel.



**Joonis 7 Teravmikroskoobiga seotud publikatsioonid (otseselt nimetuses), patendid ja viited**

Allikas: Autorite koostatud WoS ja WIPO andmete alusel.

Olulisimaks mõjuku võib pidada erinevate nanotehnoloogiliste seadmete loomise protsessi käigus tekkinud teadmuse ja selle levikut. (vt Teadusmõte Eestis (IV) 2007:27 Teel nanotehnoloogia rakendamise suunas). Tänu teravmikroskoobi arendamisele laienes Füüsika Instituudi teadusvõrgustik nii Eestis kui välismaal. Eesti ja Rootsi teadlaste koostöös – Mats-Erik Pistoli ja Lars Monteliusega – töötati välja patendi taotlus (24.08.2001) “Meetod optiliselt läbipaistva elektrit juhtiva kiu saamiseks ja sellest kiust valmistatud teravmikroskoobi andur” (ETIS). Madalatemperatuurse uurimismetoodika ja mikroskoopia sünergia on avaldanud mõju lähivaldkondadele: Tallinna Tehnikaülikooliga arendatakse patenti polümeerisatsiooniga seonduvalt.

Töögrupi töö tulemusteks võib lugeda ka mitmeid kaitstud doktoritöid. Rünno Lõhmus ise kaitses doktoritöö teravmikroskoopia alal ja tema doktorant Sergei Vlassov jätkas tööd patenditaotlusega (12.06.2007) „Meetod teravmikroskoobi teravike ja objekti puhastamiseks“. Rootsi poolne initsiaator Joakim Lindahl kaitses doktoritööd madalatemperatuurse teravmikroskoobi probleemide lahendamise võimalustest. Rootsi poolel oli palju teravmikroskoobe ja kraadiõppureid, kellede kogemusi said Eesti üliõpilased kasutada, sh Rünno Lõhmus oma diplomitöös.

Edukaks kommertsialiseerimiseks oleks vaja olnud pakkuda klientidele kogu paketti. Kuna konkureerivad ettevõtted, kellel oli varasemalt suur teadusotstarbeliste teravmikroskoopide tootmise kogemus ja edukalt töötav kasumlik müügivõrk, suutsid sellise paketi suurema ja

odavama tootmise mahu jaoks luua, siis varasema väljatöötuse konkurentsieelis uudsuse mõttes kadus. Siiski on ka täna võimalik erineva otstarbega teravikmikroskoobe osta individuaaltellimusena osühingult Maico Metrics, mis on asutatud aastal 1992 Füüsika Instituudi teadlaste poolt kui TÜ spin-off ettevõtte. Lisaks teravikmikroskoobile, mida ettevõtte müüb litsentsi alusel, on toodete nimekirjas veel autoklaaside läbipaistvusmõõtjad (Kratt-2), mullapuurid ja pudelraketid (õppeotstarbelised demonstratsioonivahendid). Aastast 2004 osaleb Maico Metrics nanotehnoloogia konsortsiumis “Eesti Nanotehnoloogiarenduskeskus” ning 2005. aastast peale tegutseb ettevõtte ka ravimite kliiniliste uuringute alal.

Teravikmikroskoobi rakendatavuse puhul võib välja tuua järgmised soodustavad ja takistavad tegurid (Tabel 3):

**Tabel 3 Teravikmikroskoop rakendatavust mõjutavad tegurid**

Toetavad tegurid	Takistavad tegurid
<p><b>Mitteformaalsed toetavad tegurid</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Meeskonna võime infot saada ja vahetada mitteformaalsete kanalite kaudu <input type="checkbox"/> Erasektori huvi keskendus individuaaltootmisele, <input type="checkbox"/> Partneritevaheline soov suhelda seoses mittestandardsete uurimisobjektidega.</li> <li>Usaldusväärsus partnerite vahel <input type="checkbox"/> Viimane on liiga kallis</li> <li>Erinevad preemiad (rahalised, auhinnad, ka tunnustus jne) <input type="checkbox"/> (selle koostamine eeldas märkimisväärseid vahendeid) olemasolevate investorite kõrge reiting, oluline väljatöötuste erinevate etappide proaktiivses osas.</li> </ul>	<p><b>Tehnilist laadi takistused</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Ei osanud määratleda lõppkasutajat (erasektoris),</li> <li>Põhjaliku ja selge dokumentatsiooni olemasolu ühiskonna</li> <li>Partnerite ja nende institutsioonide kõrge reiting, oluline vahendeid) olemasolevate investorite kõrge reiting, oluline</li> </ul>
<p><b>Formaalsed toetavad tegurid</b></p>	<p><b>Regulatiivsed piirangud</b></p> <p><b>Ajakava piirangud</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Eelarve piirangud nii Eestis kui Rootsis</li> <li>Pikk arendustegevuse ja tarnete aeg</li> <li>Garantii ja teenindusvõrgustiku puudumine</li> </ul>
<p><b>Üldised, tehnoloogia, meeskonna ja keskkonnaga seotud tegurid</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Kompetentse kaadri vähesus</li> <li>Toetav keskkond (Füüsika Instituut) ülikooli sees (tehniline võimekus, laborid), kuigi arenduseks oli vähe finantsvahendeid <input type="checkbox"/></li> <li>Ajakirjade, seminaride jmt kättesaadavus suurtootmise iseärasuste tundmine (väljaspool</li> <li>Projekti tugev eestvedamine Skandinaaviat ja Baltikumi) eelkõige</li> <li>Uurimismeeskonna ja rakendaja suhted, arengumaades rakendaja kaasamine varases faasis <input type="checkbox"/> Puudusid reaalsed riski-uuringud, kolm või enam</li> <li>Meeskonna tahe otsida ja õppida (otsiv vaim) majandusstsenaariumit ja SWOT analüüs</li> <li>Tehnoloogia (pooltoote) demonstreerimine <input type="checkbox"/> Meeskonnaliikmete voolavus (tarkvaraspetsialisti kasutajatele lahkumine)</li> <li>Kartus, et ei suudeta täiesti iseseisva mikrokoopiaalase jätkuva projekti eestvedajaks olla</li> </ul>	<p><b>Inimestega seotud takistused</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Majandusalased teadmised suurtootmisest, teadusliku sisu, väljatöötuse ja komertsialiseerimise mudeli puudumine, eriti</li> </ul>

- Puudus väljatöötuse- ja tootearendusmudel absoluutse skaalaga
- Intellektuaalomandi alaste vahendite puudulikkus
- Esteetilise disaini lahendused polnud masstootmiseks sobival tasemel

---

Allikas: Autorite koostatud intervjuu baasil

Kokkuvõttes võib väita, et kommertsialiseerimise mõttes on edu olnud tagasihoidlik ja seotud Eestist väljaspool asuvate innovatsioonisüsteemidega (Lundi õppeklass). Juhtum on hea näide sellest, kuidas vaatamata maailmas unikaalse tehnoloogia omamisele ja potentsiaalsele nõudlusele tehnoloogia järgi, võib teadlastel ebaõnnestuda tehnoloogia turule viimine, sest ei suudeta piisavalt kiiresti lahendada alustamisel tekkivaid probleeme (nt. finantside leidmine, dokumentatsiooni kordasaamine). Eesti jaoks on oluline olnud seos teaduse arendamisega ja nanotehnoloogia valdkonna teadussuundade lisandumisega ning ka uute rahvusvaheliste (large scale facilities) teadusstruktuuride INL (The International Iberian Nanotechnology Laboratory<sup>2</sup>) kaudu. Tunnustuseks Eesti-Rootsi teaduskoostöö arendamise eest valiti prof. Lars Montelius 2013.a. Tartu Ülikooli audoktoriks.

## 2.2. Integraalse fotoelastsusmeetodi teooria, mõõtmistehnoloogia ja aparatuuri väljatöötamine ja rakendamine jääkpingete mõõtmisel klaasitööstuses

*„Fotoelastsusmeetod on eksperimentaalmehaanika meetod pingete ja deformatsioonide mõõtmiseks läbipaistvates, klaasist või plastmassist, katsekehades. Meetod põhineb fotoelastsusefektil – asjaolul, et mehaaniliste pingete mõjul muutuvad läbipaistvad isotroopsed materjalid optiliselt kaksikmurdvateks, nagu kristallid.“* (Aben et al. 2009: 41)

Fotoelastsusefekti klaasis avastas Tallinnas sündinud saksa füüsik Thomas Johann Seebeck. Oma esimesed tulemused avaldas ta 1813. aastal. Aben et al. (2009: 42) järgi leidis fotoelastsusmeetod klaasi lõõmutusastme määramisel rakendamist juba 19. sajandil.

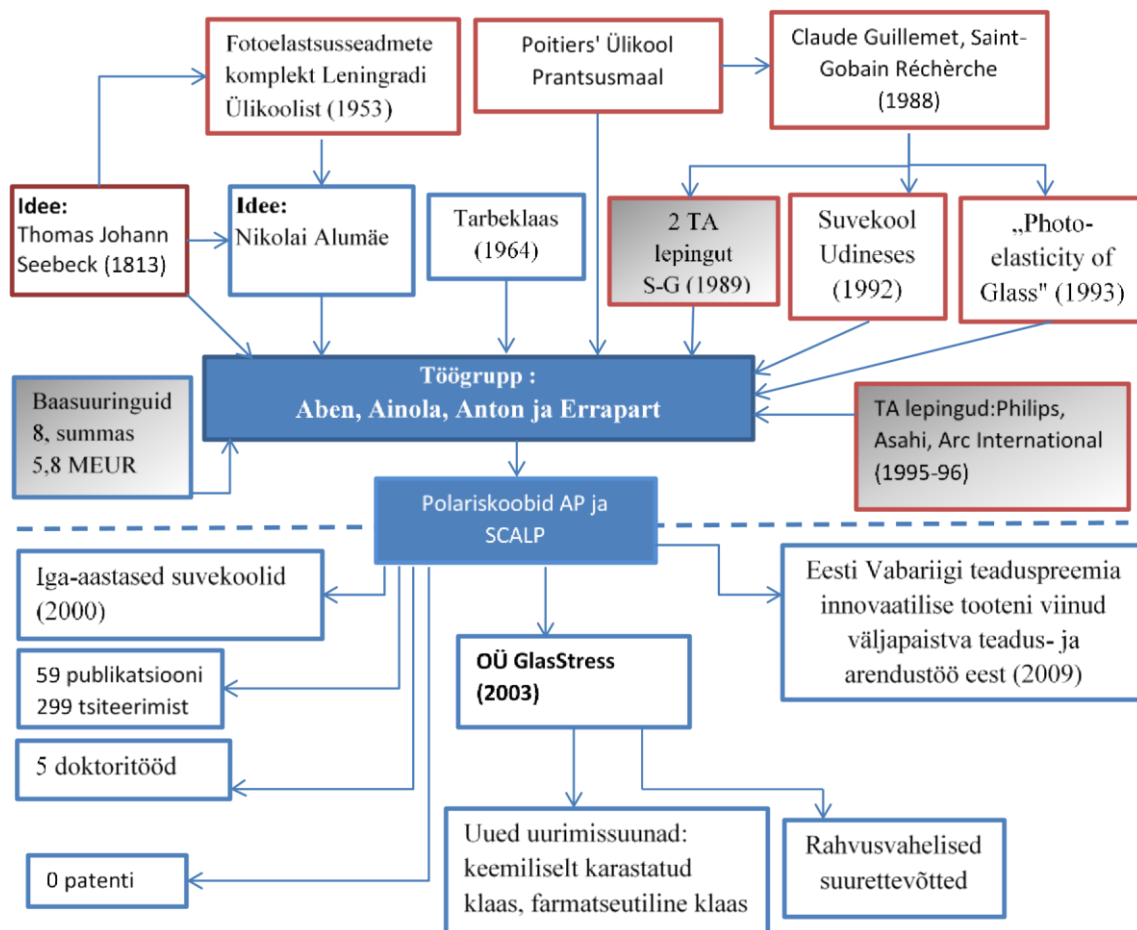
Fotoelastsusmeetod osutus tõhusaks eelkõige tasapinnaliste pingeväljade määramisel. Märksa keerulisem oli määrata pingeid ruumiliste objektide sees. (Et klaas ei puruneks 2009) Just selle probleemi lahendamine läbi integraalse fotoelastsusmeetodi teooria ja mõõtmistehnoloogia väljatöötamise on toonud Hillar Abenile ja tema töögrupile rahvusvahelise tunnustuse ja 2009. aastal ka Eesti Vabariigi teaduspreemia innovaatilise tooteni viinud väljapaistva teadus- ja arendustöö “Integraalse fotoelastsusmeetodi teooria, mõõtmistehnoloogia ja aparatuuri väljatöötamine ja rakendamine jääkpingete mõõtmisel klaasitööstuses” eest. Aben et al. (2009: 43) järgi asetatakse integraalses fotoelastsusmeetodi abil uuritav katsekeha immersioonivanni,

---

<sup>2</sup> INL kodulehekül <http://inl.int/>

et vältida valguse murdumist, ning valgustatakse läbi polariseeritud valgusega. *“Suurel hulgal valguskiirtel mõõdetakse polarisatsiooni muutus, mis on tingitud fotoelastsusefektist. Paljudel juhtudel võimaldab selliselt saadud integraalne optiline informatsioon määrata pingevälja katsekeha sees.”* (Ibid.)

Hillar Abeni kokkupuude fotoelastsusmeetodiga sai alguse 1953. aastal, mil ta asus õppima Eesti Teaduste Akadeemia ehituse ja ehitusmaterjalide instituudi aspirantuuris. Esialgu pidi Hillar Aben hakkama tegelema koorikute mittelineaarse teooriaga, ent kui instituuti toodi Leningradi ülikooli katsetöökodades valmistatud fotoelastsusseadmete komplekt, suunas akadeemik Nikolai Alumäe Abeni hoopis sellesse valdkonda (Et klaas ei puruneks 2009). Esimene kokkupuude meetodi rakendamisega klaasitööstuses toimus 1964. aastal, kui Hillar Abeniga võeti ühendust Tallinnas asunud klaasitehasest Tarbeklaas. Järgmine oluline kokkupuude klaasitööstusega toimus 1988. aastal, mil Aben töötas Prantsusmaal Poitiers' Ülikoolis ning külastas Saint-Gobain'i uurimisinstituuti. Tänu seal loodud kontaktidele tellis Saint-Gobain aasta hiljem töögrupilt kaks uuringut. Fotoelastsusmeetodite kasutuselevõtule moodas klaasitööstuses aitasid Abeni arvates oluliselt kaasa ka 1992. aastal Itaalias läbiviidud suvekool, 1993. aastal ilmunud Hillar Abeni ja Saint-Gobain R  ch  rche fotoelastsuse laboratooriumi juhataja Dr. Claude Guillemet' poolt kirjutatud raamat „Photoelasticity of Glass” ja 1993. aastal Londonis l  bi viidud kursus (Aben et al 2009: 52; Et klaas ei puruneks 2009). Sellele j  rgnesid 1995. aastal lepingud Philipsi ja Jaapani klaasitehase Asahi Funabashiga seoses pingete m  aramisega kineskoopides ja 1996. aastal firmaga Arc International, mis on suurim karastatud joogiklaaside tootja maailmas (Aben et al 2009: 53; Et klaas ei puruneks 2009).



### Joonis 8 Teadmuse allikad, koost o ja tulemuste levik

Allikas: Autorite koostatud

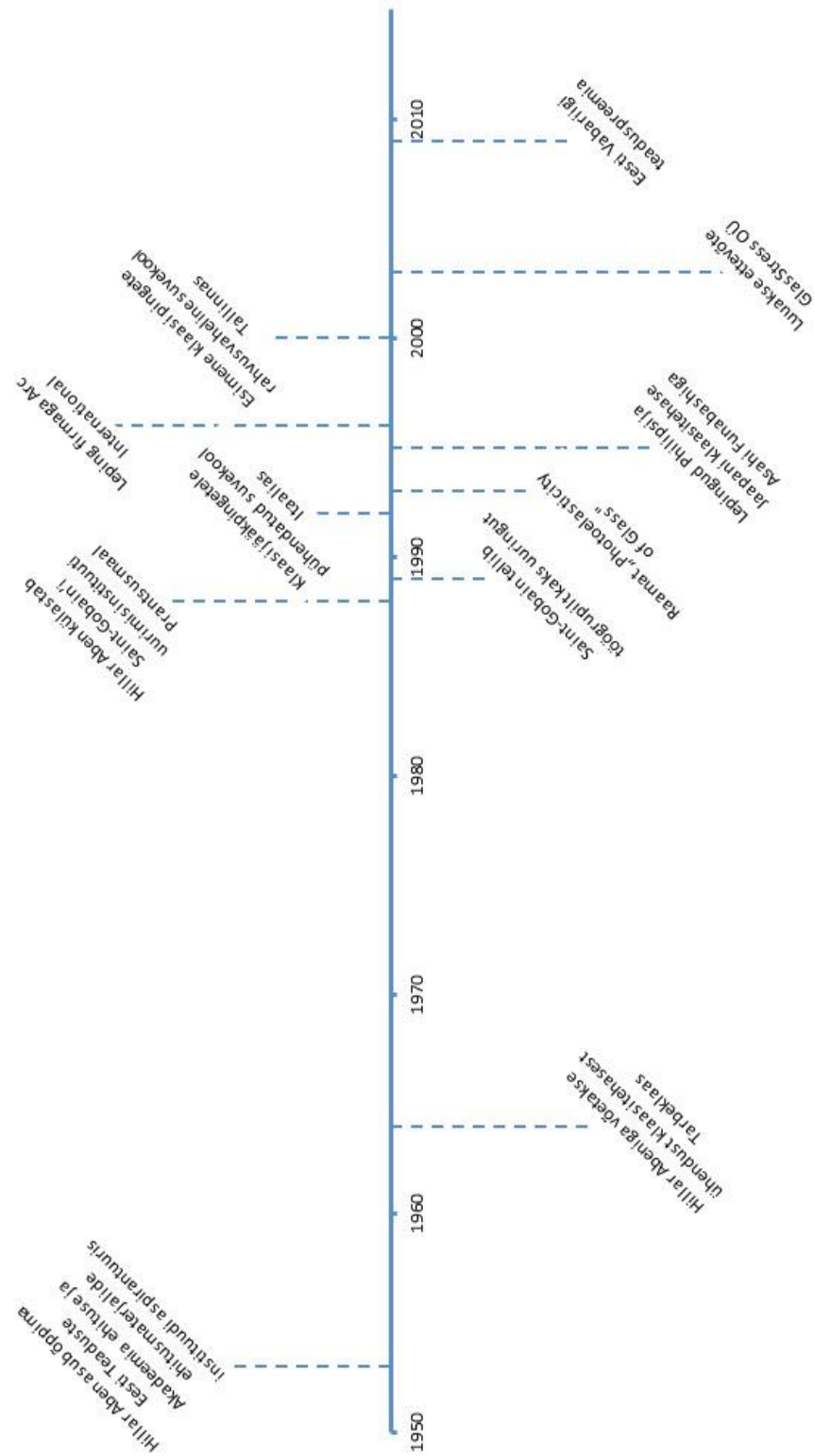
Kuna polariskoopide ulatuslik valmistamine ja m yk ei sobinud enam  likooli uurimisinstituudi tegevuse raamidesse (Aben et al 2009: 54) ning muutus ka raamatupidamise mõttes keeruliseks, otsustati 2003. aastal luua osaühingu GlasStress. 2004. aastal sai ettevõte Tallinna Ettev tlusametilt ka 100.000 krooni stardiabi toetust sisustusele ja seadmetele. Ettevõtte tooteportfelli kuulub hetkel kaks polariskoopi: AP (7. põlvkonna seade), mis on mõeldud telgs mmeetriliste klaastoodete (joogiklaaside, pudelite jne) j akpingete m otmiseks, ning SCALP (4. põlvkonna seade), mis on mõeldud lehtklaasi (nt. arhitektuuriline klaas, autode aknaklaasid) j akpingete m otmiseks. GlasStressi polariskoope kasutab enamik suuri klaasit ostuseid Ameerikas ja Euroopas. Oma tooteid on m yudud ka nt. Bangladeshis, Brasiiliasse, Dubaisse, Hiinasse, Jaapanisse, Lõuna-Koreasse ja Malaiiasse.

Ülemaailmse edu põhjuseid on mitmeid. Kõige aluseks on asjaolu, et Hillar Aben ja tema t ogrupp on oma teadmistelt ja oskustelt selles valdkonnas maailma parimad ning seda on ka nende seadmed. Sellele on lisandunud aga pikaajaline ja sihiteadlik t o oma toote maailmaturule viimisel. T ogrupi liikmed on alated 1990ndatest käinud regulaarselt esinemas

klaasikonverentsidel. Alates 2003. aastast on sellele lisandunud iga-aastased osalemised maailma suurimatel klaasimessidel.

Väga oluliseks müügikanaliks peab Hillar Aben ka alates 2000. aastast nende poolt igal aastal korraldatavat suvekooli, milles osalevad nii rahvusvaheliste ettevõtete esindajad kui ka üliõpilased Eestist ja välisülikoolidest. Samuti käivad töögrupi liikmed välisettevõtetes kohapeal koolitusi korraldamas. Aegajalt on avaldatud reklaame ka rahvusvahelistes klaasiajakirjades (nt. „Glass Worldwide“ ja „Glass International“). Kõike seda toetab klienditeeninduse kõrge tase, mis väljendub nii põhjalikes juhendmaterjalides (antakse seadmetega kaasa), eelpool nimetatud koolituste korraldamises kui ka paindlikes hooldus- ja remonditeenustes (probleemide korral antakse konsultatsioone telefoni teel, kutsutakse Tallinnasse või käiakse ise välismaal klientide juures). Rahvusvahelist edu tõestab fakt, et mõned rahvusvahelised suureettevõtted nõuavad oma tarnijatelt GlasStressi seadmete kasutamist kvaliteedikontrollis (nt. Volkswagen oma autoklaaside puhul).



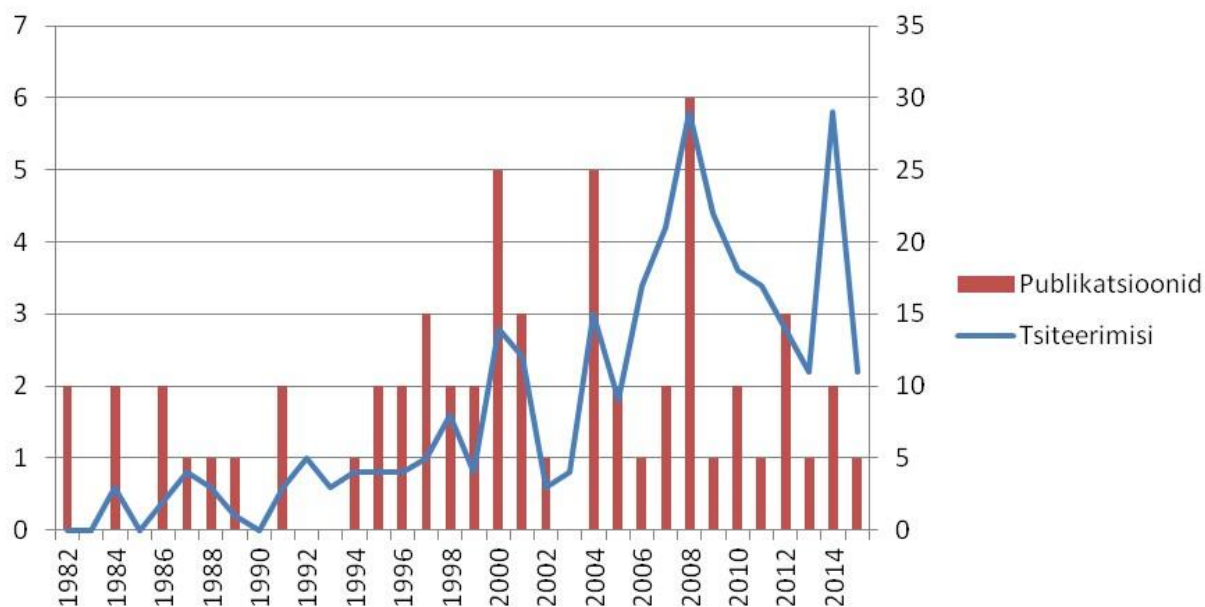


**Joonis 9** Fotoelastsuse meetodi juhtumite ajatelg

Allikas: Autorite koostatud

Uusi arengusuundi nähakse hetkel kahes valdkonnas. Esimene neist on keemilise karastusega üliõhukesed klaasid, mida kasutatakse nt mobiiltelefonide ja tahvelarvutite ekraanides.

Töögrupil on olemas head suhted USA ettevõttega Corning, kelle Gorilla klaasi kasutab enamus suuri mobiiltelefonide ja tahvelarvutite tootjaid. Teiseks oluliseks valdkonnaks on farmatseutiline klaas, mida kasutatakse nt. klaasist pudelites, mis ei tohi kukkudes puruneda.



**Joonis 10 Fotoelastsummeetodiga seotud publikatsioonid (otseselt nimetuses), patendid ja viited**

Allikas: Autorite koostatud WoS ja WIPO andmete alusel.

GlasStressi seos Eesti ettevõtlusega on üsna piiratud. Müügi osas on loodud küll kontakte nii Baltiklaasi kui ka Klaasimeistriga, ent sellega on asi suuresti ka piirdunud. Eesti turu puudumise põhjuseks on kohalike ettevõtete vährsus ja väiksus ning GlasStressi poolt pakutavate seadmete kallis hind. Ka hanketegevuse osas puuduvad GlasStressil seosed Eesti ettevõtetega – polariskoopide valmistamisel kasutatavaid spetsiifilisi koostisosasid Eestis kas ei toodeta või ei rahulda nende kvaliteet GlasStressi nõudmisi.

Hillar Aben on olnud juhendajaks viiele doktoritöö väitekirjale, neist kaks on kaitstud Eesti taasiseseisvumise ajal. Nende autorid, Johan Anton ja Andrei Errapart, kuulusid ka 2009. aastal preemia saanud töögruppi. Abenil ja ta töögrupil on ISI WoS andmetel 59 publikatsiooni, mida on tsiteeritud 299 korral. Ühtegi patenti töögrupi liikmetel ei ole. Hillar Abeni sõnul ei ole selleks seni vajadust olnud, sest meetod on niivõrd keeruline, et seda järgi teha on väga raske.

Integraalse fotoelastsusmeetodi juhtumi puhul võib välja tuua järgmised soodustavad ja takistavad tegurid (intervjuu baasil) (Tabel 4):

**Tabel 4 Integraalse fotoelastsusmeetodi rakendatavust mõjutavad tegurid**

<b>Toetavad tegurid</b>	<b>Takistavad tegurid</b>
<p><b>Mitteformaalsed toetavad tegurid</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Mitteformaalsed suhted tarbijaga</li> <li>• Partnerite vaheline soov suhelda</li> <li>• Usaldusväärsus partnerite vahel</li> <li>• Erinevad preemiad (rahalised, auhinnad, ka ühiskonna tunnustus jne)</li> </ul>	<p><b>Tehnilist laadi takistused</b></p>
<p><b>Formaalsed toetavad tegurid</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Põhjaliku ja selge dokumentatsiooni olemasolu</li> <li>• Rakendusprojekti (-uuringu) loomine</li> <li>• Informatsiooni levitamine läbi formaalsete kanalite (nt TAO)</li> <li>• Toetavate tegevuste olemasolu (bürookraatiaga, organiseerimise jmt-ga seotud)</li> </ul>	<p><b>Regulatiivsed piirangud</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eelarve piirangud</li> <li>• TAO (vm) järelvalve</li> </ul>
<p><b>Üldised, tehnoloogia, meeskonna ja keskkonnaga seotud tegurid</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Toetav keskkond ülikooli sees (tehniline tegevustega võimekus, laborid)</li> <li>• Ajakirjade, seminaride jmt kättesaadavus</li> <li>• Piisavad ressursid arendustegevuse jaoks</li> <li>• Riigipoolne toetus (nt EAS-i) projekti läbiviimiseks</li> <li>• Tehnoloogial on kasutaja jaoks väga oluline ja selge väärtus</li> <li>• Projekti tugev eestvedamine</li> <li>• Uurimismeeskonna ja rakendaja suhted, rakendaja kaasamine varases faasis</li> <li>• Juhttarbija identifitseerimine</li> <li>• Meeskonna tahe otsida ja õppida (otsiv vaim)</li> <li>• Tehnoloogia demonstreerimine kasutajatele</li> <li>• Agressiivne turundustegevus</li> </ul>	<p><b>Inimestega seotud takistused</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Meeskonnaliikmete koormatus muude</li> </ul>

- Usk väljatöötatud tehnoloogia toimimisse

---

Allikas: Autorite koostatud

Integraalse fotoelastsusmeetodi juhtumi teeb käesoleva uuringu kontekstis eriliseks tehnoloogia jõudmine teaduslaborist ettevõtlusesse. Seejuures ei ole tegemist olnud üksikjuhtumitega – töögrupi poolt loodud polariskoobid on leidnud omale koha väga paljude rahvusvaheliste suurkorporatsioonide klaasitööstustes. Samas ei ole ettevõtluses rakendust leidnud tehnoloogia väljatöötamine tähendanud seda, et töögrupil oleks akadeemiline tegevus jäänud tahaplaanile. Vastupidi, nii artiklite arvult, tsiteerimistelt kui ka juhendatud doktoritööde poolest on tegemist ühe edukaima juhtumiga selles uuringus. Tegemist on väga hea näitega sellest, kuidas teadlastel on võimalik edukalt ühildada teadus ja ettevõtlus.

### 2.3. Tumeaine ja universumi kargstruktuuri avastamine

Alljärgnev lühiülevaade kahest uurimisteemast on koostatud intervjuu Jaan Einastoga 17. aprillil 2015 ja tema kahe raamatu „Tumeda aine lugu“ 2006 ja „Dark Matter and Cosmic Web Story“ 2014 põhjal.

Kaks olulist uurimisteemat nagu tumeaine<sup>3</sup> ja universumi kargstruktuur<sup>4</sup> olid alates 1910ndatest aastatest astronoomide huviorbiidis ning on seda tänase päevani. Keerukas on välja tuua selle kahe teema teadussaavutuste ajatelge<sup>5</sup> mitmel põhjusel – aastani 1970 kulgesid need kaks uurimissuunda eraldi, sest ei arvatud, et on olemas füüsiline seos tumeda aine ja universumi kargstruktuuriga. Teisalt on alates 1970.ndatest ja 1980.ndate lõpuni Külma Sõja tõttu Ida- ja Lääne vahel konflikt – vähenesid kontaktid teadlaste vahel, ning vastaspoolel olevate teadlaste tehtud olulisi teadusavastusi ei tunnustatud. Suurem osa eksperimentaalseid tumeda aine ja kargstruktuuri uuringuid on tehtud Lääne astronoomide poolt, nende andmete interpreteerimine aga toimus paralleelselt nii Idas kui Läänes, sest paradigma muutus saab tekkida ainult siis, kui selle teoreetilised alused on saavutatud ning tunnustatud kõigi juhtivate teadlaste poolt. Uue paradigma kohta levis teadmus kiiremini Idas, sest tumeda ainega seotud esimene konverents peeti Tallinnas 1975. aastal, mis on kümme aastat varem kui Princetoni Ülikoolis sel teemal läbi viidud konverents. Tänapäevani ei ole tumeaine ja kargstruktuuri uuringud veel lõpusirgel – ei ole teada täpne tumeaine koostis ja tumeenergia sisu.

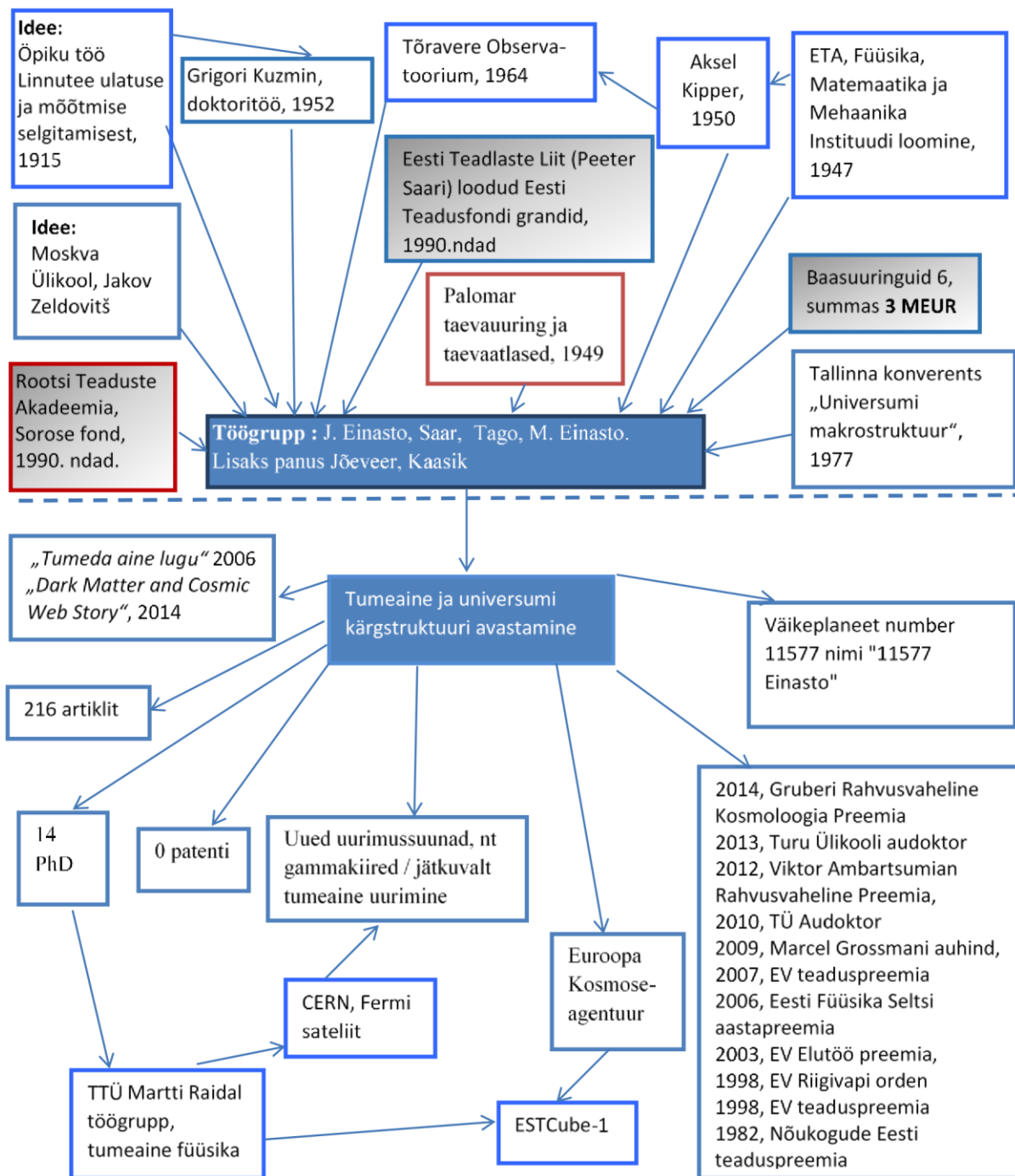
---

<sup>3</sup> Üks aine tüüp, mida arvatakse olevat põhiliseks Universumi massi osaks

<sup>4</sup> Galaktikate võrgustik

<sup>5</sup> Antud töös on kaks uurimisteemat kajastatud ühel ajateljel ning rõhutatud on Tartu teadlaste jaoks olulised sündmused. Detailsema ajateljega, kus on kajastatud kõik teemakohased teadlaste tööd, on võimalik tutvuda Jaan Einasto raamatus „Dark Matter and Cosmic Web Story“ lk 307-309

Praeguseks on saanud nendest uurimisteedest üks kõige kiirema teadlaste arvu kasvuga valdkond füüsikas. Eestlastel on olnud oluline osa antud teema uurimisel alates 20. sajandi algusest, kui Ernst Öpik avaldas oma esimese töö seos tumeaine uurimisega aastal 1915. aastal, kus ta proovis selgitada Linnutee ulatust ja mõõtmeid. Lisaks tegeles ta teise seni lahendamata probleemi – udukogude tekkimise teooriaga. Täheteadlaste arvamused udukogude tekkest ei olnud ühesed, ühed arvasid, et udukogud on osa Linnuteest, teised hindasid neid iseseisvateks moodustisteks universumis, mis asuvad Linnuteest kaugel. Selle küsimuse lahendamise tegeles mitu ameerika astronoomi sealhulgas Vesto Slipher, kelle töö abil leidis Öpik idee Andromeeda udukogu kauguse leidmiseks ja tuli olulise järelduseni – tegemist on iseseisva galaktikaga väljaspool meie Linnuteed. Sellest avastusest sai alguse Tartu teadlaste suur huvi tumeaine ja universumi struktuuri uurimiseks ning nende pikaajalise töö käigus on jõutud oluliste avastusteni, mis muutsid maailmapilti.



### Joonis 11 Teadmuse allikate/koostöö ja levitamise

Allikas: Autorite koostatud

Seejärel oli oluliseks uurimisteenaks universumi vanus ja selle teke. Siinkohal olid olulised panustajad Edvin Hubble 1920. aastate alguses ja Ernst Öpik, kes selgitas tähtede energia allikate ja evolutsiooni teooria põhialuseid. Need tööd olid üheks osaks paradigmade vahetuses

astronoomias – arusaam ainukesest Galaktikast (Linnuteest) vahetus galaktikate paljususe ja paisuva universumi kontseptsiooniga.

Jaan Einasto jõudis antud uurimisvaldkonnani tänu Ernst Öpiku õpilase Grigori Kuzminile, kes omakorda oli Einasto juhendaja. Konkreetne premeeritud töö saigi alguse sellest, et Einasto oli nii Kuzmini kui Moskva kolleegidega tihedas koostöös. Einasto võttis osa Moskvas toimuvatest praktikatest ja loengutest, kus ta nägi väljakutset ühes teemas, mis oli veel teadlaste poolt selgitamata – galaktikate ehitus ja selle täpne kirjeldamine. Seda nimetatakse galaktikate matemaatiliseks mudeliks, mis kirjeldab tähtede liikumist, nende külgetõmbejõudu, ja süsteemi kui terviku omadusi. Seni oli seda uurimisteemat käsitletud natukene ühekülgsest ning Einasto proovis probleemi lahendada nii nagu Öpik omal ajal, võttes arvesse paljude teiste valdkondade põhimõtteid ning analüüsides uurimisküsimust laiemalt. Sellest kasvaski välja ühelt poolt tumeainest aru saamine ja see töö omakorda viis universumi struktuurini selgitamisele, ehk selleni kuidas galaktikad omavahel paigutuvad.

Maailmapilt, mis varem oli seotud galaktikate kui objektide näiva jaotuse uurimisega, oli tänapäeva mõttes algeline, sest galaktikate kaugusi ei olnud teada. Tartu Observatooriumil olid andmed<sup>6</sup> olemas kauguste kohta ja selle abil oli võimalik luua galaktikate jaotusest ruumiline pilt. Lisaks selgus, et universumi struktuur sõltub sellest, milline on galaktikate ümber oleva tumeaine omadused. Seejärel oli oluline aru saada, mis oli selle tumeaine omadused – analüüsides näitasid, et see aine ei saa olla tavaline, tegemist ei ole tähtedega, samuti ei ole see külm ega kuum gaas. Siia maani ei ole täpselt selge, mida tumeaine endast kujutab.

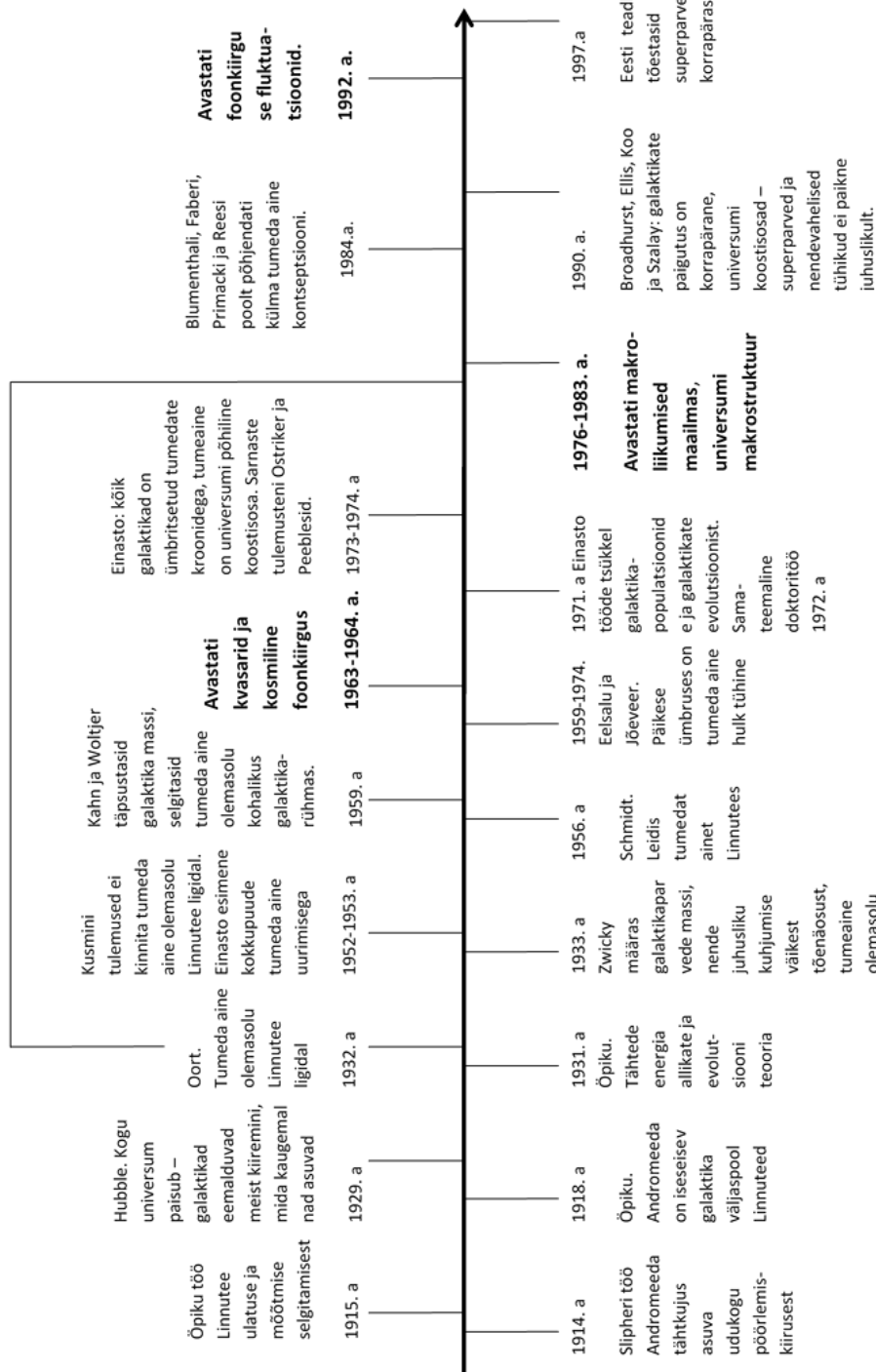
Jaan Einasto töögrupp suutis teistest maailma juhtivatest teadlastest kiiremini jõuda tulemuseni, mis andsid aimu tumeaine iseloomust ja universumi struktuurist:

- Tumeaine puhul on tegemist ainega, mis tavalise ainega ei interakteeru, mistõttu nendevahelised seosed on väga nõrgad;
- tumeaine areneb universumis sõltumata tavaainest ja mõjutab olulisel määral galaktikate struktuure, sest seda ainet on galaktikates kümme korda rohkem kui tavalist ainet;
- kõik galaktikad on ümbritsetud tumedate kroonidega, siis on tumeaine universumi põhiline koostisosa;
- tehti kindlaks galaktikapopulatsioonide ja galaktikate evolutsiooni alused;
- näidati, et superparvede jaotuses esineb teatud korrapära.

---

<sup>6</sup> Sellised andmed olid tegelikult olemas paljudes (ka väikestes) observatooriumites, kuid nende tõlgendamine, tervikliku pildi loomine, oli võimetekohane väga vähestel teadlastel.

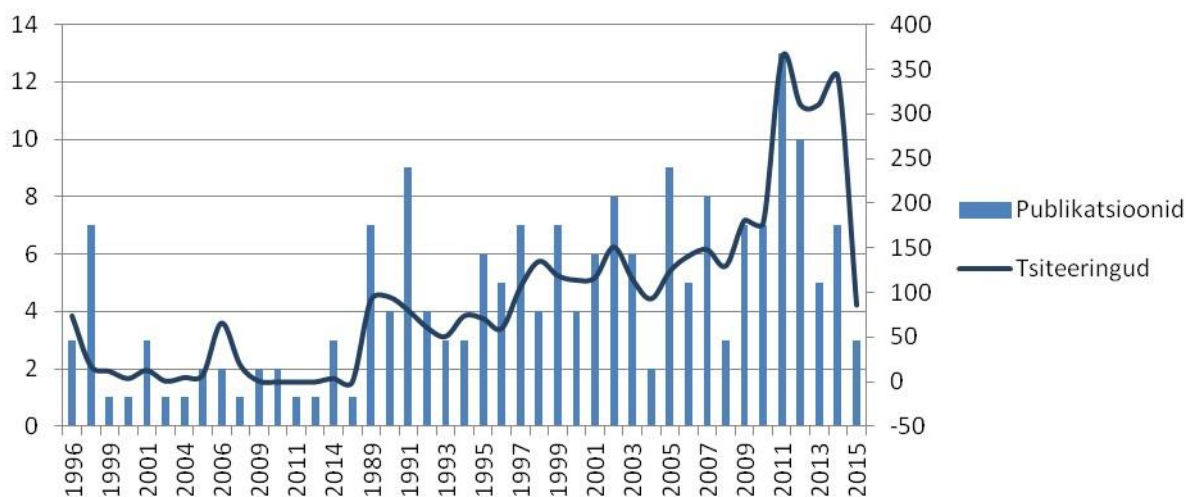
### 1932-1974. a. Tumeainega seotud olulised tulemused



### Joonis 12 Teaduse ajatelg tumeaine juhtumis

Allikas: Autorite koostatud





### Joonis 13 Tumeaine ja universumi kargstruktuuriga seotud publikatsioonid (otseselt nimetuses) ja viited

Allikas: Autorite koostatud WoS andmete alusel.

Tumeaine ja universumi kargstruktuuri juhtumi puhul võib välja tuua järgmised soodustavad ja takistavad tegurid (intervjuu baasil) (Tabel 5):

**Tabel 5 Tumeaine ja universumi kargstruktuuri avastamist mõjutavad tegurid**

#### Toetavad tegurid

##### Mitteformaalsed toetavad tegurid

- Mitteformaalsed suhted tarbijaga
- Usaldusväärsus partnerite vahel (pärast partneri surma katkes)
- Erinevad preemiad (rahalised, auhinnad, ka ühiskonna tunnustus jne)  Meeskonna võime infot saada ja vahetada mitteformaalsete kanalite kaudu  Partnerite vaheline soov suhelda

##### Formaalsed toetavad tegurid

- Informatsiooni levitamine läbi formaalsete kanalite (nt TAO)
- Toetavate tegevuste olemasolu (bürookraatiaga, organiseerimise jmt-ga seotud)

#### Takistavad tegurid

##### Tehnilist laadi takistused

##### Regulatiivsed piirangud

#### Üldised, tehnoloogia, meeskonna ja Inimestega seotud takistused keskkonnaga seotud tegurid

- Toetav keskkond ülikooli sees (tehniline võimekus, laborid)

- Piisavad ressursid arendustegevuse jaoks
- Riigipoolne toetus (nt EAS-i) projekti läbiviimiseks
- Tehnoloogial on kasutaja jaoks väga

---

oluline ja selge väärtus

- Projekti tugev eestvedamine
- Uurimismeeskonna ja rakendaja suhted, rakendaja kaasamine varases faasis □  
Meeskonna tahe otsida ja õppida (otsiv vaim)
- Mõne kolmanda osapoole soovitusel
- Agressiivne turundustegevus

---

Allikas: Autorite koostatud

Jaan Einasto peab oma uurimisgrupi saavutatud avastuste juures oluliseks koostööd erinevate teadlastega. Kõige olulisem koostöö oli Moskva Ülikooli grupiga (Jakov Zeldovitš) – nende poolt oli välja toodud probleemi teoreetiline alus, mille põhjal tartlased tegid reaalseid avastusi. Uurimisgrupi puhul oli oluline, et kõigil oli erinev haridus ja ettevalmistus, mis aitas paremini identifitseerida probleeme ja aru saada kõikidest nähtustest, mis on sellega seotud.

## 2.4. E-hääletamise tarkvaralahendus

Elektroonilist hääletamist (e-hääletamist) loetakse Eesti Vabariigis üheks valimistel hääle andmise võimaluseks teiste hääletamisviiside kõrval. Seejuures tähendab e-hääletamine Eestis kaughääletamist interneti teel, mitte hääletamist valimisjaoskonnast spetsiaalsete hääletamiseseadmete vahendusel. (E-hääletamise üldkirjeldus 2015)

Idee ja võimalus korraldada e-hääletamisi Eestis said alguse seoses ID-kaardi väljatöötamisega 90ndate lõpus<sup>7</sup> ja kasutuselevõtuga 2000ndate alguses. Esimese ehääletamise võimalikkuse analüüsi Eestis tegid 2001. aastal Helger Lipmaa ja Oleg Mürk. Analüüsis leiti, et „2002. aastal üldriiklik e-valimiste korraldamine on olemasoleva tehnoloogia juures utoopiline“, kuid peeti võimalikuks „vähema tähtsusega valimiste (näiteks kohalike omavalitsuste valimiste) pidamist nelja kuni kaheksa aasta jooksul“ (Lipmaa, Mürk 2001: 3). Samal aastal avaldasid omapoolse analüüsi ka Tammet ja Krosing, kes pidasid küll võimalikuks e-valimiste läbiviimist ka 2002.

---

<sup>7</sup> Vt. ID-kaardi saamisluugu <http://www.id.ee/?id=30638>.

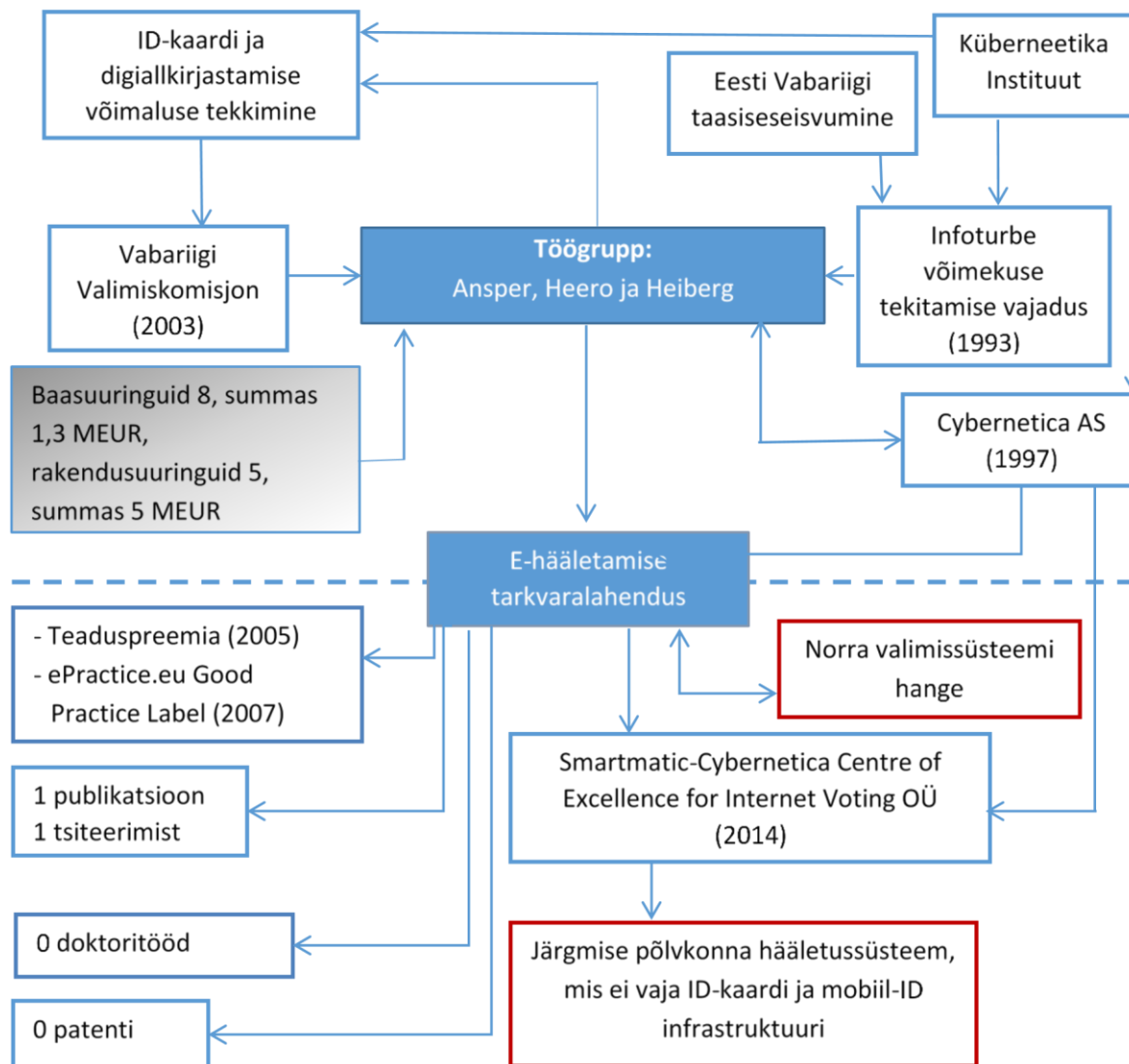
aastal, ent olid samas veendunud, et „2002/2003 aasta käigus ei suudeta rahuldaval määral tagada valimiste turvalisust igal tasandil“ (2001: 3).

E-hääletamise projekt käivitati 2003. aastal Vabariigi Valimiskomisjoni poolt eesmärgiga pakkuda alates 2005. aastast interneti teel hääletamise võimalust kõigile ID-kaardi omanikele (Martens 2003: 1). Esimest korda kasutati e-hääletamist 2005. aasta kohaliku omavalitsuse volikogu valimistel, kui interneti teel hääletas üle 9 tuhande valija (s.o 1,9% hääletamisest osavõtnutest). 2007. aastal toimusid Eestis Riigikogu valimised, mis olid esimesed parlamendivalimised maailmas, kus oli võimalik osaleda e-hääletamise teel. Valimistel andis interneti kaudu oma hääle üle 30 tuhande valija (s.o 5,5% hääletamisest osavõtnutest). 2009. aastal toimunud kohaliku omavalitsuse volikogu valimistel hääletas interneti teel juba üle 104 tuhande valija (s.o 15,8% hääletamisest osavõtnutest). Viimastel, 2015. aasta Riigikogu valimistel hääletas elektrooniliselt üle 176 tuhande valija (s.o 30,5% hääletamisest osavõtnutest). Kokku on Eestis e-hääletamist kasutatud seitsmel korral. (Elektroonilise hääletamise statistika 2015) Eesti elektroonilise hääletamise süsteem sai 2007. aastal Lissabonis toimunud elektrooniliste rakenduste foorumil aumärgi "ePractice.eu Good Practice Label for 2007", mida antakse vaid kuni 10% foorumil osalenud rakendustele (Elektroonilise hääletamise projekti alused 2015).

E-hääletamise tarkvaralahenduse on välja töötanud Cybernetica AS teadurid eesotsas Arne Ansperi, Kristo Heero ja Sven Heibergiga, kes 2005. aastal pälvisid selle eest „Bernhard Schmidti preemia Eestis töötavatele noortele teadlastele ja inseneridele saavutuste eest arendustegevuses ja teaduslike uurimistulemuste evitamisel“. Cybernetica AS ise on evalveeritud teadus- ja arendusasutus, mis loodi Teaduste Akadeemia Küberneetika Instituudi kaheks jagamise tulemusel 1997. aastal<sup>8</sup>. Oma alguseks võib Cybernetica AS lugeda seega 1960. aastat, kui asutati arvutite riist- ja tarkvara ning rakendusmatemaatika ja juhtimisteooria arendamiseks Eesti Teaduste Akadeemia Küberneetika Instituut (Meist 2015). Tarkvara välja töötanud töögrupi alguseks võib lugeda 1993. aastat, mil küberneetika instituudi juurde loodi kompetentsikeskus, mille eesmärgiks oli Eesti Vabariigi infoturbe võimekuse tekitamine. Arne Ansperi sõnul tegeles töögrupp esialgu iseenda harimisega, hiljem anti välja erinevaid publikatsioone ning õpetati teisi. 1997. aastal toimunud teadusreformi hetkeks olid töögrupil olemas juba erinevad infoturbe tooted (nt. tulemüürid, VPN süsteemid), millel puudus edasine teaduslase uurimistöö potentsiaal ja seega ka seos ülejäänud TTÜ tegevusega. Seetõttu otsustatigi luua nende toodete edasiarendamiseks eraldi ettevõtte.

---

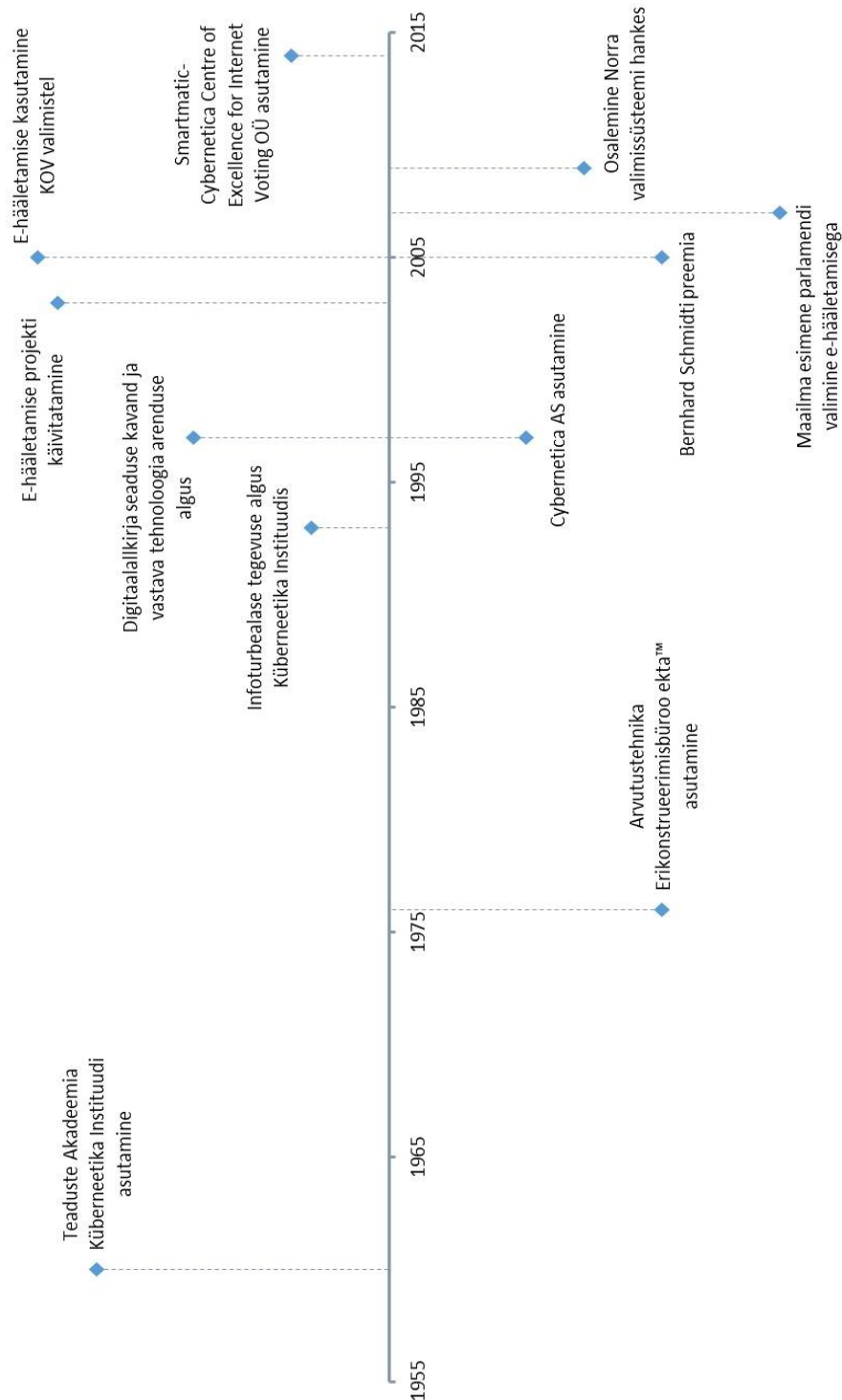
<sup>8</sup> Vt. Cybernetica AS tutvustust ja ajalugu <http://cyber.ee/meist/>.



#### Joonis 14 E-hääletamise juhtumi allikate/koostöö ja levitamine

Allikas: Autorite koostatud

Cybernetica AS arendusjuhi ja Eesti e-valimiste tarkvaralahenduse ühe väljatöötaja Arne Ansperi sõnul on Cybernetica teadurid olnud e-valimiste väljatöötamisega olnud seotud sisuliselt algusest peale – 2003. aastal osaleti töörühmades ja aidati välja töötada e-valimiste kontseptsiooni ning hiljem, peale 2004. aasta riigikanke võitmist, on tegeletud tarkvaralahenduse väljatöötamise ja täiustamisega. Cybernetica teadurite suur osalus Eesti e-valimiste saamisloos on Ansperi sõnul tulenenud sellest, et kuni viimase ajani on enamus Eesti krüptograafe olnud ettevõtte palgalised töötajad. Alles viimastel aastatel on Tartu Ülikooli juurde tekkinud väga arvestatav krüptograafide üksus.



**Joonis 15 E-hääletamise tarkvara juhtumi ajajoon** Allikas: Autorite koostatud

Eestis saadud e-hääletamise alaseid teadmisi prooviti esimest korda väljaspool rakendada 2009. aastal, mil Cybernetica osales ühe konsortsiumi liikmena Norra valimissüsteemi hankes. Kuigi see konsortsium ei osutunud lõpus valituks, oli hankes osalemine vähemalt krüptograafia alase

uurimistöö seisukohalt edukas – lahenduses, mis Norras realiseeriti, oli enamik ideid Cybernetica protokollidest üle võetud.

Norra hankes osalemisest sai hiljem kasu ka Eesti riik. Kui Eestis oli selle hetkeni olnud kasutusel suhteliselt lihtne ja pragmaatiline süsteem, siis Norras oli püütud sisse viia juba oluliselt uuemaid ja turvalisemaid lahendusi. Neid pakkus Cybernetica ka Vabariigi Valimiskomisjonile. 2010. aasta hankes need uuendused veel soosingut ei leidnud, ent 2011. aastal alanud aktiivne kampaania e-hääletamise vastu ning OSCE raport (Eesti Riigikogu valimised 2011) panid Valimiskomisjoni lõpuks meelt muutma. Uuenduste üheks väljundiks oli näiteks see, et 2013. aastal avaldati kontrollirakenduse prototüüp, mida sai Androidi peal kasutada ja mis viimasel kahel valimistel on olnud kõigile kättesaadav. Rakenduse abil on valijal võimalik veenduda, kas tema e-häälel on jõudnud valimiste keskserverisse ja väljendab tema tahet korrektselt.

Viimased suuremad arengud Cybernetica jaoks seoses e-valimistega on olnud seotud uuesti välisurgudele püüdlemisega. Nimelt asutati 2014. aastal koos erinevaid hääletamislahendusi pakkuva rahvusvahelise korporatsiooniga Smartmatic tütarfirma *Smartmatic-Cybernetica Centre of Excellence for Internet Voting OÜ*. Uus kompetentsikeskus asub Tartus ning selle eesmärgiks on luua järgmise põlvkonna e-hääletamise süsteem, kasutades ära Cybernetica e-hääletamise arendamise ja läbiviimise kogemuse ning Smartmaticu ülemaailmse haarde (Smartmatic ja Cybernetica ... 2014). Ansperi sõnul viidi kogu e-hääletamisega seotud tegevus ja inimesed uue ettevõtte alla. Hetke nägemuse järgi tuleb edaspidi teha selle valdkonna alast teadust oluliselt suuremas mahus kui seni. Vajadus selleks tuleneb soovist teha täiesti uus ja järgmise põlvkonna süsteem, mis lisaks oleks mõeldud töötama ka sellistes keskkondades, kus ei ole ID-kaardi ja mobiil-ID infrastruktuuri, mis teeb Eesti unikaalseks.

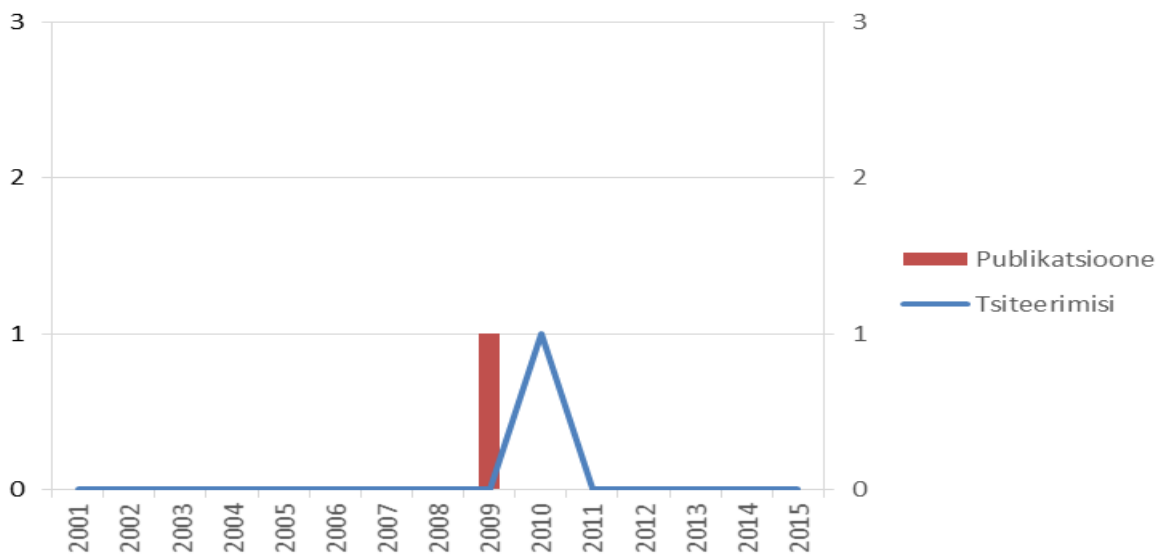
Ansperi sõnul on neil maailmas ka konkurente, kes samuti tegelevad internetihääletuse süsteemidega, aga neid on väga raske võrrelda, sest esiteks on neid väga vähe ja teiseks on info kättesaadavus minimaalne. Konkurentide vähesust mõjutab loomulikult tõsiasi, et potentsiaalsete klientide arv maailmas on üsna piiratud (ehk riikide arv maailmas + teatud juhtudel osariigid föderatiivsetes riikides). Samuti on e-hääletussüsteemide väljatöötamine seotud suurte kuludega, sest riikide valimisüsteemid ja -protseduurid on erinevad ja seetõttu ei ole võimalik kasutada standardseid tarkvaralahendusi.

Info vähesuse üheks põhjuseks on aga fakt, et e-hääletamine on maailmas veel väga vähe levinud. Peale Eesti on seda katsetatud vaid kümnekonnas riigis<sup>9</sup>. Selle põhjuseks ei ole seejuures mitte ainult tehnoloogilised barjäärid. Ansperi sõnul oli neil 2005. aastal preemia saamise hetkeks olemas kontseptsioon ja kontseptsiooni võimalikkust tõestav kood, mis töötas

---

<sup>9</sup> Vt. E-hääletamisest välisriikides <http://www.vvk.ee/valijale/e-haaletamine/muu-maailm/> .

ja mida oli põhjalikult testitud. Kuid lisaks riist- ja tarkvara valmisolekule olid evalimiste läbiviimiseks vajalikud ka mitmed teised faktorid. Esiteks poliitiline ja ühiskondlik usaldus e-valimiste vastu, mille saavutamiseks tuli uut süsteemi pidevalt erinevatele gruppidele tutvustada ja arusaadavaks teha. Ansperi sõnul on hääletamiste juures kõige olulisem just see, et võimalikult palju inimesi usuks, et protsess on turvaline, sest muidu seda ei kasutata. Teiseks oluliseks faktoriks oli loomulikult e-valimisi võimaldava seadusandluse vastuvõtmine, mis esialgu mitmel erineval tasemel (sh. Eesti Vabariigi Presidendi) vastuseisu kohtas ja seetõttu muutmist vajas. Igas riigis, kuhu mõni ettevõtte sooviks oma e-hääletamise tarkvaraga minna, tuleb läbida sarnased tõkked. Seetõttu on konkurentsieelis kahtlemata sellistel ettevõtetel nagu Cybernetica, kes selle protsessi on juba läbinud.



**Joonis 16 E-hääletamise tarkvara töögrupi artiklid ja tsiteerimised**

Allikas: Autorite koostatud WoS alusel

Omapoolsete soovitusena Eesti teadusele tooks Ansper välja, et teadlastel peaks olema vaba raha, mille eest nad ei pea tarnima ühtegi valmis seadet, koodi või artiklit, vaid mille eest neil ongi võimalik vabalt uurida ja tegutseda. Ansperi mäletamist mööda olid esimesed artiklid, mis 2001. aastal e-valimiste teemal Cybernetica teadurite poolt kirjutati, samuti täiel määral finantseeritud sihtfinantseerimise poolt. Sama lugu oli alguses kogu ID-kaarti ja digiallkirjastamist puudutava valdkonna puhul, millega samuti Cybernetica tegeles.

E-hääletamise tarkvaralahenduse juhtumi puhul võib välja tuua järgmised soodustavad ja takistavad tegurid (intervjuu baasil) (Tabel 6):

**Tabel 6 E-hääletamise tarkvaralahenduse rakendatavust mõjutavad tegurid**

Toetavad tegurid

Takistavad tegurid

## Mitteformaalsed toetavad tegurid

- Mitteformaalsed suhted tarbijaga □  
Tehnilised, tehnoloogiast tulenevad riskid
- Meeskonna võime infot saada ja vahetada □  
Soov riske vältida  
mitteformaalsete kanalite kaudu (tuttavad jne)
- Partnerite vaheline soov suhelda
- Usaldusväärsus partnerite vahel
- Erinevad preemiad (rahalised, auhinnad, ka

## Tehnilist laadi takistused

ühiskonna tunnustus jne)

### Formaalsed toetavad tegurid

- Põhjaliku ja selge dokumentatsiooni olemasolu
- Rakendusprojekti (-uuringu) loomine
- Informatsiooni levitamine läbi formaalsete kanalite (nt TAO)
- Toetavate tegevuste olemasolu (bürookraatiaga organiseerimise jmt-ga seotud)

### Regulatiivsed piirangud

- Ajakava piirangud
- Eelarve piirangud
- Seadusandluse puudulikkus, mis takistas tehnoloogia kasutuselevõttu

## Üldised, tehnoloogia, meeskonna ja inimestega seotud takistused keskkonnaga seotud tegurid

- Puudusid rakendamisel kogemused
- Toetav keskkond ettevõtte sees (tehniline võimekus, laborid)
- Piisavad ressursid arendustegevuse jaoks
- Riigipoolne toetus (nt EAS-i) projekti läbiviimiseks
- Tehnoloogial on kasutaja jaoks väga oluline ja selge väärtus
- Projekti tugev eestvedamine
- Uurimismeeskonna ja rakendaja suhted, rakendaja kaasamine varases faasis
- Juhttarbija identifitseerimine
- Meeskonna tahe otsida ja õppida (otsiv vaim)
- Mõne kolmanda osapoole soovitus
- Tehnoloogia demonstreerimine kasutajatele
- Agressiivne turundustegevus
- Usk väljatöötatud tehnoloogia toimimisse



Allikas: Autorite koostatud intervjuu baasil

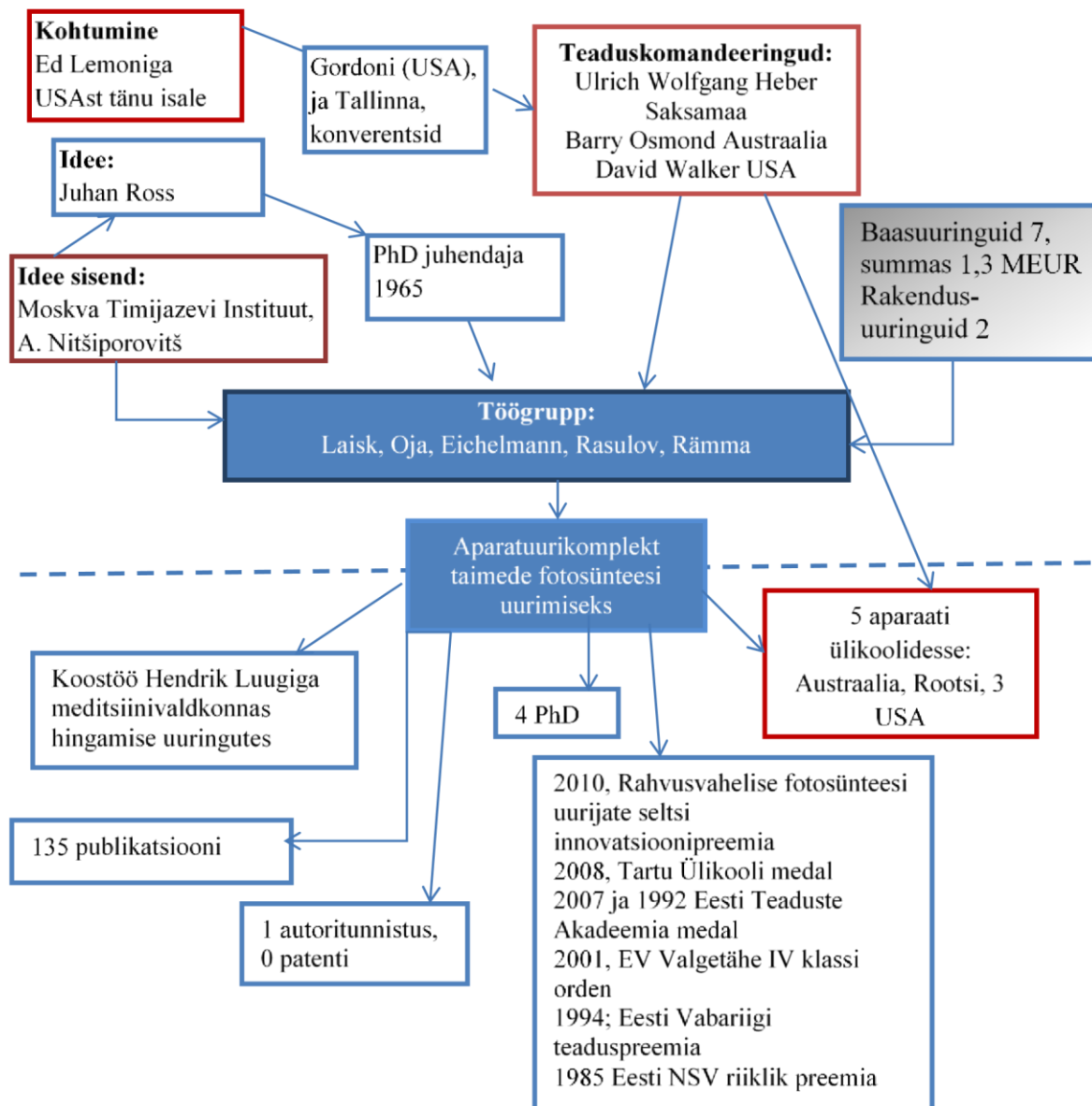
E-hääletamise tarkvaralahenduse juhtum on eriline mitmel põhjusel. Esimeseks on ta kõige rohkem seotud Eestiga – esialgselt ideest kuni hetkel kasutusel olevate rakendusteni. Teiseks on see väga rakendusliku loomuga juhtum, illustreerides hästi tõsiasja, et maailmas ainulaadsete tehnoloogiate loomiseks ei pea ilmtingimata tegelema baasuuringutega. Kolmandaks on ta üks väheseid nõudluspoolse innovatsiooni näiteid uuringus. See on hea näide sellest, kuidas riigil on võimalik kaasa aidata maailmas ainulaadse innovatsiooni tekkele.

## 2.5. Aparatuurikomplekt taimede fotosünteesi uurimiseks

Agu Laisa välja töötatud aparatuuri ainulaadsus seisneb selles, et see võimaldab gaasivoolus mõõta väga täpselt hapniku ja süsihappegaasi kontsentratsioone suure ajalise lahutusvõimega, mida oleks võimalik ka rakendada tööstuses (sh näiteks toiduainetööstuses, õhu saaste hindamisel). Aparaat on algselt ehitatud selleks, et mõõta fotosünteesi parameetreid taimelehes (Eesti Loodus 2010). Uurimisgrupi juhi Agu Laisa esimene kokkupuude fotosünteesi uurimisega oli aastal 1961, kui ta sattus atmosfäärifüüsiku ja ökoloogi Juhan Rossi juurde, kes uuris taimkate fotosünteesilist produktiivsust. Antud teema oli aktuaalne

Nõukogude Liidu toiduprobleemi tõttu ning sellega seoses võttis ühendust prof. Anatoli Nitšiporovitš Moskva Timirjazevi nimelisest NSVL Teaduste Akadeemia Taimefüsioloogia Instituudist (pikemalt loe KesKus). Rossi uurimistöös oli vaja mõõta erinevaid protsesse, näiteks taimkate optilisi signaale, valguse neeldumist ja selle peegeldumist taimkattest. Selleks, et neid protsesse saaks mõõta oli vaja ehitada aparate.

Aastal 2007 Eesti Vabariigi Teaduspreemiale nomineeritud aparatuurikomplekti välja töötamine sai alguse juba aastatel 1967-1970. Agu Laisk peab põhiliseks õnnestumiseks antud aparadi välja töötamisel seda, et töögrupis oli iga inimene selgelt paigutatunud oma nišši ja andis oma asendamatu panuse. Näiteks Vello Oja oli asendamatu aparatuuri konstrueerijana ja väga täpsete matemaatiliste arvutuste tegijana, Hillar Eichelmann oli spetsialist suure hulga eksperimentaalse materjali kokku kogumises ja analüüsis, Heiko Rämna oskas omakäeliselt valmistada väga komplitseeritud detaile, Bakhtier Rasulov ja Heino Moldau komponeerida neist mõõtesüsteeme. Oluline oli antud töögrupi ja töövahendite (töökoda, koos vajaliku tehnikaga) kooshoidmine, mis õnnestus mitmekümne aasta jooksul.



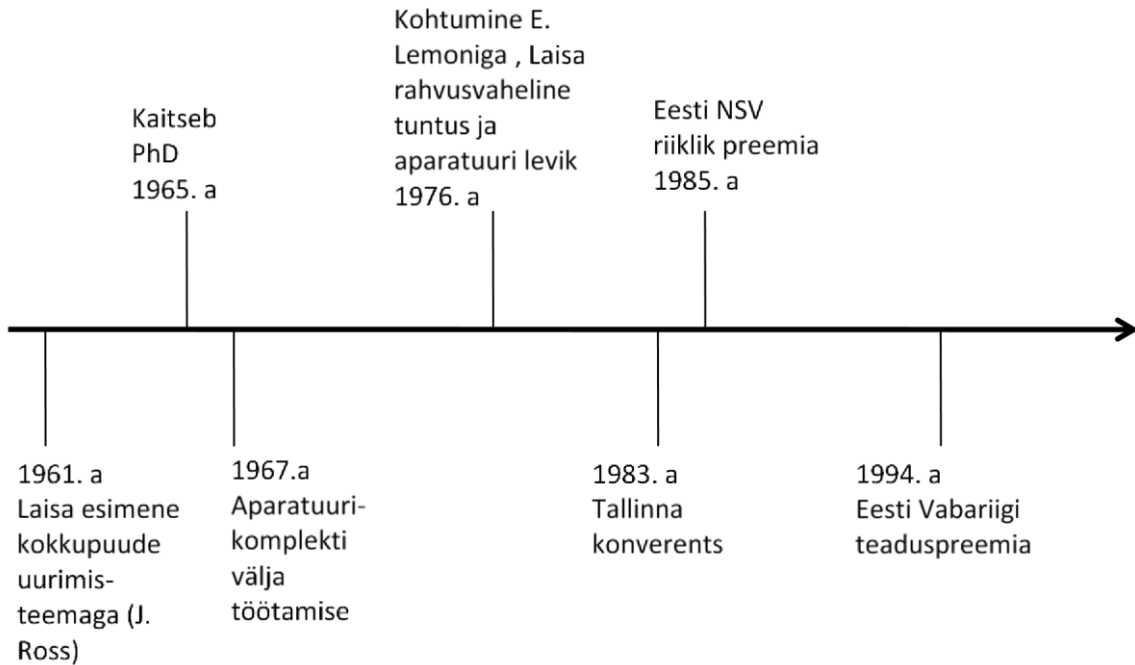
### Joonis 17 Fotosünteesi juhtumi teadmuse allikate/koostöö ja levitamine

Allikas: Autorite koostatud

Agu Laisa tuntus ja tema töögrupi välja töötatud aparatuuri rahvusvaheline müük on seotud omaette asuva Tartu Ülikoolile kuuluva Pirni tänava laboratooriumiga, mis pakkus ideaalseid tingimusi eraldiseisva teadusprojekti arendamiseks. Rahvusvaheline kuulsus levis mõnevõrra tänu ka juhusele, milles osales isa Heino Laisk, viies Agu kokku Cornelli Ülikooli professori Edward Lemoniga aastal 1976. Viimane kutsus Agu Laisa Gordoni konverentsile New Hamptonis, kus avanes võimalus tutvuda paljude selle ala teadlastega. Tänu A. Laisa ja tema kolleegide korraldatud Tallinna konverentsile 1983. aastal tutvusring laienes ja saabusid kutsed teaduskomanderingutele erinevatest ülikoolidest üle maailma. A. Laisa teaduslikud

stažeerimised välismaal erinesid selle poolest, et kui tavaliselt mindi välismaale kasutama võimekamat aparatuuri, siis A. Laisk saabus kohale koos kodus valmistatud mõõteseadmega.

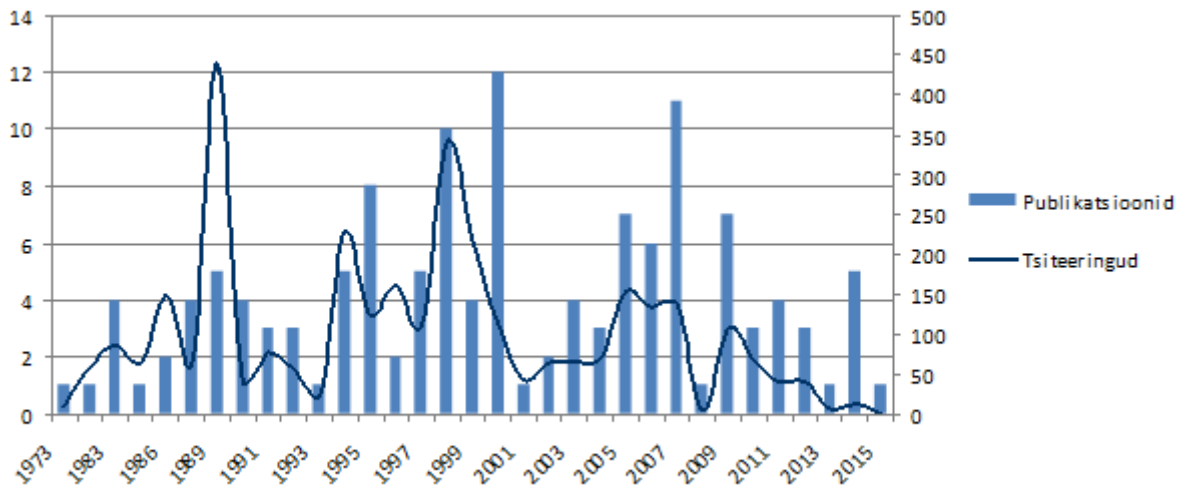
Need kontaktid aitasid Eestis tehtut tutvustada, ja lõpuks ka selle omandamise vastu huvi äratada (intervjuu Agu Laisaga 2015, pikemalt ka KesKus).



### Joonis 18 Fotosünteesi juhtumi ajatelg

Allikas: Autorite koostatud

Teadusaparaadi müük ei ole siiski olnud omaette eesmärgiks, vaid pigem on selleks nende aparaatide abil analüüsitava uurimisteema populariseerimine. Kokku müüdi aparate viide erinevasse ülikooli. Kahjuks nendest viiest aparadist kasutatakse tänapäeval ainult ühte sellisel tasemel nagu Eestis – see müüdi Connecticuti Põllumajanduse uurimise jaama, kus dr. Richard B. Peterson on sellel töötanud juba paarkümmend aastat. Petersoniga tekkis ka hea koostöö nii aparadi täiustamise, meetodika kui ühisartiklite publitseerimise osas. Hästi töötas ka Washingtoni Osariigi Ülikooli aparat niikaua, kui seal oli oskav inimene. Laiemat müüki takistaski asjaolu, et tegemist on keeruka aparadiga – ilma klaverikunstnikuta pole ka Steinway pillist mingit kasu. Viimased kümme aastat ei ole Agu Laisa töögrupp tegelenud aparadi reklaamimise ega müügiga, sest see aparat on konstrueeritud töötama koos nende arvutitega, millel oli veel omaaegne DOS operatsioonisüsteem (kasutuses valdavalt 1990. aastatel), kogu andmeanalüüs tehti siis Turbo-Pascali keeles (intervjuu Agu Laisaga 2015).



**Joonis 19 Taimede fotosünteesi uurimisega seotud publikatsioonid (otseselt nimetuses) ja viited**

Allikas: Autorite koostatud WoS ja WIPO andmete alusel.

Rahvusvaheline huvi aparaadi vastu on aja jooksul vähenenud ka teadusmaailma nõmoevoolude pärast. Rohkem rahastatakse praegu bioloogiavaldkonnas uurimistöid, mis on seotud molekulaarse ja geneetilise tasemega, Agu Laisa töögrupp uurib aga bioloogilise objekti kui terviksüsteemi toimimise dünaamikat. Sellele vaatamata on Agu Laisa arvates fotosünteesiga seonduvatel teemadel perspektiivi – koostööd tehakse Hendrik Luugiga meditsiinivaldkonnas, kus uuritakse fotosünteesile vastandlikku protsessi – hingamist (intervjuu Agu Laisaga 2015, pikemalt ka KesKus).

**Tabel 7 Fotosünteesi aparatuurikomplekti rakendatavust mõjutavad tegurid**

Toetavad tegurid	Takistavad tegurid
<p><b>Mitteformaalsed toetavad tegurid</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Mitteformaalsed suhted tarbijaga</li> <li>Meeskonna võime infot saada ja vahetada mitteformaalsete kanalite kaudu (teaduslikud kontaktid)</li> <li>Meeskonna pikaajaline koostöö</li> <li>Partnerite vaheline soov suhelda</li> <li>Usaldusväärsus partnerite vahel</li> </ul>	<p><b>Tehnilist laadi takistused</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Väga keerukas aparaat, mille kasutamist on vaja õpetada</li> <li>Vananeva arvutitehnoloogia kasutamine</li> </ul>

**Üldised, tehnoloogia, meeskonna ja inimestega seotud takistused keskkonnaga seotud tegurid**

- Kommertsialiseerimine polnud otseselt
- Toetav keskkond ülikooli sees (tehniline eesmärk  
võimekus, laborid)  Meeskonnaliikmete jaoks oli peamine
- Ajakirjade, seminaride jmt teadustulemused, mille eest finatseeriti kättesaadavus  Kaugus lõpptarbijast

- 
- Piisavad Eesti poolsed ressursid arendustegevuse jaoks
  - Projekti tugev eestvedamine
  - Uurimismeeskonna ja rakendaja suhted
  - Tehnoloogia demonstreerimine kasutajatele
  - Usk väljatöötatud tehnoloogia toimimisse

---

Allikas: Autorite koostatud

Fotosünteesi aparatuurikomplekti juhtumi teeb eriliseks see, et aparatuurikomplekt suudeti välja töötada ainult Eesti teadlaste oskusi kasutades, välismaa teadlaste abi ei kasutatud ega ei olnud võimalik kasutada. Maailmas on taoline aparatuurikomplekt unikaalne ning erinevalt teistest juhtumitest viisid Eesti teadlased oma teadmisi ja demonstreerisid oma tehnoloogiat maailma juhtivatele teadlastele, mitte vastupidi. Laiemat kasutust aga aparatuurikomplekt ei leidnud, sest ei olnud nõudlust taolise seadme järgi ning välismaa teadlastel polnud vajalike oskusi selle kasutamiseks.

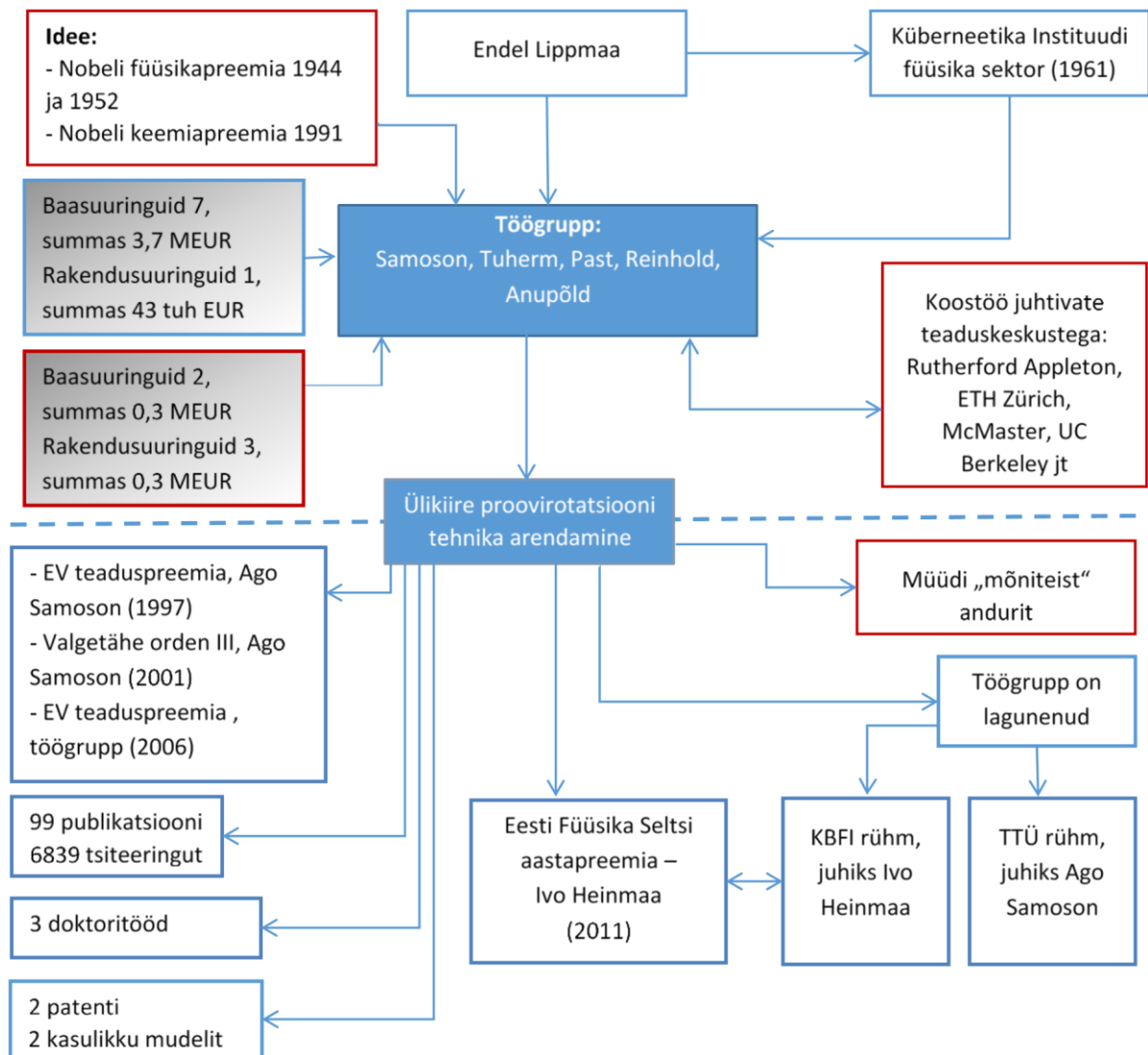
## 2.6. Ülikiire proovirootatsiooni tehnika arendamine

Tuumamagnetresonants (TMR) on laialt levinud ja universaalne analüütiline meetod ainete struktuuri ning dünaamika uurimiseks (Eesti Vabariigi teaduspreemiad 2006: 28). „Tuumamagnetresonants on tugevas magnetväljas olevate tuumade spinseisundite energeetilise vahe (Zeemani efekti) mõõtmisel põhinev spektroskoopia. Väikesed lokaalsete mõjude poolt tekitatud magnetvälja või elektrivälja gradiendi muutused annavad informatsiooni konkreetse aatomi tuuma elektronkatte, liikuvuse ja teiste magnetmomendiga tuumade läheduse kohta. Resonantsnähtus tuleneb võimalusest rakendada kõrgsageduslikke, suhteliselt nõrku magnetvälju tuuma magnetkvantseisundi efektiivseks muutmiseks, kui sagedus on lähedane tuuma Zeemani ülemineku sagedusele.“ (Samoson, Past 2006: 47)

Tuumamagnetresonantsi kirjeldas ja mõõtis esimesena Isidor Isaac Rabi, kes oma 1938. aastal ilmunud artikli eest (Rabi *et al.* 1938) teenis 1944. aastal Nobeli füüsikapreemia (The Nobel Prize ... 1944). Valdkonnas tehtud avastuste ja arendustöö eest on Nobeli preemiaid jagatud ka hiljem. 1952. aastal jagasid uute tuumamagnetresonantsi meetodite arendamise ja nendega seoses tehtud avastuste eest Nobeli füüsikapreemiat Felix Bloch ja Edward Mills Purcell (The Nobel Prize ... 1952). Richard R. Ernst sai 1991. aastal Nobeli keemiapreemia oma panuse eest kõrge resolutsiooniga tuumamagnetresonants-spektroskoopia metoodika arendamisel (The Nobel Prize ... 1991).

*„TMR areng Keemilise ja Bioloogilise Füüsika Instituudis (KBFI, kuni 1980. aastani Küberneetika Instituudi koosseisus) algas 1960date aastate algul, kui Endel Lippmaa lõi Küberneetika Instituudi füüsika sektori. Osteti kaks Jaapani firma JEOL raudsüdamikuga elektromagnetit, mille juurde konstrueeriti kohapeal Anatol Sügise ja Jaan Pasti poolt elektroonika kõrge lahutusega vedelike spektrite mõõtmiseks.“* (Samoson, Past 2006: 47) Detailse ülevaate TMR-i alasteadus- ja arendustööst KBFI-s on andnud Samoson ja Past oma artiklis (2006: 47-51). Olulisemad hetked on välja toodud juhtumi ajajoonel ([Joonis 21 Ülikiire proovirootatsiooni tehnika juhtumi ajatelg](#)).

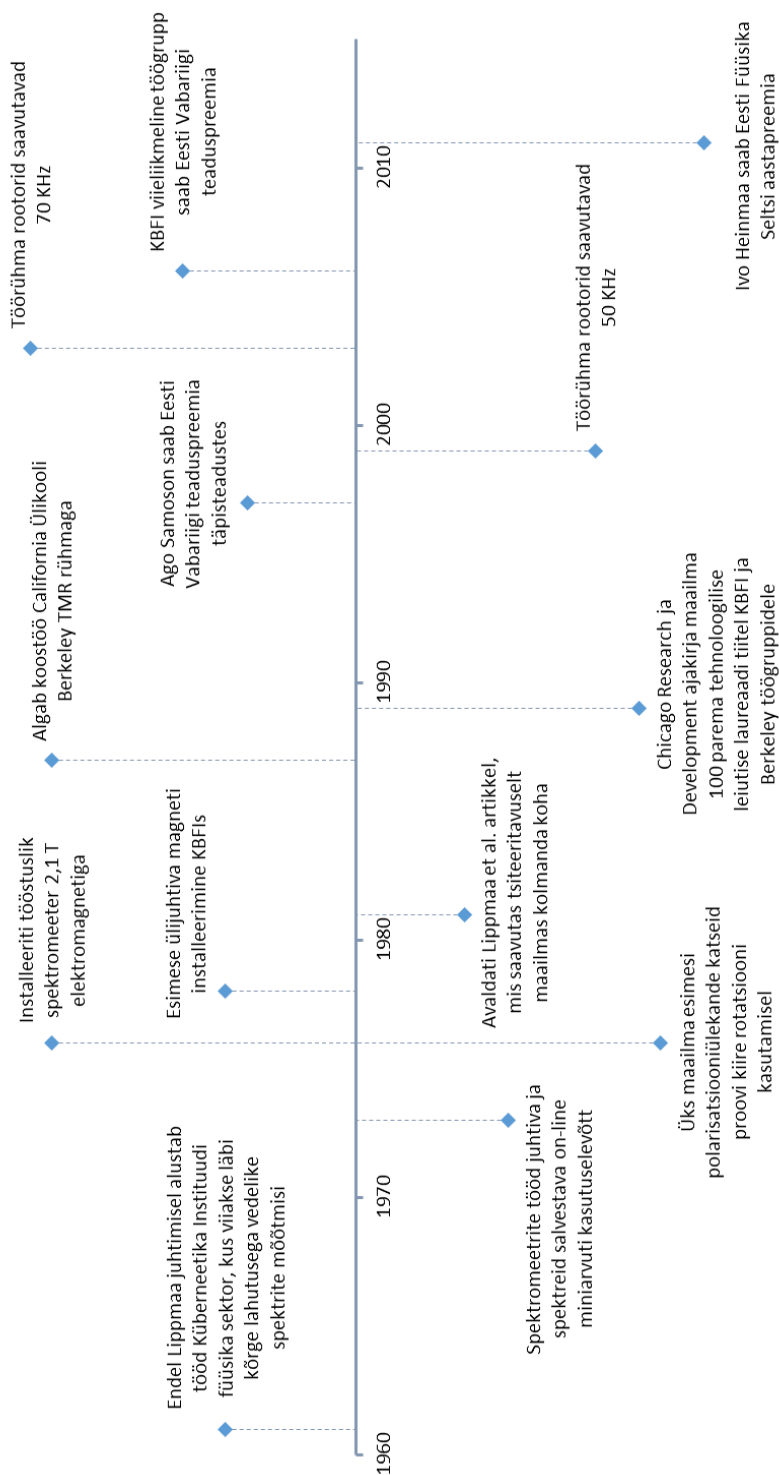
Esimene riiklik tunnustus saabus 1997. aastal, kui Ago Samoson sai oma seniste tööde eest riigi teaduspreemia täppisteadustes. 2006. aastal sai KBFI viieliikmeline töögrupp ülikiire proovirootatsiooni tehnika arendamise eest Eesti Vabariigi teaduspreemia innovaatilise tooteni viinud väljapaistva teadus- ja arendustöö valdkonnas. Viimane seisnes selles, et töögrupil õnnestus ehitada rootorid, mis pöörlesid kiirustel kuni 70000 pööret sekundis. Samal ajal suutsid kõige kiiremad seeriaviisiliselt toodetavad andurid roteerida vaid kuni 35000 pööret sekundis (Eesti Vabariigi teaduspreemiad 2006: 34). Töögrupi liikme Andres Reinholdi sõnul oli saavutatu ligi 10 aastase pideva otsimise ja leiutamise tulemus, mille kallal töötasid nii fundamentaalse kui rakendusliku poole inimesed. 1996. aastal ilmusid müüki 35000 pööret lubavad andurid, 1999. aastal saavutati uurimiserühmas 50000 pööret ja 2003. aastal 70000 pööret (Samoson, Past 2006: 50). Ago Samosoni, töögrupi juhi, sõnul oli tehnoloogia pidev areng küll planeeritud, ent selliste kiirusteni jõudmine siiski veidike ootamatu.



**Joonis 20 Ülikiire proovirootatsiooni tehnika juhtumi teadmuse allikate/koostöö ja levitamine**

Raha arendustegevuseks ja vajalike asjade ostmiseks tuli Andres Reinholdi sõnul suuresti töögrupi poolt valmistatud spektomeetrite andurite müügist. Töögrupi müügimeheks oli eelkõige Ago Samoson, kes kasutas ära oma tutvusi erinevate laborite ja teadlastega üle maailma. Alates 90ndate keskpaigast on KBFI töögrupp müünud mõniteist andurit. Aastas valmis neid keskmiselt üks kuni kaks. Suuremat hulka andureid ei olnud Andres Reinholdi sõnul võimalik teha kahel põhjusel. Esiteks oleks selleks olnud vaja rohkem inimesi ja tööpinke, sest enamus komponente tehti ise kohapeal, mitte ei tellitud sisse. Ago Samosoni sõnul oleks selleks olnud aga vaja riigi ja ülikooli toetust oluliselt suuremal määral, kui neile osutati. Samuti ei olnud töögrupi poolt toodetava puhul tegemist lihtsa copy ja paste tööga. Pigem meenutas

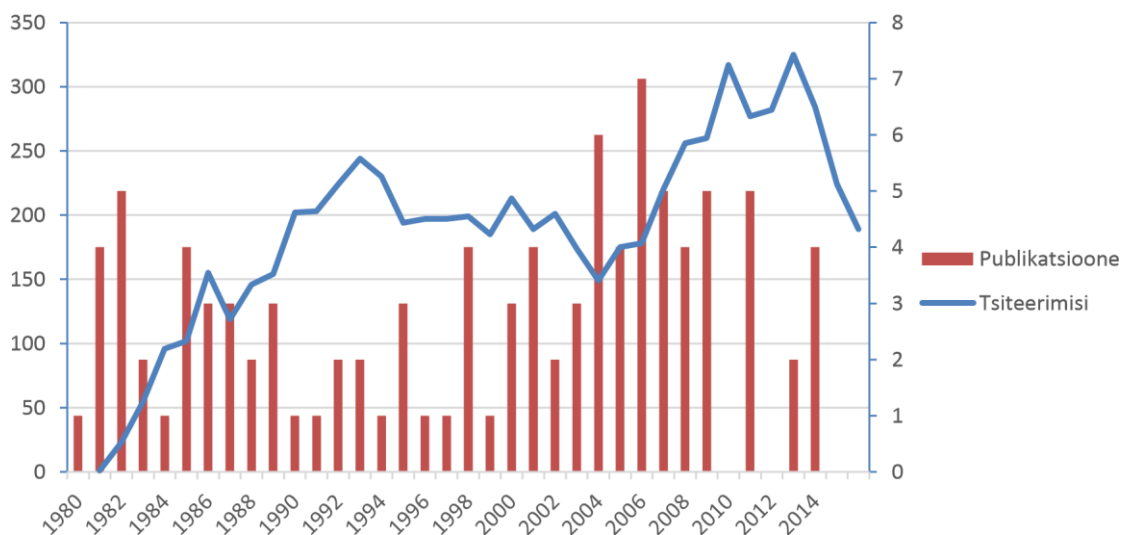
tegevus rätseptatööd – igale laborile tuli vastavalt nende spetsiifilistele vajadustele mõelda välja uus kuub. Kõik see nõudis aga üksjagu aega.





## Joonis 21 Ülikiire proovirotsiooni tehnika juhtumi ajatelg

KBFI arendatud andurid on võimaldanud maailma juhtivatel uurimiserühmadel teha kvalitatiivselt uuel tasemel mõõtmisi. Adurite abil on tehtud olulisi edusamme nii tseoliitide, valkude, kütuseelementide, patareide ja katalüsaatorite arendamisel kui ka bimeditsiinilistes uuringutes. Maailmatasemel tehnoloogia on KBFI-l võimaldanud osaleda maailma juhtivate teaduskeskuste (Ameerika ja Euroopa kõrge magnetvälja laboratooriumid, Rutherford Appleton, ETH Zürich, McMaster, UC Berkeley jt) töös ning selle kaudu olla kursis oluliste teadusprobleemidega. KBFI teadlaste poolt arendatav ülikiire proovirotsiooni tehnika on rajanud ka uusi võimalusi tahkisefüüsikas: kõrge lahutusega TMR mõõtmisteks eriti madalatel temperatuuridel (Ivo Heinmaa juhtimisel on tehtud ka esimesed edukad katsed) ja edasiseks arendustööks tehnilise keraamika ning aparaadiehituse alal Eestis. (Eesti Vabariigi teaduspreemiad 2006: 37) Aastal 2011 sai Ivo Heinmaa Eesti Füüsika Seltsi aastapremia maailmas unikaalsete madalatemperatuursete kõrglahutusega tahkise-TMR mõõtepeade konstrueerimise ning eduka rakendamise eest (EFS aastapremia laureaadid 2015).



## Joonis 22 Ülikiire proovirotsiooni tehnikaga seotud publikatsioonid (otseselt nimetuses) ja viited

Allikas: Autorite arvutused WoS alusel

Tänaseks on Eesti Vabariigi teaduspreemia pälvinud töögrupp lagunenu. Ago Samosoni sõnul tema vallandati, üks teine töögrupi liige lahkus töölt omal soovil ning ülejäänutel püüti töötasu vähendada. Töö tuumamagnetresonantsi valdkonnas käib siiski edasi. Ago Samoson on asunud tööle TTÜ Tehnomeedikumis, kus tema poolt juhitava projekti raames tegeletakse kiire rotatsiooni aluste süstemaatilise analüüsi ning erinevate “tarkade” rakenduste arendamisega. Samuti tegeletakse Samosoni sõnul uue patenditaotlusega, mis lubaks saada praeguste seadmetega võrreldes veelgi kõrgemaid tundlikkusi.

KBFI-s tegeleb uurimistööga edasi töögrupp Ivo Heinmaa juhtimisel ning sellesse töögruppi kuuluvad ka mitmed auhinnatud töögrupi liikmed. Andres Reinholdi sõnul käib töö hetkel mitte niivõrd kiiruste edasise suurendamise nimel, vaid tundlikkuse ja teiste omaduste parendamiseks. Täpsemat informatsiooni töögrupi tegemiste kohta on võimalik lugeda gruppi tutvustavalt veebilehelt<sup>10</sup>.

Ülikiire proovirotsioonitehnika juhtumi puhul võib välja tuua järgmised soodustavad ja takistavad tegurid (intervjuu baasil) (Tabel 8):

**Tabel 8 Ülikiire proovirotsioonitehnika rakendatavust mõjutavad tegurid**

Toetavad tegurid	Takistavad tegurid
<p><b>Mitteformaalsed toetavad tegurid</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Mitteformaalsed suhted tarbijaga</li> <li>Meeskonna võime infot saada ja vahetada mitteformaalsete kanalite kaudu (tuttavad jne)</li> <li>Partnerite vaheline soov suhelda</li> <li>Usaldusväärsus partnerite vahel</li> </ul>	<p><b>Tehnilist laadi takistused</b></p>
<p><b>Formaalsed toetavad tegurid</b></p>	<p><b>Regulatiivsed piirangud</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Ajakava piirangud</li> <li>Eelarve piirangud</li> </ul>
<p><b>Üldised, tehnoloogia, meeskonna ja keskkonnaga seotud tegurid</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Ajakirjade, seminaride jmt kättesaadavus</li> <li>Tehnoloogial on kasutaja jaoks väga oluline ja selge väärtus</li> <li>Projekti tugev eestvedamine</li> <li>Uurimismeeskonna ja rakendaja suhted, rakendaja kaasamine varases faasis</li> <li>Juhttarbija identifitseerimine</li> <li>Meeskonna tahe otsida ja õppida (otsiv vaim)</li> <li>Tehnoloogia demonstreerimine kasutajatele</li> <li>Usk väljatöötatud tehnoloogia toimimisse</li> </ul>	<p><b>Inimestega seotud takistused</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Meeskonnaliikmete voolavus</li> <li>Meeskonnaliikmete koormatus muude tegevustega</li> <li>Usalduse puudumine suhetes TAO-ga</li> </ul>

Ülikiire proovirotsioonitehnika arendamise juhtum on akadeemilise edukuse seisukohast vaieldamatult kõige edukamaks juhtumiks sellest uuringus. Samuti on töögrupp omanud teatavat edukust oma tehnoloogia müümisel – mõneteist andurit maailma erinevates

<sup>10</sup> Tuumamagnetresonantsi meetodi uued arendused ja rakendused: [http://kbfi.ee/?page\\_id=727](http://kbfi.ee/?page_id=727)

teaduskeskustes on tõestuseks sellele. Samas näib, et vähene riiklik või TTÜ poolne tugi on raskendanud töögrupil veelgi edukamaks saamist. Sellele viitab töögrupi juhi poolt antud hinnang formaalsetele toetavatele teguritele – mitte ühtegi neist ei märgitud oluliseks. Juhtum paistab silma ka selle poolest, et on ainus, kus preemia saanud töögrupp on tänaseks hetkeks lagunenu.

## 2.7. Röntgenluminofoor

Mõiste „luminestsents“ oli esmakordselt kasutatud aastal 1888 saksa füüsiku ja ajaloolase Eilhardt Wiedemanni poolt – ta nimetas luminestsentsiks kõiki valguse nähtusi, mis ei ole tingitud temperatuuri kasvamisest (Harvey 2005).

Vello Valdna avastatud luminestsentsmaterjalide puhul on tegemist varem kasutatud materjalidest ligi kaks korda tundlikuma ja suurusjärg väiksema ajakonstandiga röntgenkiirgust Si-detektorile sobivaks punaseks valguseks konverteeriva luminestsentsmaterjaliga (Y. Diawara *et al.* ACA Reports 1998). Materjal võimaldab väga madala kiirgusdoosiga hetkega fikseerida röntgenpildi, see säästab nii masinat kui kahjulike kiirte vahelt läbi käijaid. Materjali kasutatakse kogu maailmas röntgenanalüüsil, isikute või esemete läbivalgustamisel, NASA poolt ka maailmaruumi uuringutes. Brukeri AXS (üks juhtivatest röntgensüsteemide firmadest)<sup>11</sup> poolt välja töötatud väikekaameraid kasutavad ka hambatehnikud. NASA röntgenteleskoop on viimastel aastatel maailmaruumi tumedatelt aladelt avastanud hulgaliselt kvasareid.

Vello Valdna esimene kokkupuude antud teadusteemaga algas siis, kui ta oli alles teise kursuse tudeng (aastal 1959) ning sai tööd Jüri Varvase loodud pooljuhtide laboris. Valdna osaks langes kõikvõimalikele õppejõududele aparatuuri ehitamine ja elektroonika remont – huvi elektroonika vastu oli juba tal noores eas. Ta tegeles paralleelselt mitme uurimisvaldkonnaga, üheks oli pooljuhtseadmed- või materjalid ja teiseks luminestsentsmaterjalid. Tehniline taip on Valdnal väga hea, ta oli edukas ka fotomodulaatori väljatöötamisel, selle müratase oli tuhat korda väiksem kui tollal füüsikud võimalikuks pidasid. Luminestsentsmaterjalidega, mis olid antud juhtumi puhul põhiline uurimisvaldkond, tegeles Valdna kogu aeg, kuid sihipärasemalt tegeles ta sellega alates ühe olulise koostööpartneriga tutvumisest.

Vello Valdna teadlase karjäärile maailmas pani aluse pääs E-MRS (*European Materials Research Society*)<sup>12</sup> konverentsile Strasbourgis 1995 a. Seejärel saatis Valdna oma ettekannete põhjal tehtud artiklid ajakirja *Journal of Crystal Growth*, need avaldati järgmisel aastal. Artiklid tekitasid huvi MIT-s (Massachusetts Institute of Technology) – Valdna sai emaili Brukeris

---

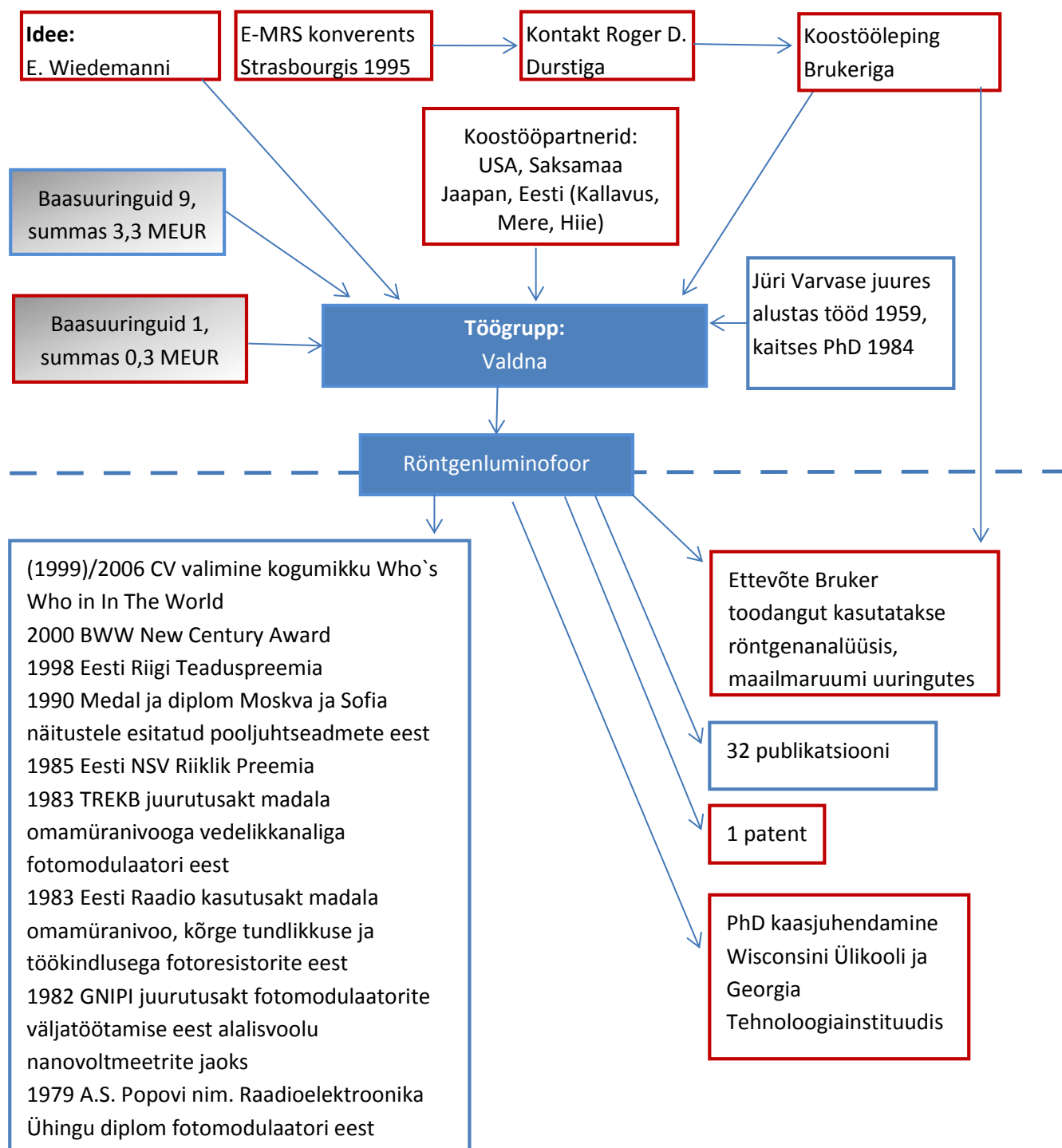
<sup>11</sup> Bruker kodulehekül <https://www.bruker.com/>

<sup>12</sup> *European Materials Research Society* kodulehekül <http://www.european-mrs.com/><sup>13</sup>  
US Patent #6,254,806 B1, 3. juuli, 2001.

töötavalt MIT aeronautika ja astronoomia haridusega füüsikult Roger D. Durstilt. Seejärel kutsuti ta ettekannet tegema Madisoni (USA) Brukeri juhtkonnale, mis viis koostöölepingu sõlmimiseni (1997-2002 koostööleping TTÜ ja Siemens/Bruker AXS, alates 2002 leping jätkus). Aastal 2001 sai Valdna koos Durstiga USA-s patendi<sup>13</sup> ning sama aasta novembris sai alguse Brukeri tellimusel röntgensüsteemide tootmine Atlantas PTCOE-s<sup>13</sup>.

---

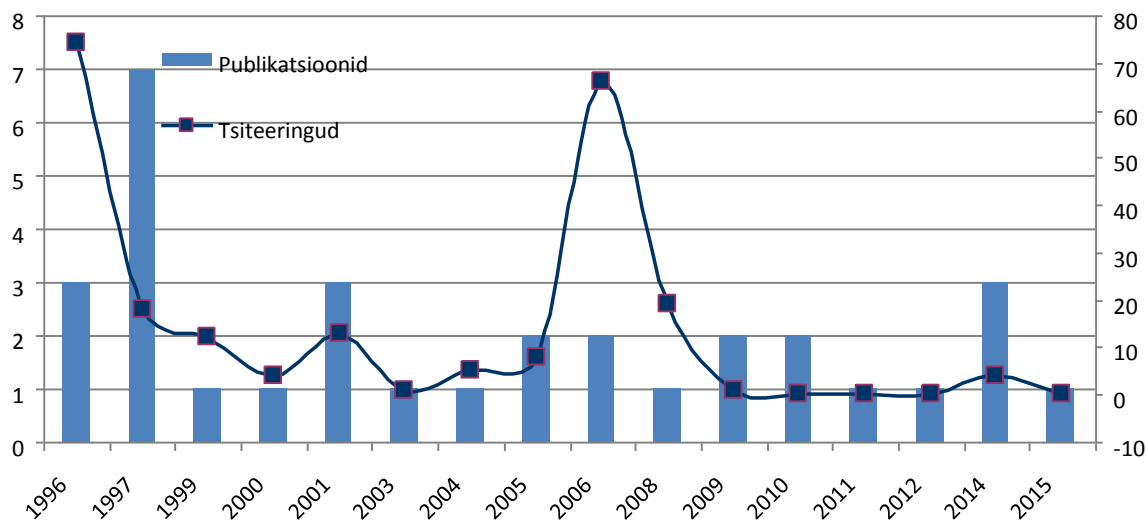
<sup>13</sup> *Phosphor Technology Center of Excellence* kodulehekül, <http://www.ptcoe.gatech.edu/>



**Joonis 23 Röntgenluminofoori juhtumi teadmuse allikate/koostöö ja levitamine** Allikas. Autorite koostatud

Alates Brukeri lepingu sõlmimisest hakkas lisaks materjali loojatele, Valdnale ja Durstile materjali uurima ka paljud teised teadlased ja uurimisgrupid. Materjali omaduste uurimisega ja selle baasil erinevate seadmete valmistamisega on seotud sajad inimesed USAs, Saksamaal ja

Jaapanis. Eestis moodustati esialgseteks uuringuteks töögrupi, kuhu kuulus lisaks Valdnale veel neli inimest. TTÜ Materjaliuuringute Keskuse tolleaegne juhataja professor Urve Kallavuse osaks oli jahvatatud lähtematerjalide uuringud elektronmikroskoobiga, mis võimaldas välja töötada lähtematerjalide optimaalse jahvatusrežiimi. Füüsik Arvo Mere aitas röntgenaparatuuriga, kus Valdna sai mõõta sünteesitud materjalide röntgentundlikkust. Keemikust Jaan Hiie on nõustanud Valdnat mitmetes küsimustes. Enn Mellikovi sidekeskust kasutati USAga suhtlemisel.

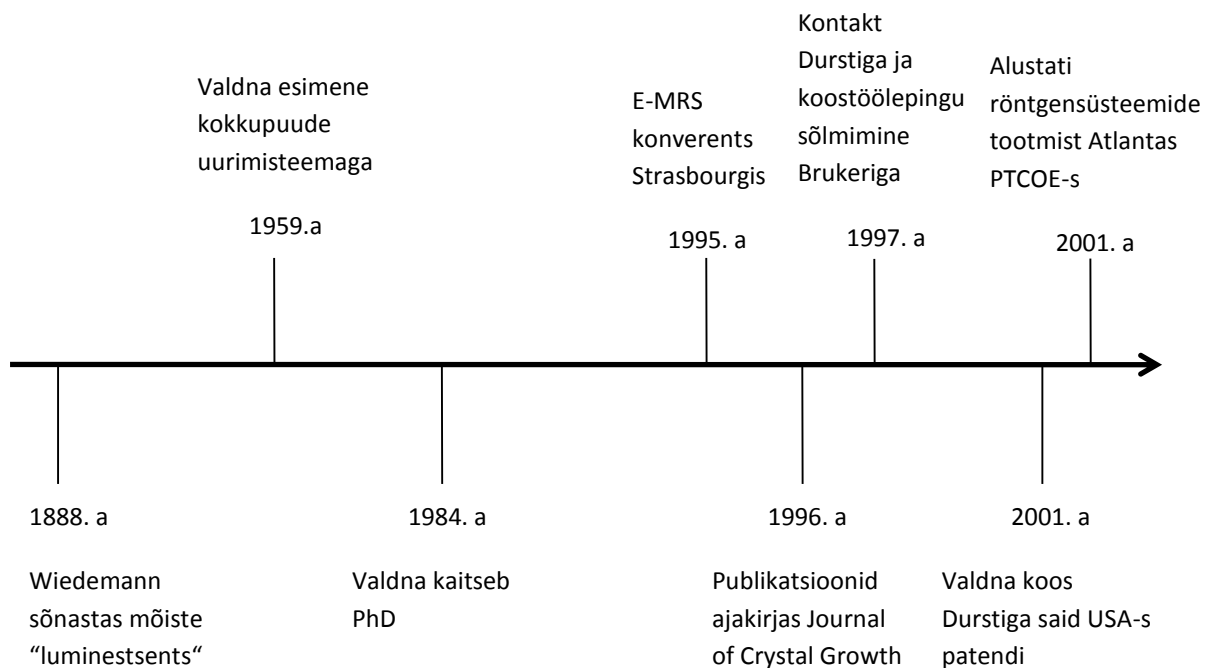


### Joonis 24 Röntgenluminofooriga seotud publikatsioonid (otseselt nimetuses) ja viited

Allikas: Autorite koostatud WoS andmete alusel

Vello Valdna rõhutas oma intervjuus, et leiutise kiire rakendamine on seotud väga hea ja sujuva koostööga Brukeriga. Esiteks patentidega tegelesid Brukeri advokaadid, kes koostasid taotlused ja tegid ära kogu vormistamisega seotud töö, Bruker tasus kõik patentide vormistamise ja hoidmisega seotud kulud. Koostöö USAga oli kokkuvõttes väga hea – neil oli väga hea tehniline võimekus, bürokraatia organiseerimise võime, usaldusväärsus, kokkulepetest kinnipidamine ning tugev finantstugi.

Antud materjali tootmise asukohaks kaaluti ka võimalust ehitada üles tootmisliin ka Eestisse. Aastatel 1999-2000 külastasid Eestit korduvalt USA partner, Brukeri president ja viitsepresident, kes üritasid materjali tootmiseks luua TTÜ juurde ühissettevõtet. Autor jätkas samal ajal uurimistööd ning valmistas tellijale materjali katsepartiit. Kuna Eestis ettevõtte loomiseks huvi puudus, siis otsustati tootmine käima panna USAs. Selleks valiti välja väga võimekas uus manager, kes Eestis autori käe all tegi läbi kogu tootmisprotsessi. Seejärel telliti uued seadmed ja koostati tootmisliin Atlanta PTCOE-s, nagu eelpool mainitud. Aastal 2001 läks tootmisliin autori juuresolekul tõrgeteta käima.



## Joonis 25 Röntgenluminofoori juhtumi ajatelg

Allikas: Autorite koostatud

Röntgenluminofoori loomise lugu näitab kätte Eesti tugivõrgustiku kitsaskohad, mis ei soodustanud või isegi takistasid materjaliga seotud uuringuid ja leiutise rakendatavust. Lisaks Vello Valdna intervjuule antud uuringu raames on ta ka probleemidest (seoses oma uurimistööga ja üldiselt teaduspoliitikaga) rääkinud Eesti Päevalehe kaudu, kus tuuakse oluliste takistustena välja järgmised tegurid (Eesti Päevaleht 2005):

- Kõrged tollimaksud teaduse tegemiseks ja tootmiseks vajaliku aparatuuri Eestisse toomiseks, lisaks tolli aeglane töö paberite vormistamisega;
- Eesti Innovatsioonifond keeldus röntgenluminofooride katselabori loomise toetamisest, pidades toote müügivõimalusi kahtlaseks;
- Laboriruumide organiseerimine TTÜ-s venis, ning lõplikult ei saavutatud tööks vajalike tingimusi;
- Välislepingutega seotud finantseerimistingimused ja ülikoolide kõrged maksud;
- Eesti teaduse väliskontrolli puudumine.

Röntgenluminofoori juhtumi puhul võib välja tuua järgmised soodustavad ja takistavad tegurid (intervjuu baasil) (Tabel 9):

## Tabel 9 Röntgenluminofoori rakendatavust mõjutavad tegurid

Toetavad tegurid (seoses leiutise valmimisega Tegurid, mis takistasid leiutise välja töötamist ja koostöös Brukeriga ja tootmisliini rajamisega tootmise alustamist Eestis Atlantasse)

#### Mitteformaalsed toetavad tegurid

- Mitteformaalsed suhted tarbijaga □ Partnerite vaheline soov suhelda
  - Usaldusväärsus partnerite vahel
  - Erinevad preemiad (rahalised, auhinnad, ka ühiskonna tunnustus jne)
- Tehnilist laadi takistused
- Eesti tolli bürokraatia

#### Formaalsed toetavad tegurid

- Põhjaliku ja selge dokumentatsiooni olemasolu
- Rakendusprojekti (-uuringu) loomine
- Toetavate tegevuste olemasolu (bürokraatiaga, organiseerimise jmt-ga seotud)

#### Regulatiivsed piirangud

Üldised, tehnoloogia, meeskonna ja keskkonnaga inimestega seotud takistused seotud tegurid

- Puudus Eesti riigipoolne toetus
- Toetav keskkond ülikooli sees (tehniline huvi võimekus, laborid) □ Eestil puudus leiutise vastu
- Ajakirjade, seminaride jmt kättesaadavus
- Piisavad ressursid arendustegevuse jaoks
- Riigipoolne toetus projekti läbiviimiseks
- Tehnoloogial on kasutaja jaoks väga oluline ja selge väärtus
- Projekti tugev eestvedamine
- Urimumeeskonna ja rakendaja suhted, rakendaja kaasamine varases faasis
- Juhttarbija identifitseerimine
- Meeskonna tahe otsida ja õppida (otsiv vaim)
- Tehnoloogia demonstreerimine kasutajatele
- Agressiivne turundustegevus
- Usk väljatöötatud tehnoloogia toimimisse

Allikas: Autorite koostatud

Ülikiire proovirotsioonitehnika arendamise juhtum on akadeemilise edukuse seisukohast vaieldamatult kõige edukamaks juhtumiks sellest uuringus. Samuti on töögrupp omanud teatavat edukust oma tehnoloogia müümisel – mõneteist andurit maailma erinevates teaduskeskustes on tõestuseks sellele. Samas näib, et vähene riiklik või TTÜ poolne tugi on raskendanud töögrupil veelgi edukamaks saamist. Sellele viitab töögrupi juhi poolt antud hinnang formaalsetele toetavatele teguritele – mitte ühtegi neist ei märgitud oluliseks. Juhtum



paistab silma ka selle poolest, et on ainus, kus preemia saanud töögrupp on tänaseks hetkeks lagunenu.

## 2.8. Mikroelektroonika testitarkvara Turbo Tester

Jaan Raik on arendanud välja kiibitööstuses kasutatava testitarkvara, mis aitab tuvastada defektseid kiipe. Kümmeaastat tagasi kasutasid Eestis antud tarkvara mitmed ettevõtted esotsas Eliko, Artec ja Elqoteq MPIga. (Forte 2007). Aastast 1997 hakati "Turbo Testrit"(edaspidi TT) levitama vabavara (*freeware*) litsentsi alusel ning tänaseks on paketi omandanud üle 300 välisülikooli ja firma 47st erinevast riigist. Tarkvara on installeeritud USA, Kanada, Suurbritannia, Prantsuse, Saksa, Rootsi, Iiri, Poola, Tšehhi, Slovakkia ja Ukraina ülikoolidele lisaks ka selliste maade nagu Malaisia, Hiina, Lõuna-Korea, Costa Rica, India ja Omaani instituutides. Tuntumatest ettevõtetest on paketi omandanud Austrian Microsystems (AMS), mis on Euroopa juhtivaid ränitehnoloogia projekteerijaid. (Lõpparuanne 2003)

Aastal 2007 Bernhard Schmidt preemia pälvinud töö „Mikroelektroonika testitarkvara Turbo Tester“ sai alguse Raimund Ubari uurimisgrupi tööst esialgse Turbo Testeri testitarkvaraga. Esialgse Turbo Testeriga hakkas Jaan Raik (lisaks ka Priidu Paomets) tegelema 1993. aastal. Aasta 1995 oktoobris koostas ta uue TT versiooni. Jaan Raik rõhutas, et preemiat pälvinud töös pole küll kasutatud ühtegi esialgse TT testitarkvara koodi, kuid sellega töötamine andis väärtusliku kogemuse järgmise versiooni loomiseks.

Tööd rahastasid sellised projektid nagu TEMPUS<sup>14</sup> ja ATSEC<sup>15</sup>. Lisaks rahastusele andsid need projektid töögrupile hea kogemuse ja sidemed lääne laboritega. Oluline verstaap oli ka Eurochipi (praeguse Europractice'i<sup>16</sup>) liikmeks saamine. Selle organisatsiooniga liitumine andis töögrupile kõik maailma juhtivad kiipide väljatöötamiseks mõeldud CAD programmid. Antud litsentside väärtust hindas Raimund Ubar 50 miljonile kroonile (3,2 miljonit eurot)<sup>17</sup>, kuid ülikoolid said selle sisuliselt tasuta. See innustas Jaan Raiki veelgi enam teemaga tegelema ja teadustöös edasi liikuma.

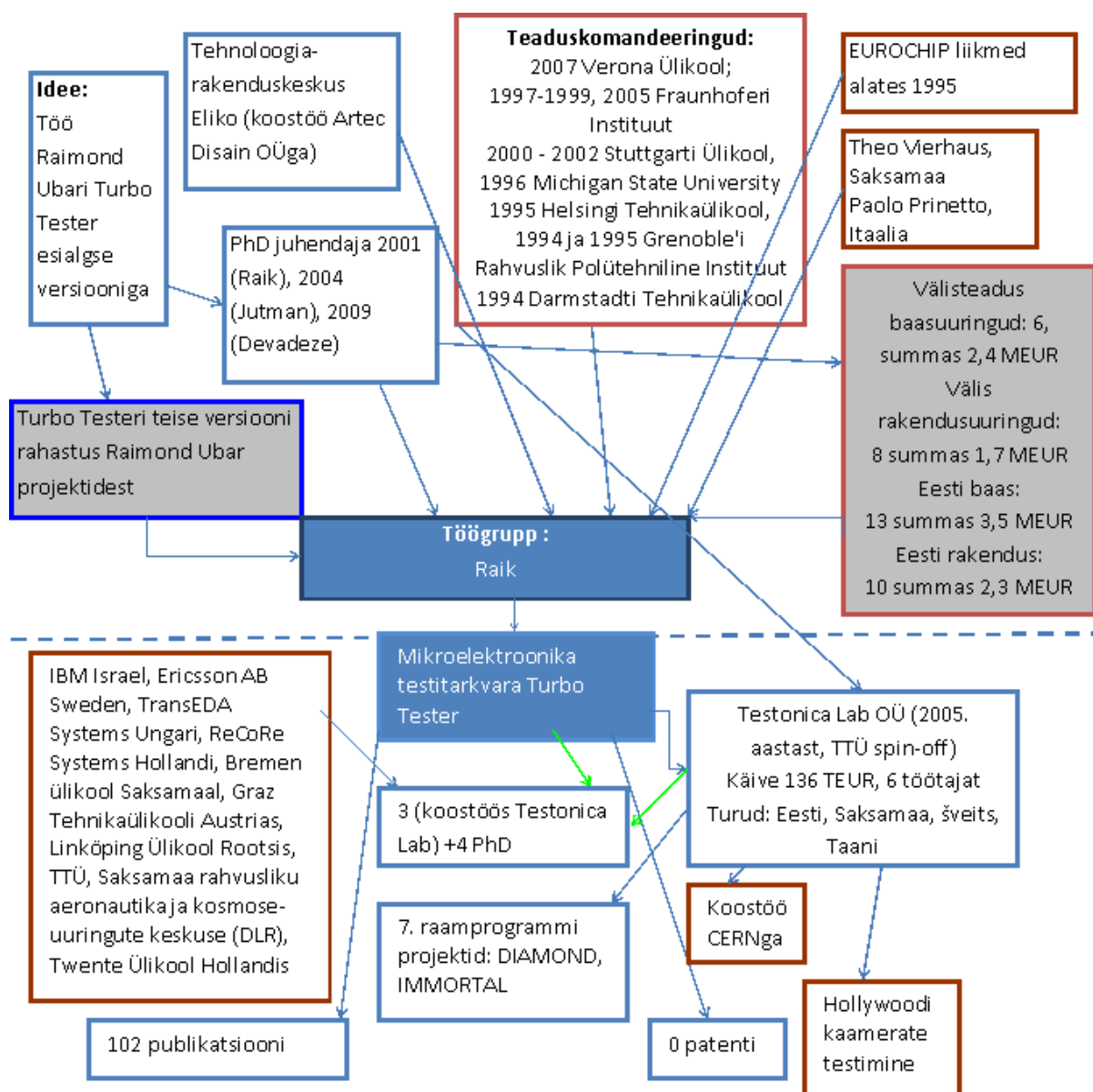
---

<sup>14</sup> Projektist TEMPUS. Digital System Design Based on PLD-Technology, TEMPUS JEP (1993 - 1995)  
[http://pld.ttu.ee/~raiub/my\\_projects.htm](http://pld.ttu.ee/~raiub/my_projects.htm)

<sup>15</sup> Projektist ATSEC. ATSEC (ESPRIT III BRA-6575 ATSEC Advanced Test Generation and Testable Design Methodology for Sequential Circuits (1994-1996)

<sup>16</sup> Europractice (endine Eurochip) <http://www.europractice-ic.com/>

<sup>17</sup> Ubar, Raimund-Johannes (1999). Elektroonikatööstuse 50 miljonit. Luup, 1, 23 - 25.

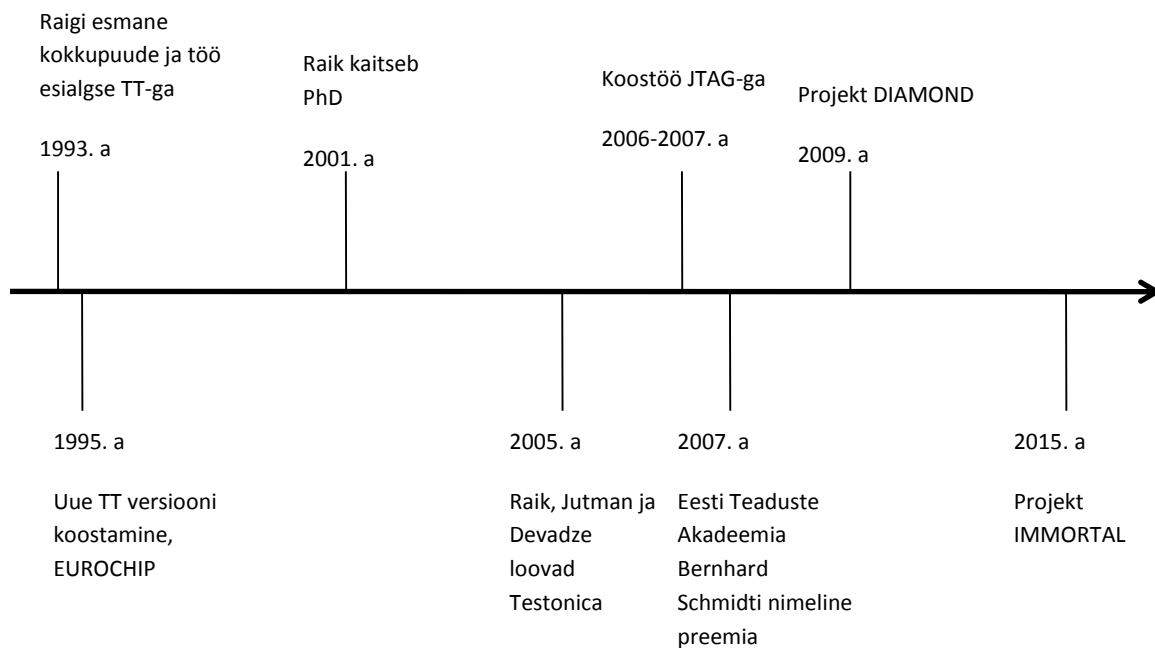


## Joonis 26 Mikroelektronika testitarkvara Turbo Tester juhtumi teadmuse allikate/koostöö ja levitamine Allikas: Autorite koostatud

Aastal 2005 löid Raimond Ubari juhendatud doktorid ja doktorandid esotsas Artur Jutmani ja Sergei Devadzega ülikooli spinn-offina ettevõtte nimega Testonica LAB OÜ. Aasta hiljem liitus omanikeringiga ka Jaan Raik. Kuna Testonica ei olnud veel oma toodet, siis arvati, et selleks võiks saada TTÜ. Edasine näitas aga, et kiipide testimise asemel oli otstarbekam leida nišš trükkplaatide testi valdkonnas.

Testonica algusloos – aastani 2007 – on oluline rõhutada seda, et suudeti leida õige partner, kellega koostöö teha. Investorite otsimine omamata korraliku võrgustiku tundus ebaotstarbekas. Paljud väikesed spin-offid aga lähevad seda teed ning lõpuks saavad aru, et teadusmaailmast on väga raske

oma ideed turustada. Testonica juhid löid lähedased sidemed Saksamaa firmaga Göpel, kes on üks kolmest suurimast testritootjast maailmas. Nemad nägid Testonicas tehnoloogia väljatootajat. Samuti pakub Testonica oma teenuseid Skandinaavias ja Baltikumis, mistõttu võib öelda, et on üks osa suurfirmade ökosüsteemist – lahendatakse neid probleeme, mis jäävad oma piirkonda (tootmisliinide tõrked, testprogrammide täiustamine) – samas on olemas müügiinimesed Saksamaalt ja Skandinaavias, kes müüvad testreid ja tarkvara ning kasutavad vajadusel Testonica kompetentsi.



## Joonis 27 TurboTesteri juhtumi ajatelg Allikas:

Autorite koostatud

Võib öelda, et TT testitarkvara leidis oma niši teaduses. TT on unikaalne, sest teist sellist terviklikku testiprogrammide komplekti maailmas tänaseni pole. Teistes ülikoolides kasutatakse eraldiseisvaid programme, mis on sisuliselt TT alamfunktsioonid. Samuti ei võimalda ükski akadeemiline testiprogramm testida kommertsformaate (TT puhul EDIF formaat).

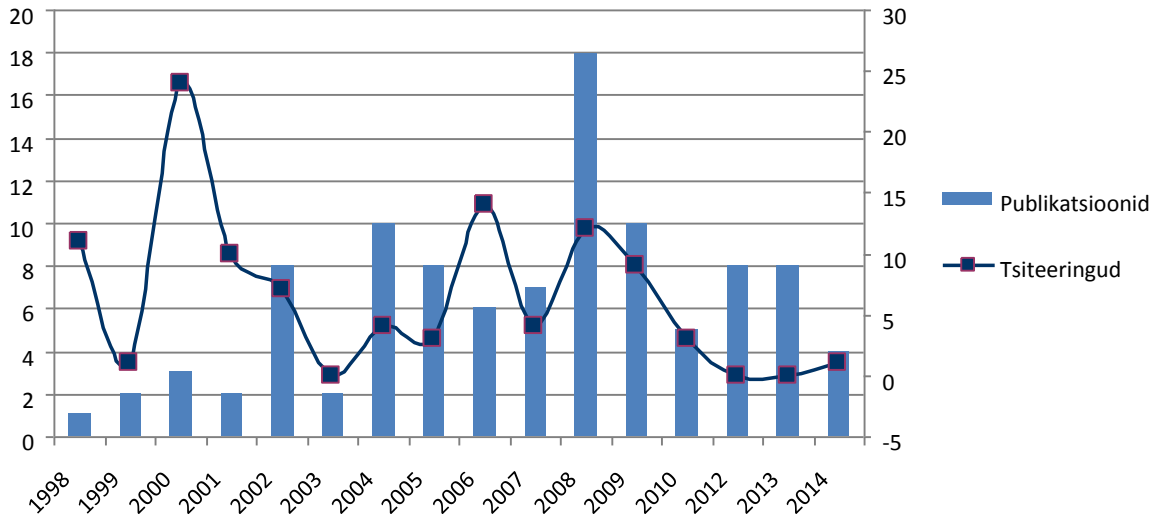
Ülikooli spin-off ettevõttel Testonica ja TTÜ-l on jätkuvalt palju koostööd – juhendatakse koos doktorante, ülikool saab vajaliku info ettevõtluses toimuvast ning Testonica saab omakorda kasutada akadeemilist võrgustikku.

Ülikooli ja Testonica vahel toimib edukas koostöö erinevate projektide näol: Euroopa Liidu 7. Raamprogrammi projektid DIAMOND<sup>18</sup> ja BASTION, EL Horisont2020 projekt IMMORTAL<sup>19</sup>, IKTP

<sup>18</sup> Projektist DIAMOND <https://www.etis.ee/portaal/projektiAndmed.aspx?VID=c30d2ff2-c7b0-4ca4-a697https://www.etis.ee/portaal/projektiAndmed.aspx?VID=c30d2ff2-c7b0-4ca4-a697-f185b95a58e6&PersonVID=37497&lang=et&FromUrl0=isikuProjektid.aspxf185b95a58e6&PersonVID=37497&lang=et&FromUrl0=isikuProjektid.aspx> <http://www.invent.ee/slide/teadusasutusele/referentsid/diamond>

<sup>19</sup> Projektist IMMORTAL <http://novaator.err.ee/v/tehnika/1a068bdd-561f-4811-a2cb-87e1b3d0afebhttps://www.etis.ee/portaal/projektiAndmed.aspx?VID=4b6e6733-a521-49ce-847ahttps://www.etis.ee/portaal/projektiAndmed.aspx?VID=4b6e6733-a521-49ce-847a-46d5eed2d916&PersonVID=37497&lang=et&FromUrl0=isikuProjektid.aspx46d5eed2d916&PersonVID=37497&lang=et&FromUrl0=isikuProjektid.aspx>

alusuuring FUSETEST ning EAS eeluuringud. Ühed märkimisväärsamad projektid on IMMORTAL ja DIAMOND. Projekti DIAMOND abil saadi heaks koostööpartneriks IBMi ja Ericssoni Rootsis. Projekt IMMORTAL oli esimene Eesti koordineeritav (Jaan Raigi poolt koostatud ja koordineeritud) IKT valdkonna projekt, mis oli rahastatud Horizonsi poolt. Horizoni rahastust on väga raske saada, konkurents on tihe, samas on nende projektide tegemine väga kasulik. Horizonsi tingimuseks on näiteks see, et projekti peab osalema kaasatud ka (suur)ettevõtted (antud projektis IBM-i, Testonica Lab, Hollandi firma Recore). Tänu ettevõtetele saab ülikool omakorda teada, mis tehnoloogiaid parajasti arendatakse, selle abil saab teada, mis uurimisteed ja probleemid on tänapäeval aktuaalsed.



**Joonis 28 Turbo Testeriga seotud publikatsioonid ja viited** Allikas:

Autorite koostatud WoS andmete alusel

Lisaks eelnevatele europrojektidele<sup>20</sup> on Jaan Raik (alates 2012. aastast professor) viinud kaitsmiseni 7 doktoranti, lisaks kolm on kaitsmiseni jõudmas. Lisaks on ta institutsionaalse uurimistoetuse teema juht, IKT avatud programmi alussuuringu juht, samuti mitme konverentsi juhtkomitee või programikomitee liige, mitmete ajakirjade retsensent (kokku ligi 100 retsensiooni aastas), IEEE konverentsi DDECS üldjuht 2012, ja programmikomitee juht 2015, konverentsi European Test Symposium kohaliku korralduskomitee juht 2005 ning on konverentsi IEEE/IFIP VLSI-SoC 2016 üldjuht.

See näitab, et peale preemia saamist on Jaan Raik edukalt liikunud rohkem teaduse suunas, kuid TT-d rakendusena kasutatakse uute teadusprojektide juures endiselt.

TT juhtumi puhul võib välja tuua järgmised soodustavad ja takistavad tegurid (intervjuu baasil) (Tabel 9):

<sup>20</sup> Jaan Raigi projektide täielik nimekiri

<https://www.etis.ee/portaal/isikuProjektid.aspx?PersonVID=37497&lang=et>

**Tabel 10 Turbo Testeri rakendatavust mõjutavad tegurid**

Toetavad tegurid	Takistavad tegurid
<b>Mitteformaalsed toetavad tegurid</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Mitteformaalsed toetavad tegurid</b> Tehnilist laadi takistused</li> <li>• <b>Mitteformaalsed suhted tarbijaga</b> □ Eesti tolli bürokraatia</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Meeskonna pikaajaline koostöö</b></li> <li>• <b>Partnerite vaheline soov suhelda</b></li> <li>• <b>Usaldusväärsus partnerite vahel</b></li> </ul>	
<b>Formaalsed toetavad tegurid</b>	
□ <b>Rakendusprojekti (-uuringu) loomine</b>	Regulatiivsed piirangud
<b>Üldised, tehnoloogia, meeskonna ja seotud tegurid</b>	
Inimestega seotud takistused <b>keskkonnaga seotud tegurid</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Toetav keskkond ülikooli sees (tehniline võimekus, laborid)</b></li> <li>• <b>Ajakirjade, seminaride jmt kättesaadavus</b></li> <li>• <b>Piisavad ressursid arendustegevuse jaoks</b></li> <li>• <b>Projekti tugev eestvedamine</b></li> <li>• <b>Riigipoolne toetus (EAS)</b></li> <li>• <b>Tehnoloogial on kasutaja jaoks väga oluline ja selge väärtus</b></li> <li>• <b>Uurimismeeskonna ja rakendaja suhted</b></li> <li>• <b>Tehnoloogia demonstreerimine kasutajatele</b></li> <li>• <b>Usk väljatöötatud tehnoloogia toimimisse</b></li> <li>• <b>Uurimismeeskonna ja rakendaja suhted, rakendaja kaasamine varases faasis</b></li> <li>• <b>Meeskonna tahe otsida ja õppida</b></li> </ul>	

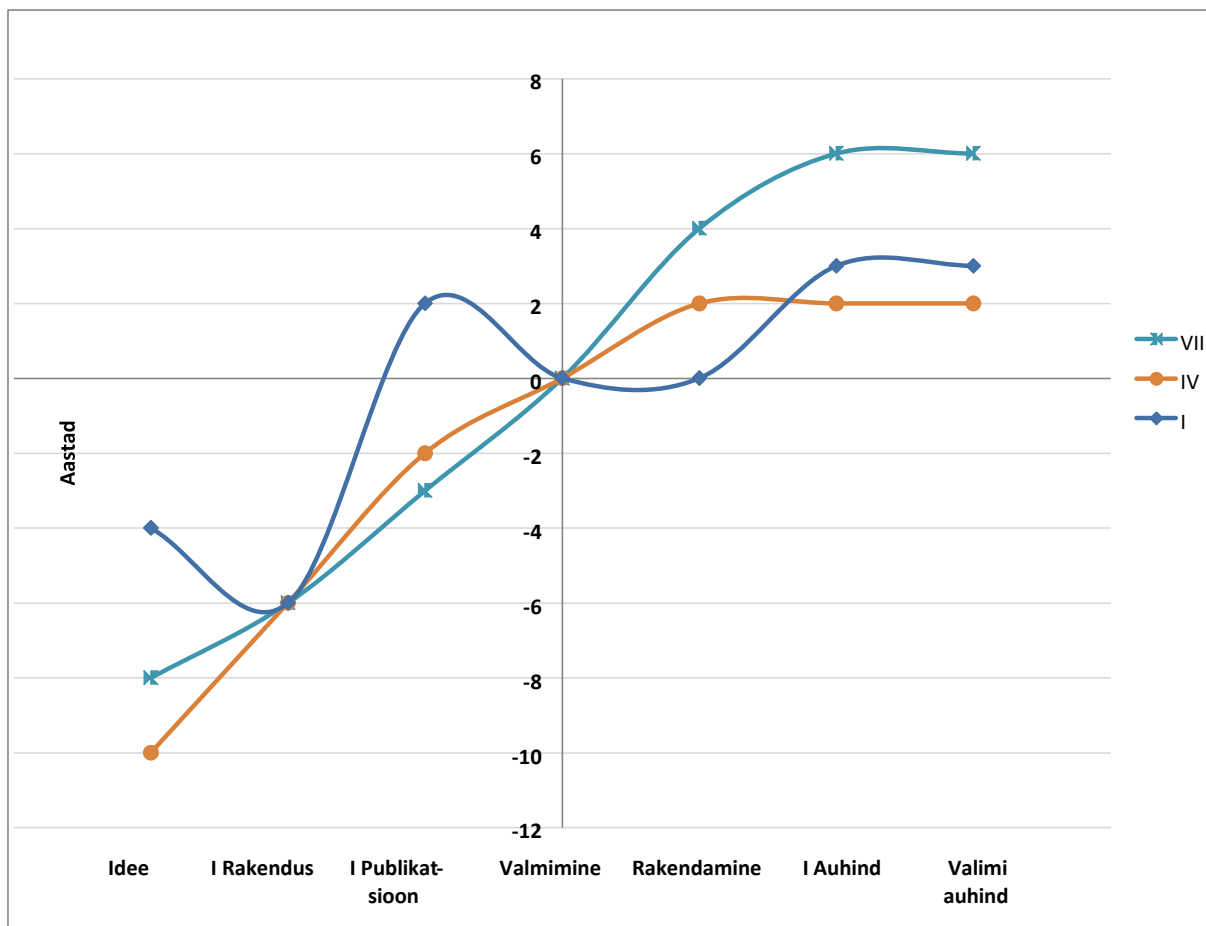
Allikas: Autorite koostatud

Röntgenluminofoori juhtumit teeb eriliseks see, et Eestist pärit teadlasel oli võimalik oma teadmiste ja oskustega anda reaalse panuse maailma juhtiva röntgensüsteemide tootja toodangu valmistamisse. See juhtum on näide nõudluspoolsest innovatsioonist, mis teeb aga olukorda erilisemaks on see, et lumiessentsmaterjalide tippteadmus oli pärit Eestist aga nõudluspool ettevõtluses oli USA-s. Reaalse tootmiseni jõuti siis, kui Valdna sai lepingu Brukeriga, mille abil sai ta tegeleda spetsiifilise ülesande lahendamise, mis viis patendi ja tootmisliini avamisega. Juhtumi negatiivse poole pealt võib öelda,

et tegemist võib olla ühe potentsiaalselt suurima rakendatavusega Eestist pärit teadmusega, mida aga Eesti siseselt ei toetatud.

## **2.9. Juhtumite süntees ja võimalused teadustöö rakendatavuse tõstmiseks premeeritud tehnoloogiaid hõlmavates innovatsioonisüsteemides**

Valimisse kuulunud teaduspreemiad on välja antud mõneti erinevates kontekstides: kolm neist on noorteadlase preemiad ja viis on saanud teaduspreemia (sh ka elutöö preemia). Seetõttu on teadlaste (teadusgruppide) tegevuse ajaline dimensioon väga erinev. Samas on noorteadlaste preemia teadusgruppides esindatud ka vanemad teadlased ning vastupidi. Kahes juhtumis tulid esile perekondlikud sidemed (isa-poeg), mistõttu esimene kokkupuude tehnoloogiaga tuli isa kaudu ja võib olla ka, et märkimisväärselt varem, kui see tavatingimustes olnuks võimalik. Samuti algas neist ühel juhul tehnoloogia rakendamine väga vara – juba siis, kui uurimisgrupi juht oli 22 aastane. See on üks oluline aspekt, mida arvestada tulemuste tõlgendamisel, sest tegemist on mõneti ebahariliku mustriga ajatelgedel vaadatuna (vt [Joonis 29](#) juhtum I). Üks võimalik järeldus on, et vanemate kolleegide abil võib esile tuua noori andekaid teadlasi ja kiirendada nende tulemuste saavutamist.



### Joonis 29 Bernhard Schmidt'i teaduspreemiate juhtumite ajateljed võrdluses

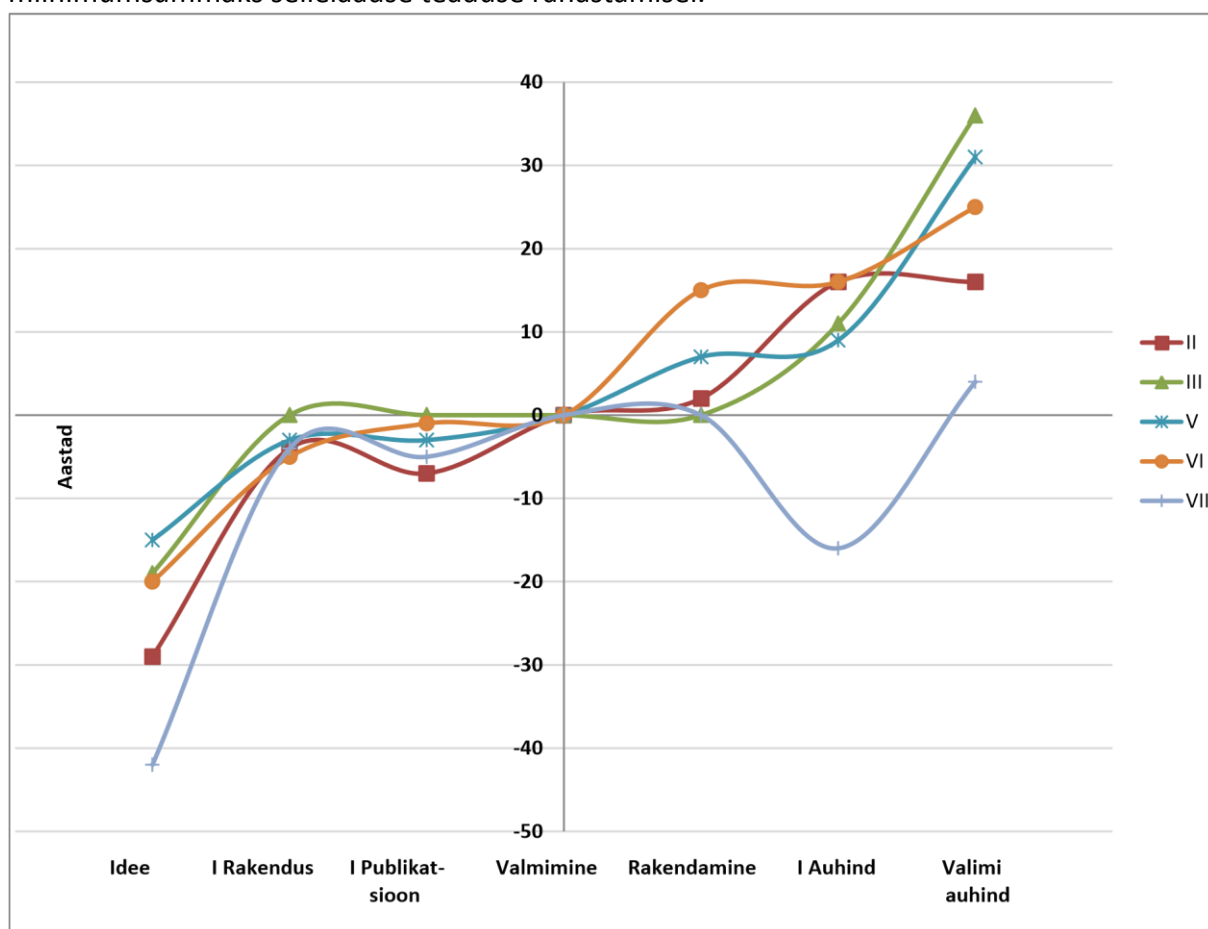
Märkus: Joonisel on 0-punktiks projekti valmimine (lepingu või publikatsiooni alusel otsustatuna) ning sellele eelnenud („-“ märgiga) ja järgnenud („+“ märgiga) protsessi etapid

Jooniselt võib näha, et noorteadlaste preemia puhul toimus esimene kokkupuude ideega 410 aastat enne premeeritud tehnoloogia valmimist/avaldamist<sup>21</sup>. Esimene publikatsioon valmis kahe juhtumi puhul 2-3 aastat enne tehnoloogiat, kuid I juhtumi puhul 2 aastat hiljem. Seejuures on oluline märkida, et nimetatud juhtum ei ole ka väga publikatsioonidele orienteeritud – juhtumil on märkimisväärselt vähem publikatsioone võrreldes teistega, kuid seevastu kõige suurem patentide hulk.

Kõige huvitavam on asjaolu, et kõigi noorteadlaste juhtumite puhul toimus esimene idee rakendamine 6 aastat enne tehnoloogia valmimist. Kui I juhtumi puhul rakendati seadet kohe, siis teiste juhtumite puhul võttis tehnoloogia edasine rakendamine lepingutena aega 2 ja 4 aastat. Bernhard Schmidt'i auhind, mis oli ka kõigi juhtumite puhul esimeseks tunnustuseks, saadi 2, 3 ja 6 aastat pärast tehnoloogia valmimist.

<sup>21</sup> Siinkohal lugesime valmimise aastaks kas konkreetse seadme, tehnoloogia või ka publikatsiooni valmimist.

Noorteadlaste puhul võttis kogu protsess antud tehnoloogiate puhul aega 9-14 aastat, mis on kaugelt rohkem kui tavapärase rahastamise meetmete pikkus. Kõik noorteadlaste juhtumid toetuvad märkimisväärselt Eesti baasteaduse toetusmeetmetele (Sihtfin/IUT ja ETF/PUT), nt juhtumiga I oli seotud 15 lepingut summas 5,8 miljonit eurot; juhtumiga IV 8 lepingut summas 1,3 miljonit eurot; VIII juhtumil oli 13 baasteaduse granti summas 3,5 miljonit eurot. Lisaks olid kõigil juhtumitel kõrval rakenduslepingud: väiksemas mahus I juhtumil, ning märkimisväärses mahus juhtumil VIII (etteruttavalt võib öelda, et ühelgi EV teaduspreemia laureaat- või nomineeritud projektil ei olnud nii märkimisväärselt teaduslepingute hulka kui juhtumil VIII). Kõigi uurimisgruppide keskmiseks aastaseks uurimistoetuseks tuleb ca 0,7-1 miljonit eurot (üle kogu perioodi, arvestades meetmete avanemist 1998. aastal), mida võib pidada miinimumsummaks sellelaadse teaduse rahastamisel.



### Joonis 30 EV teaduspreemiate juhtumite ajateljed võrdluses

Märkus: Joonisel on 0-punktiks projekti valmimine (lepingu või publikatsiooni alusel otsustatuna) ning sellele eelnenud („-“ märgiga) ja järgnenud („+“ märgiga) protsessi etapid EV teaduspreemiate juhtumeid uurides selgub, et nende tsüklid on oluliselt pikemad, ulatudes 45-55 aastani. Esimene kokkupuude konkreetse tehnoloogia/teaduse ideega toimus vahemikus 10-42 aastat enne valmimist, kusjuures konkreetne esimene publikatsioon ja samuti esmakordne rakendamine koondus kõigil 1 ja 7 valmimiseelse aasta vahele. Hilisem rakendamine toimus 6-15 aastat peale tehnoloogia valmimist ning I auhind saadi 3-16 aasta



vahel. Valimi jaoks oluline EV teaduspreemia (või nominatsioon) saadi alles 4-36 aastat pärast tehnoloogia valmimist/avaldamist. Tuleb märkida, et alla 16 aasta sündis see vaid juhtumi nr VII puhul, mis on siinkohal erandlik seetõttu, et osa tehnoloogiast sai auhinna veel NSVL ajal (ehk võib öelda, et mõneti idee faasis) ning selle juhtumi puhul tehnoloogia kiire areng toimus pärast seda, kui tehnoloogiale leiti konkreetne tarbija/kasutaja, kellega koos ka tehnoloogiat edasi arendati/patenteeriti.

Sarnaselt noorteadlaste premeeritud projektidega on ka kõigi nende juhtumite finantseerimine toimunud suuresti läbi Eesti baasteaduse meetmete. Eesti baasteaduse grante on juhtumitel vahemikus 2-9, kogusummaga 0.3-5.8 miljoni euroni. Siin ei ole aastast summat mõtet arvutada, kuna väga suur osa projektist viidi läbi ajal, mil eelnimetatud meetmed ei eksisteerinud.

Võttes kokku projektide ajalist määdet, tuleb tõdeda, et uuendusliku tehnoloogia loomine võtab aega minimaalselt 4-8 aastat, kuid enamik tehnoloogiaid vajab siiski palju pikemat õppimis- ja realiseerimisperioodi. Hilisem tehnoloogia „testimine“ rakenduses ja selle tehnoloogia „edukuse“ hindamine (premeerimine) toimub kõige varem 2-3 aasta pärast, kuid enamasti samuti palju hiljem. Nende juhtumite puhul on kõige lühemad vahemikud seotud IKT arendustega, mis tulenevalt tehnoloogia kiirest arengust on ka loomulik. Rohkem baasteaduslike tehnoloogiate (seadmete, tehnikate, aparatuuri) loomine võtab märkimisväärselt kauem aega. Mitu teadlast nägid selle perioodi jooksul vajadust nn „vaba rahastuse“ jaoks, mis võimaldanuks seesuguseid tehnoloogiaid välja töötada ilma projekte taotlemata/kirjutamata.

*„Tegelikult võibki öelda nii, et meie praegune tehniline külg, kõik moodne elu, see on 99% või rohkem see baseerub nendest avastusest, mis on tehtud täiesti sõltumatult praktilistest uuringutest, mille tegijad olid täiesti vabad teha ja uurida seda, mis neile tundus huvitav. Kui nüüd rääkida teaduse seisukohalt ja praktilise rakendamise seisukohalt, siis üks on nii-öelda tavateaduse finantseerimine ja teine on vabateaduse finantseerimine. Kui seda teist ei oleks, et pead tegema mingisugust granditaotlust, kus peab ette kirjutama, et mida sa kavatsed saada, kui ainult seda tehakse, siis mingeid arenguid tegelikult ei oleks. Kogu areng tuleb sellest vabast teadusest.“*

Ajaline aspekt mõjutab ka teadlaste seoste tihedust teiste riikide innovatsioonisüsteemidega (endine Nõukogude Liit vs Lääneriigid). Kaheksast juhtumist kuue puhul tõid intervjueeritavad välja kas Eesti NSV-s eksisteerinud teadusasutusi (eelkõige Teaduste Akadeemia instituudid), või ka nt Leningradi ja Moskva instituute ja ülikoole. Küllalt sageli oli Venemaa teadusasutusel väga oluline roll teadusteema tõukeimpulsina, olgu siis juhendaja, aparaadikomplekti või ka baasteadmiste (loengute, seminaride) andmise kaudu. Võib öelda, et kaks juhtumit baseerusid rohkem Venemaa või ENSV taustal ja osutusid väga edukaks kas teaduses või rakenduses just seetõttu, et ei järginud nn peavoolu teadust.

*„Teadus areneb koolkondade ja paradigmade kaupa, ja kui näiteks üks paradigma hakkab levima, siis kohe kõik jooksevad selle järgi nagu lambakari. Aga kuna meie olime Nõukogude Liidus, ja Eestis, keegi ei teadnud, mis asi see on ja ega keegi meie järgi jooksma ei hakka.“*

Ülejäänud juhtumite puhul on olulist rolli mänginud Lääneriigid ja seda nii Euroopas kui ka mujal (USA, Jaapan). Euroopa riikidest domineerivad Põhjamaad (Rootsi, Norra), Saksamaa, Prantsusmaa, Šveits. Need partnerid olid väga olulised nii erinevate teadmiste hankimise kui sama valdkonna inimestega arutlemise kohaks.

*„Mida see kogemus andis, oli võib-olla see, et samal ajal ma osalesin ühes EU projektis, ma olin siis TTÜ poolne juht, ma ei koordineerinud seda, kogu see kogemus andis seda, et kuidas genereerida uusi ideid uute teadusprojektide jaoks, mis vaatavad ajas ette.“*

Aspektid, mida mõlema teaduspreemia andmisel (ja preemiat mittesaanute puhul ka preemiale esitamise puhul) arvestati, olid üldjoontes sarnased:

- Teaduslik saavutus (avastus, innovaatiline toode, saavutused arendustegevuses) □
- Sotsiaal-majanduslik mõju/levik.

Käesoleva raporti autorid ei keskendunud küsimusele, missugune neist auhinna saanud/nomineeritud tehnoloogiatest on teaduse mõttes kõrgema taseme või suurema mõjuga, kuna selleks puuduvad objektiivsed alused ja ka uurimisgrupi kompetents. Siinkohal eeldame, et kõik valmisse saanud juhtumid on väga tugevad teaduslikud saavutused.

Samas võib juhtumiuuringuid analüüsides näha, et teine aspekt ei pruugi olla kõigi preemiate puhul ühtviisi tugev, samuti ei olnud rakenduslikkus ka mitmete (et mitte öelda enamike) projektide otseseks eesmärgiks.

*„Me teadmisi saab kindlalt seal rakendada, selles pole kahtlust, aga mina pole see rakendaja olnud. Ma olen selline tegelane, kes ei ole üritanud midagi kasulikku teha. Ma olen koguaeg üritanud asjadest aru saada, aga sellega piirdungi. Ma olen teaduse ülesandeks lugeda mõistmist ja kui see on tehtud, küll siis ka tegijaid leidub.“*

Seetõttu oli ka intervjueeritud teadlaste rõhuasetus erinev – mõned pidasid olulisemaks tehnoloogia rakenduslikkust, teised jällegi rohkem teadusmõtte arengut, viiteid jmt. Ka auhinnatud teadusprojektid olid väga erinevad ja ulatusid aparaatidest ja tarkvarast uute teooriateni, mis väljendusid eelkõige publikatsioonides.

Võib julgelt väita, et juhtumid I, III, V ja VI järgivad rohkem pakkumispoolset lineaarset innovatsioonimudelit. Miks lineaarset? Vastus peitub asjaolus, et praktiliselt ühelgi juhul ei mainitud olulise panustajana ühtki Eesti innovatsioonisüsteemi toetavat

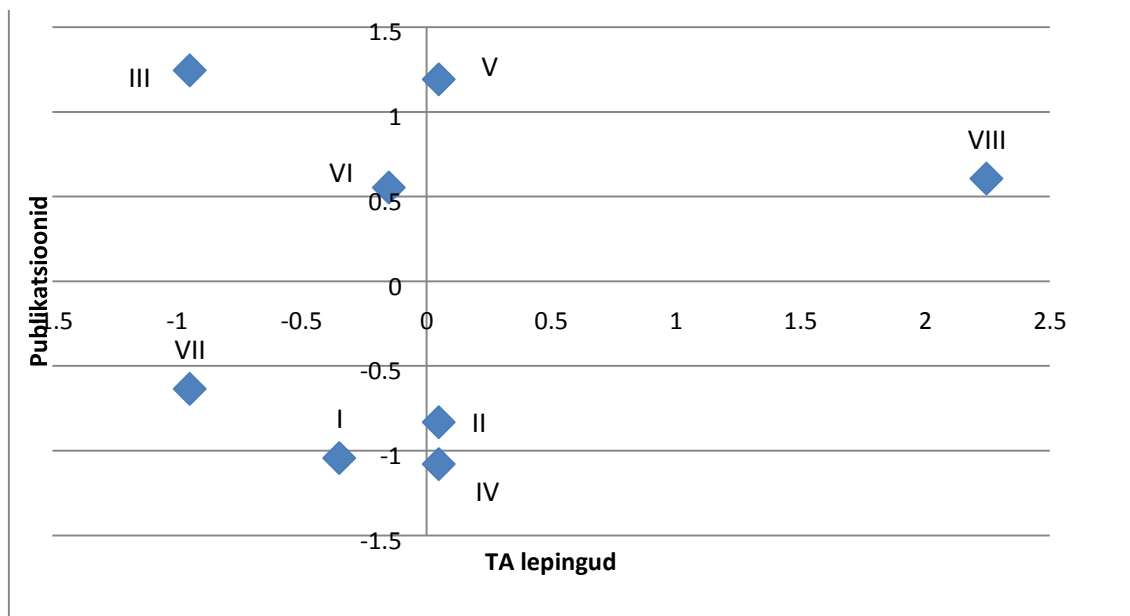
institutsiooni/asutust/allüksust. Põhimõtteliselt on kõigi rakendamispüüdluste taga neil juhtumitel olnud teadlased ise (nii teistest riikidest kui üksikteadlased Eestist).

*„Ma tegin selle töö valmis üksi. Ma olin (X aadressil) veel, üksi seal katusekambris. Ma tegin pikki päevi, vahest üle kesköö. Ööbisin mõnikord seal. Lükkasin kõik muud tööd kõrvale, mitte midagi muud ei teinud. 7 pikka päeva nädalas, aastaga oli see asi valmis.“*

Juhtumid II, VII, VIII on nõudluse domineeritud ehk turu-tõmbe mudeli järgi toimunud (samuti küllalt lineaarsena) ning IV puhul on tegemist mõlema kombinatsiooniga. Viimast võiks pidada ideaalmudeliks, kuid ka see toetub pigem üksikisikute initsiatiivile kui süsteemsele arendustegevusele. Samas peavad teadlased olulisemaks võrgustike tähtsust just ideede genereerimise ja rakenduste osas.

*„Tegelikult olid meil kõik andmed käes ja oli vaja ainult mõelda, mida need andmed tähendavad, selle juurde kuulub mõõtmine ja kontrollimine, koostöö teiste teadlastega, see on tüüpiline tänapäevateadus. Üksi kännu otsas sa ei saa, peavad olema pidevad sidemed ja kontaktid, nendest kontaktidest saad ideid, mis teine inimene ei tule selle peale, et see mida ta ütles on sulle oluline.“*

Kui vaadata juhtumite orienteeritust publitseerimisele, mis võiks peegeldada baasteaduslikku orientatsiooni, võrreldes orienteeritusega TA lepingutele ehk rakenduslikkusele, siis [Joonis 31](#) näitab, et juhtum VIII on mõlemas suhteliselt edukas, kuid selgelt domineerib rakenduslikkus. Rohkem baasteaduse poole suunaga on III, V ja VI, mis on nn pakkumisoolsed mudelid. II ja IV puhul domineerib samuti rakenduslikkus. Juhtum VII, mille puhul juhtumi analüüsist paistis märkimisväärne rakenduslikkus, on nende indikaatorite alusel justkui ebasobivas kohas. Põhjus on asjaolus, et selle juhtumi puhul domineeris rakendajana üks suurettevõte, kuid joonisel toodud indikaator (TA lepingute hulk) mõõdab pigem rakenduslikkuse ulatust (erinevate lepingute olemasolu).



**Joonis 31 Juhtumite keskmine orienteeritus publikatsioonide vs TA lepingute suhtes** Allikas: Autorite koostatud juhtumiuuringute alusel

Rakenduslikkuse ulatus (erinevate partnerite olemasolu) on oluline riskide maandamiseks – puhuks kui midagi juhtub partneriga (juhtum I) või lihtsalt rakendus ei osutu selle partneri kaudu edukaks.

*„Kui ma selle preemia sain, oli meil tõsine plaan ettevõttega X edasi minna ja kommertsialiseerida need tooted, aga tegelikkus läks aga teisiti, see oli teadlase naiivne arvamus, et milline see turg on, loodetakse üht aga tegelikkus läks teist liini pidi.“*

Olulisena toodi välja publitseerimise vajadust kui vahendit saamaks välislepingute jaoks vajalikke kontakte, sest ettevõtted jälgivad oma tehnoloogiavaldkondade publikatsioone või on seal omakorda vahendajateks teised teadlased. Eelkõige peetaksegi publitseerimist vajalikuks nähtavuse loomiseks. Küsimusele, kuidas ettevõtte poolt leiti tee teadusrühmani, vastas intervjuueritav:

*„Tänu publitseerimisele. Kui teadlane midagi teeb, siis ta peab saama publitseerida. Muidu ei tea keegi tulla siis kuskilt väikeriigi ülikoolist midagi otsima. Aga kui see on maailmas avaldatud, siis on teine lugu.“*

Üks kanal, mida kasutati pooltel juhtumitest, on spin-off ettevõtete loomine. Meie need enamasti suhteliselt väikesteks ja teadlaste endi juhitud ettevõteteks ning nende edukuseks peetaksegi pigem innovatsiooni ökosüsteemi parandamist uute osalejate juurdetoomise kaudu kui ärilist edukust.

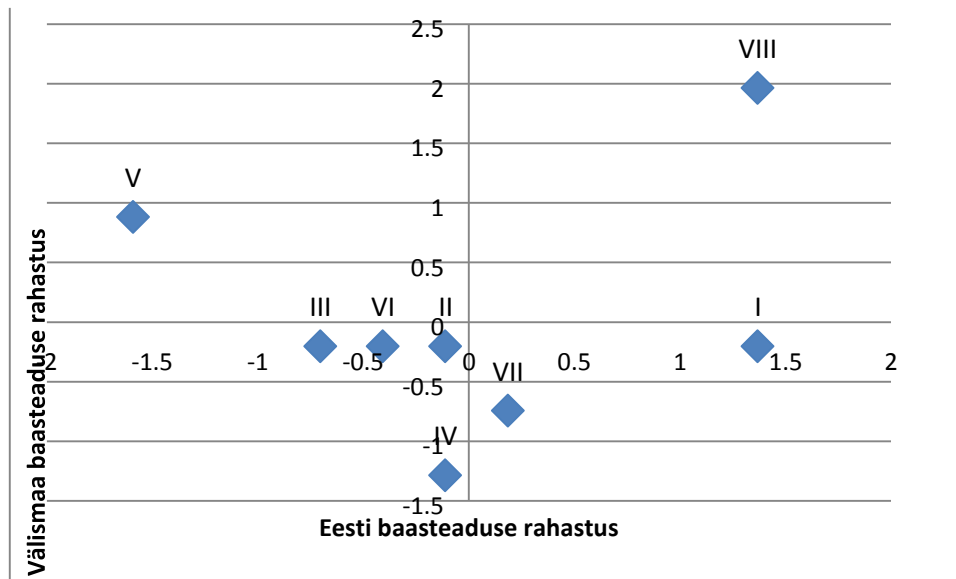
*„Kuidas ma näen oma rolli selles, et kuidas ideid saaks kommertsialiseerida, minul ja ülikoolil oleks oluline tekitada veel selliseid spin-offe, doktorandid võiks tekitada oma tugeva firma. Paljud professorid üritavad oma programme müüa ja ma ei tea kedagi, kes oleks midagi maha müünud. Uurimisteemad muutuvad ja tekib vajadus uute firmade järgi.“*

*„Viimased aastad, viimased 4 või 5 aastat, on positiivsed on tekkinud väga palju spin offe, kellest ei kuule ajakirjanduse vahendusel, aga tegelikult nad on olemas. Nad on väikesed aga väga heal tasemel, kes on leidnud oma nišši, nii see peakski olema ja neid peaks juurde tekkima....//... Tekib selline ökosüsteem, kõik on omavahel mingit pidi seotud, selline keskkond on kordi väärtuslikum kui mingi Nokia või Ericsson. Panna kõik ühele kaardile on nii ja naa. Me näeme ju Nokia näidet.“*

*„Siin ongi oluline see EU projektide puhul, et kui meil (ülikoolil) on side ettevõtlusega hea, siis suudetakse ka taotlustes edukamad olla ja rahastust saada. Kui ülikool saab aru, et idufirmad otseselt raha ei teeni ülikoolile (rent jmt) vaid neist saab kaudselt kasu, siis oleks see väga hea.“*

**Joonis 33** alusel võib öelda, et enamiku juhtumite puhul domineerib Eesti baasteaduse rahastus, vaid VII juhtumil (kes on edukas igat tüüpi rahastuse saamisel) ja V juhtumil on suhteliselt rohkem välisrahastust (EL projektid). Viimatinimetatu puhul on Eesti rahastust olnud kõige vähem oma tehnoloogia arendamiseks. Juhtum I paistab silma ülikõrge Eesti rahastuse hankijana. Siiski märgivad kõik juhtumite esindajad projektirahade hankimise olulisust ning selle suurt ajakulu.

*„See on kõik meie oma projektide rahastust, me põhiliselt elamegi oma projektidest, me saame väga vähe, riigist saame vähe teadusraha, põhilised EU projektid ja see tippkeskuse rahastus. Kõik rahastus on läbinud tugeva konkurentsi 10 taotlust kirjutad 1 saad. Igaühe jaoks läheb paar kuud.“*



**Joonis 32 Eesti vs välismaa baasteaduse rahastusele orienteeritus**

Allikas: Autorite koostatud juhtumiuuringute alusel

Lisaks ajakulule juhitakse tähelepanu ka projektijuhi poolt meeskonna loomise ja juhtimise vajadusega, mistõttu (tipp)teadlastest saavad pigem teaduse managerid, kes jäävad sisulisest teaduse tegemisest kõrvale.

*„Igasuguse progressi toetamisel tuleb ära tunda see inimene, kelle sees see progress toimub. Seda inimest ei ole kerge leida. Need kellel on aega ennast igal pool reklaamida, nendel ei ole aega teadust teha. Nad juhivad, aga seetõttu neil ei ole aega teadusega sisuliselt tegeleda, see mõtlemine, seltskond kõik koos töötaks, selleks on vaja omavahel palju rääkida, mõista seda, mida üks või teine kõige paremini oskab.“*

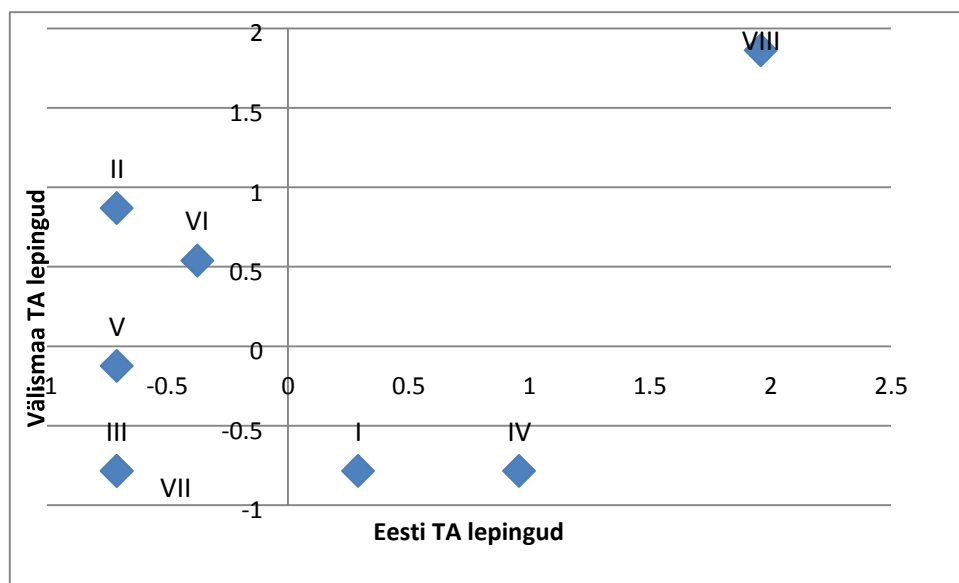
Samuti mängib rahastuse saamisel olulist rolli võrgustike olemasolu, mis võib tähendada ka nõrgemat rahastust (ehk sisuliselt seesuguses projektipõhises süsteemis määrab teaduse edukuse ära see, kui palju uurimisgrupi juht suhtleb „õigetes“ võrgustikes ja näeb selle kaudu uusi võimalusi).

*„Noored ei tule selle suuna peale. Need alad tugevnevad, kes on nagunii on juba tugevad. Mina ei ole administratiivsetele ja organisatoorsetele külgedele oma elus väga palju tähelepanu pööranud. See võib-olla maksab kätte ja maksabki, ma juhtivate kohtade peale ei ole pürginud.“*

Üks lisaaspekt, mis tuleneb projektipõhisest majandamisest, on see, et neist kaetakse nii ülikooli kui ka teaduskonna ja instituudi kaudseid kulusid. See probleem võib mõne teadusgrupi jaoks olla märkimisväärne, samas ei pruugi kõigi puhul see nii olla (kui nt on tegemist TA asutusega või kui teaduskond/instituut lisa-„overheadi“ ei võta).

„Muideks välislepingu pealt omale palka maksta ei saa, kas te teate kui suured on maksukoormused? Tartu Ülikoolis, kus on ülikoolimaks 40%, on summaarne maks palgafondilt, mida lepingu vastutav täitja peab maksuma üle 105%, TTÜ-s üle 85%. Algul, kui ma lepingu tegin, ei olnud mingit maksu, siis pandi 5%, järgmine aasta 10%, siis 15% ja siis 20%. Kogu see raha läheb pooleks instituudi direktori ja dekaani vahel. Nii väikse kasuteguriga palgaraha ei saa maksta. Saab natukene osta seadmeid ja materjale, saab komandeeringukulu kinni maksta.“

Vaadates orienteeritust Eesti vs välismaa TA lepingutele (Joonis 34), selgub jällegi juhtumi VIII rakenduslikkus nii Eesti kui välismaa TA lepingute osas, samal ajal kui juhtumid II ja IV on pigem välismaiste ja ülejäänud juhtumid pigem Eesti lepingutele orienteeritud.



**Joonis 33 Juhtumite orienteeritus Eesti vs välismaa TA lepingute suhtes** Allikas: Autorite koostatud juhtumiuuringute alusel

Juhtumiuuringud võtab peamiste aspektide osas kokku Joonis 34. Võrgustumise aspekti osas väljendab esimene tulp välismaist institutsionaalset koostööd ja teine välismaa teadlastega (üksikisikute vahelist) koostööd, järgmised kaks tulp vastavalt Eesti-sisest koostööd. I ja III puhul olid üldise madala Eesti koostöö taustal mainitud Teaduste Akadeemia ja Eesti Teadlaste Liit, mistõttu vastavad tulbad näitavad keskmiselt kõrgemat taset.

Võrgustike olulisust, sh üksikisikute (teadlaste) vahelise suhtlemise olulisust märgivad paljud intervjueeritavad. Need seosed on olulised nii tehnoloogia arendamisel kui ka kommertsialiseerimisel. Teadlastel on oluline võimalus siduda Eestist väljaspool asuvate innovatsioonisüsteemide teadmus kohaliku teaduse, ühiskonna ja majandusega.

*„Need samad grupid, kes on selle probleemiga tegelenud, nendega olid meil isiklikud suhted täitsa algusest peale, konverentsidel käimine, siis visiitide tegemine, pikemaajaliste visiitide tegemine ei olnud nõukogude ajal võimalik, nüüd praegused noored õpivad, kes Hollandis kes mujal, Inglismaal. Need kontaktid on vajalikud ...//... Miks eesti teadus on 20 viimasel aastal hästi arenenud, mitte tänu riigi toele, vaid inimeste enda algatustele ja tihedale koostöövõrgustikule, mis on nüüd loodud.“*

*„Ülikoolimaailma eeliseks on see, et sidemed on väga laiad, nii akadeemilises maailmas kui ettevõtluses. Palju laiemad kui lihtsalt firmade puhul. See on suur pluss ja see on jällegi see sama sümbioos mis on ettevõtte X ja ülikooli vahel. X saab ära kasutada meie sidemeid. „*

Projektide rahaline toetus väljendab esimeses tulbas Eesti baasteaduse toetusi (eelkõige SF/IUT ja ETF/PUT) ning seejärel muud rahastust (enamasti TA lepingud) ja järgnevad tulbad vastavalt välismaa sarnaseid toetusi. Kui VII juthum on kõige edukam kõigi erinevate rahastusallikate kombineerimisel, siis nt I on puhtalt Eesti finantseerimisest sõltuv.

Rakenduste aspektis on tulbad peegeldamas järgmisi indikaatoreid: ettevõtte (spin-offi) loomine, TAK-is või Tippkeskuses osalemine, TA lepingute hulk, Muud rakendused (õppevahend, tarkvara jne). Kõrge rakendatavusega paistavad silma IV ja VIII, mis, nagu juba varem märgitud, on nõudluse-tõmbe mudeli juhtumid.

Viimane aspekt peegeldab teadussaavutusi: publikatsioonid, patendid, kaitstud doktoritööd, saadud teaduspreemiad. Siin paistab tugevaimana silma juhtum III. Huvitav on märkida, et nii III kui ka VIII on ühtaegu tugevad nii teadussaavutuse kui ka rakenduslikkuse kategooriates, mis näitab, et rakenduslik teadus saab olla kõrgetasemeline. Juhtumite IV ja VIII puhul on muidugi teaduslikkus halvasti mõõdetud, kuna kasutasime siin publikatsioone ja patente, mis ei ole IKT valdkonnas nii levinud. Samuti on IV juhtumi puhul doktorikraadide kaitsmine vähemoluline, kuna tegemist on uurimisinstituudiga. Seetõttu on ilmselgelt vale järeldada, et tegemist on madala teadusliku väljundiga juhtumiga.

Doktorikraadide puhul on huvitav märkida, et neid ei ole rakenduslikus mõttes piisavalt tähtsustatud.

*„Eestis ilmselt ei ole doktorikraadi väärtust ära adutud. Kui sul on lihtne firma, mis programmeerib midagi, teeb allhanget, siis loomulikult pole sinna PhD vaja. Kui see firma tahab olla aga natuke rohkem väärtust tootev firma, siis seal oleks vaja rohkem visiooniga inimest ja ma ei usu, et baka või magister sinna küündiks.“*

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
<b>Võrgustumine</b>								
<b>Projekti rahaline toetus</b>								
<b>Rakendused</b>								
<b>Teadustulemused</b>								



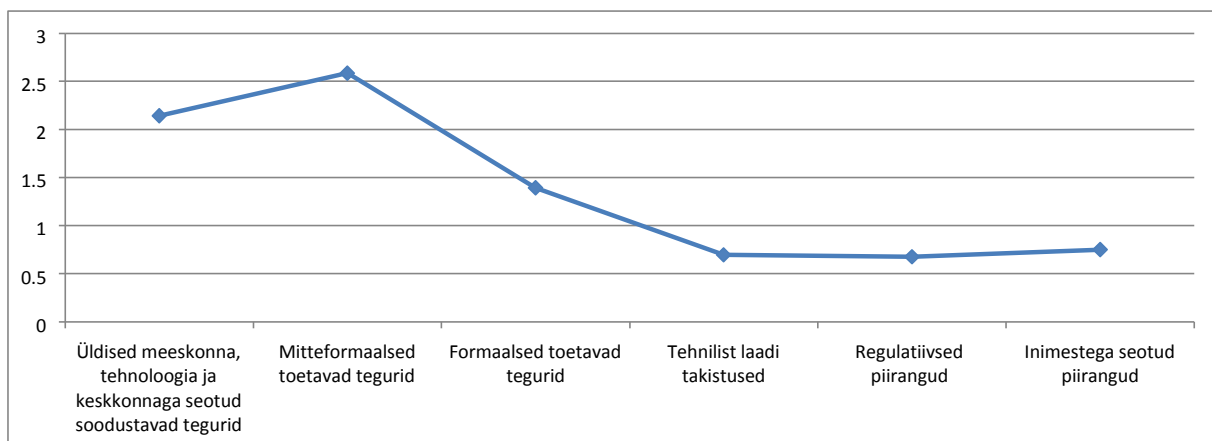
### Joonis 34 Juhtumite keskmine tugevus/nõrkus valimis nelja peamise uuritud aspekti lõikes

Allikas: Autorite koostatud juhtumiuuringute alusel

Märkus: Joonisel on (standardiseeritud väärtuste alusel, helesinisega on märgitud väärtused alla keskmise, tumesinisega üle keskmise)

Alljärgnev analüüs keskendub nendele soodustavatele ja takistavatele teguritele, mis on struktureeritud teaduskirjanduses välja toodud kategooriate alusel. Juhtumite intervjueeritavad andsid arvulise hinnangu kõigi tegurite olulisusele nende juhtumite kontekstis. Väga oluline on märkida, et analüüs toetub siin intervjueeritavate poolt antud subjektiivsetele hinnangutele. Tõlgendamise seisukohast lähtuvalt tuleb seetõttu alljärgnevat analüüsi võtta kui barjääride ja soodustavate tegurite tunnetamist teadlaste poolt.

Takistavaid tegureid tunnetavad teadusgruppide esindajad soodustavate teguritega võrreldes nõrgemana (Joonis 35). Seda võib selgitada asjaoluga, et mitmete uurimisgruppide esindajad tõid välja, et teadustöö eesmärgiks ei olnud otseselt kommertsialiseerimine või sellega siis lihtsalt ei tegeletud (kas üldse mitte või ka nt viimastel aastatel oli soiku jäänud vmt). Seetõttu, kuna kommertsialiseerimine pigem „juhtus“ (st ei olnud eesmärgiks), osati soodustavaid tegureid rohkem välja tuua kui takistavaid (nt puudus kogemus TTO-ga jne).

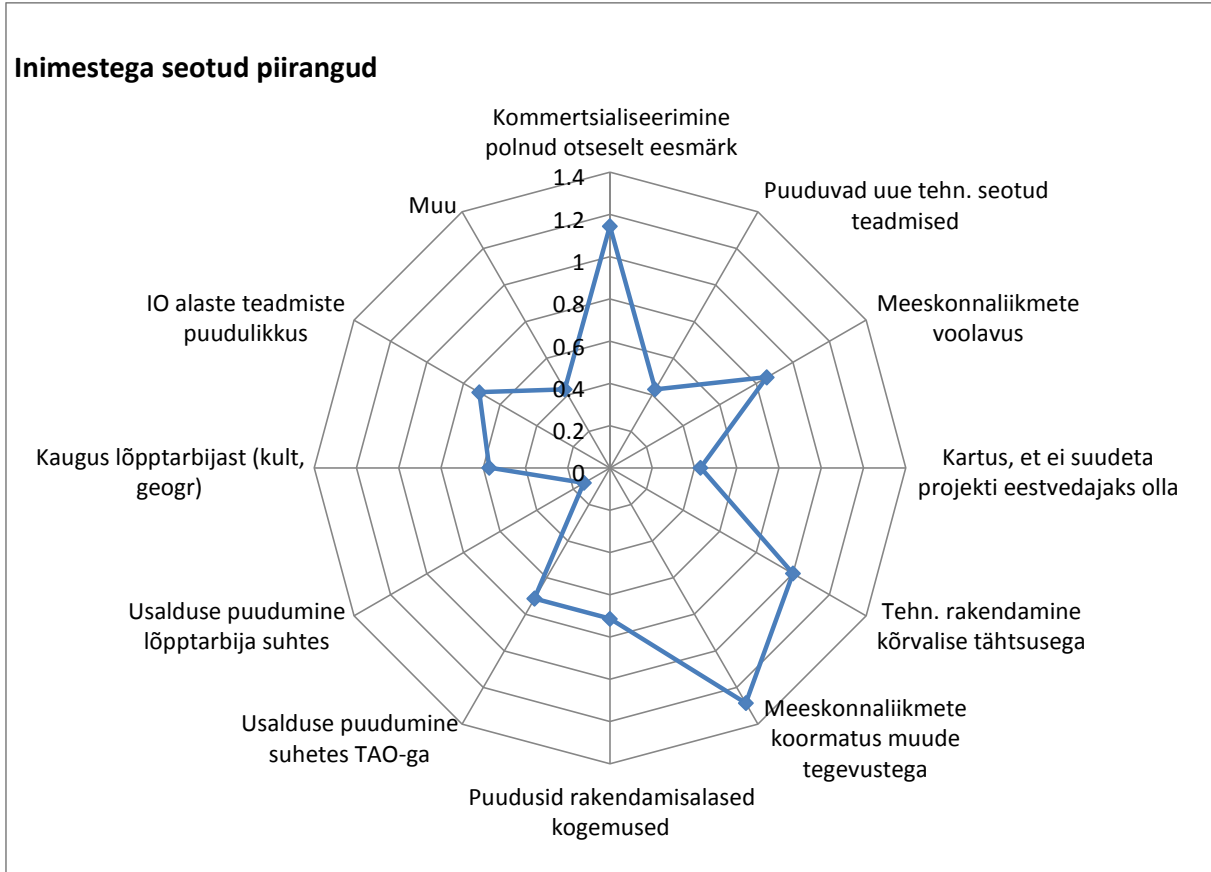


### Joonis 35 Soodustavate ja takistavate tegurite hinnangud

Märkus: Joonisel on keskmine hinnang saadud skaalalt Kõrge= 3, Keskmine= 2, Madal= 1, Puudub=0

Inimeste koormatus paistab rakenduslikkuse suhtes olema kõige suurem probleem. Antud juhtumite puhul on tegemist nii ülikoolide kui TA asutustega, siis tõenäoliselt on tegemist – õpetamise, juhendamise, administratiivtöö jmt-ga. Oluline tegur on ka see, et kommertsialiseerimine polnud ei juhi ega ka meeskonnaliikmete teadustöö eesmärk. Siinkohal peetakse oluliseks, et meeskond oleks piisavalt suur selleks, et kõigi vajalike ülesannetega toime tulla.

„X ütles, et et ta tahab ehitada kriitilist massi teema ümber, siis ma noore tudengina sellest aru ei saanud. Selle kriitilise massi tulemusena on väga palju finantseerimist EÜst, konverentsid jne. Pluss on see koosseis koostöötav ja temas on väärtust. Teine asi on rahastamine, pole kasu poole kohaga töötavatest inimestest oluline on see, et nad pühenduksid 100%.“



**Joonis 36 Inimestega seotud piirangud, mis takistavad premeeritud tehnoloogia rakendamist**

Märkus: Joonisel on keskmine hinnang skaalal Kõrge= 3, Keskmine= 2, Madal= 1, Puudub=0

Samuti paistavad barjääridest silma nii vastavate teadmiste puudumine kui usalduse puudumine nii tarbija/kliendi kui ka TAO suhtes.

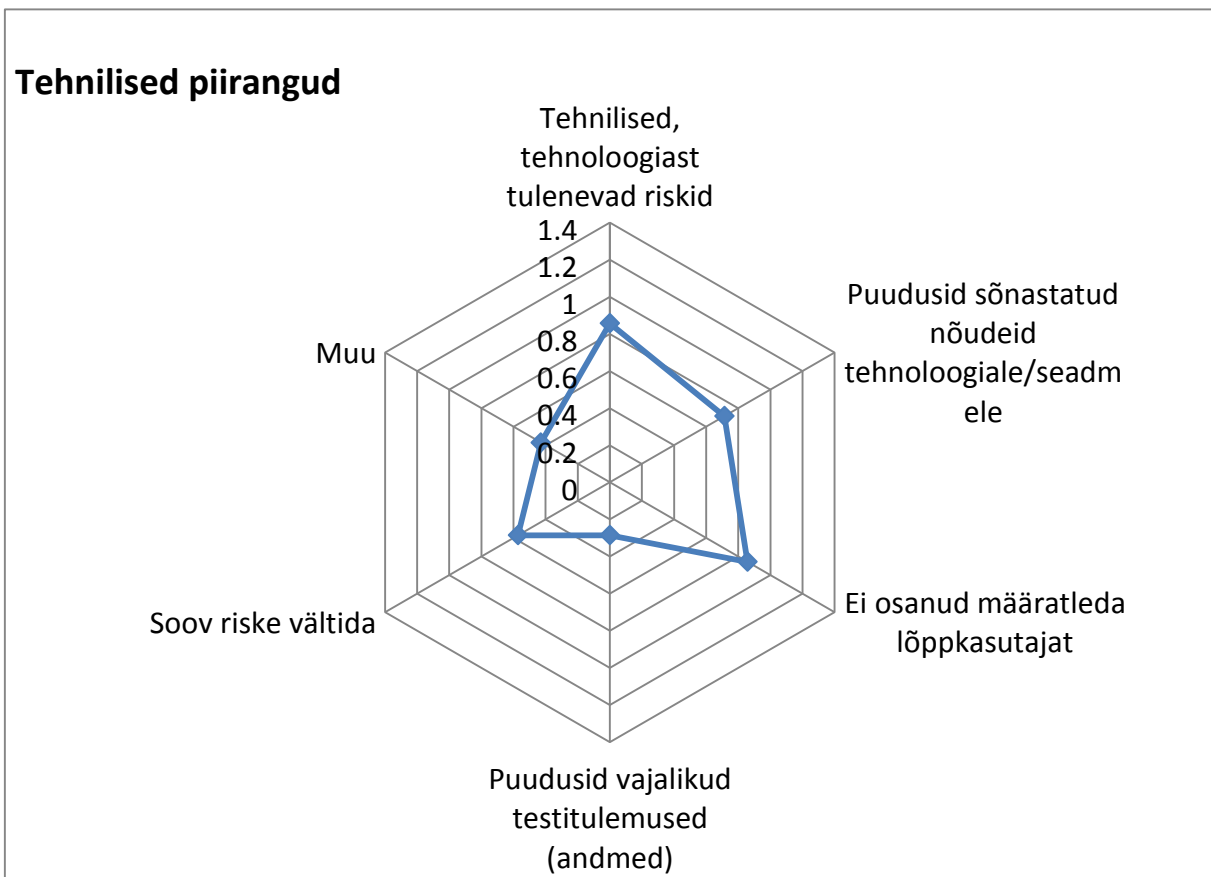
Tehnilistele piirangutele antud hinnangud on võrreldes eelmise kategooria teguritega suhteliselt madalad. Üks põhjus võib peituda selles, et kõigi puhul ei olnud tehnilised aspektid kriitilise tähtsusega. Samas mõne juhtumi puhul toodi seda välja.

„Kui sa tahad olla edukas teaduses, siis peab olema sul mingi originaalne meetodika ja originaalne aparaat. Aga selleks, et sul oleks originaalne aparaat, peab olema sul võimalus seda teha. Selleks on vaja meest ja töökoda, kus oleks võiamlik seda teha. Seepärast olen ma

*jonnakalt kaasa vedanud ühe töökoda, mis sisaldab ühe treipingi, ühe freespingi, igasugu muid peenemaid pudinaid.“*

Teine põhjus võib peituda ka selles, et kuna sellist süsteemset tegevust tehnoloogia rakendamiseks ei olnud, siis ei otsitud ka kasutajatepoolseid nõudeid, ei testitud nt erinevate tarbijate jaoks jmt. Seetõttu olid vaid üksikud juhtumid seotud aktiivse kommertsialiseerimise tegevusega ja arusaam riskidest ja tehnilistest nõuetest tehnoloogia kasutamisel võis nii jääda piiratuks.

*„Enamik inimesi käib välismaal selleks, et seal midagi õppida või mingite aparaatidega töötada, mina aga käisin välismaal selleks, et oma aparaat kaasa võtta ja seda reklaamida.“*

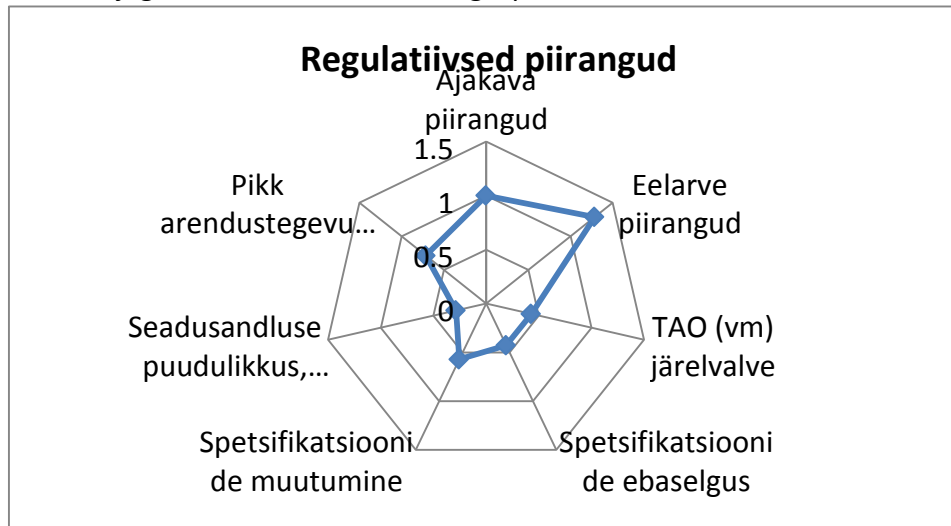


#### Joonis 37 Tehnilised piirangud, mis takistavad premeeritud tehnoloogia rakendamist

Märkus: Joonisel on keskmine hinnang skaalal Kõrge= 3, Keskmine= 2, Madal= 1, Puudub=0

Regulatiivsete piirangute madal tase näitab, et teadlased on vaadeldud juhtumites olnud selles protsessis suhteliselt „omapead“. Finantseerimine ja ajakulu (arenduse pikk aeg jne) on siin peamised takistused (neid sai ka eelnevalt välja toodud), kuid need on siiski suhteliselt madalad võrreldes inimestega seotud piirangutega.

Siit võib teha järelduse, et kriitilise massi eksisteerimine pikema aja jooksul on see, mida on vaja eeldusena kõrgtasemel teadustööks. See eeldab üheltpoolt, et tekib kvaliteetseid noorteadlasi magistriastmest, kuid samuti ka seda, et on mingi püsiv baasrahastus. Ühe juhtumi puhul kogu valimist toimus ka uurimisgrupi lagunemine, kus ühe põhjusena mainiti projektirahastuse jagumist vaid osale uurimisgrupist.

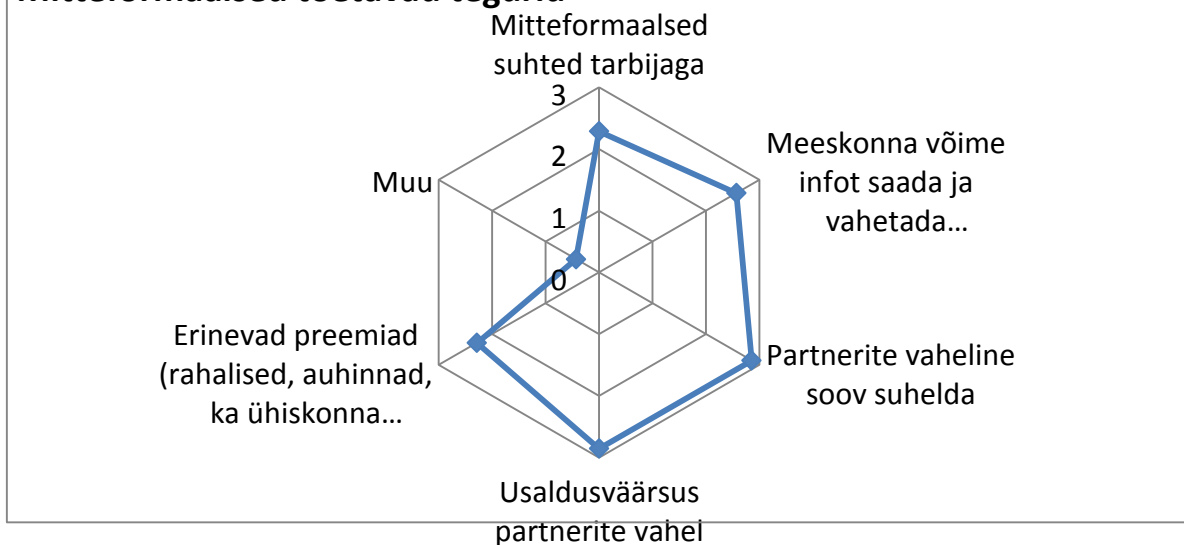


**Joonis 38 Regulatiivsed piirangud, mis takistavad premeeritud tehnoloogia rakendamist**

Märkus: Joonisel on keskmine hinnang skaalal Kõrge= 3, Keskmine= 2, Madal= 1, Puudub=0

Toetavatest teguritest viitavad mitmed sarnastele olulistele valdkondadele võrreldes takistavate teguritega. Kõrgeima olulisuse pälvinud tegurid (usaldus, soov suhelda, mitteformaalsed suhted tarbijaga) on seostatavad sotsiaalse kapitaliga, millele viitasime ka võrgustike analüüsi kaudu. Sotsiaalne kapital saab tekkida ainult suheldes ja suhteid hoides. See on oluline nii teadlaste omavaheliseks teadmuse ülekandeks, kuid samuti ka ettevõtete ja teadlaste koostöök.

### Mitteformaalsed toetavad tegurid



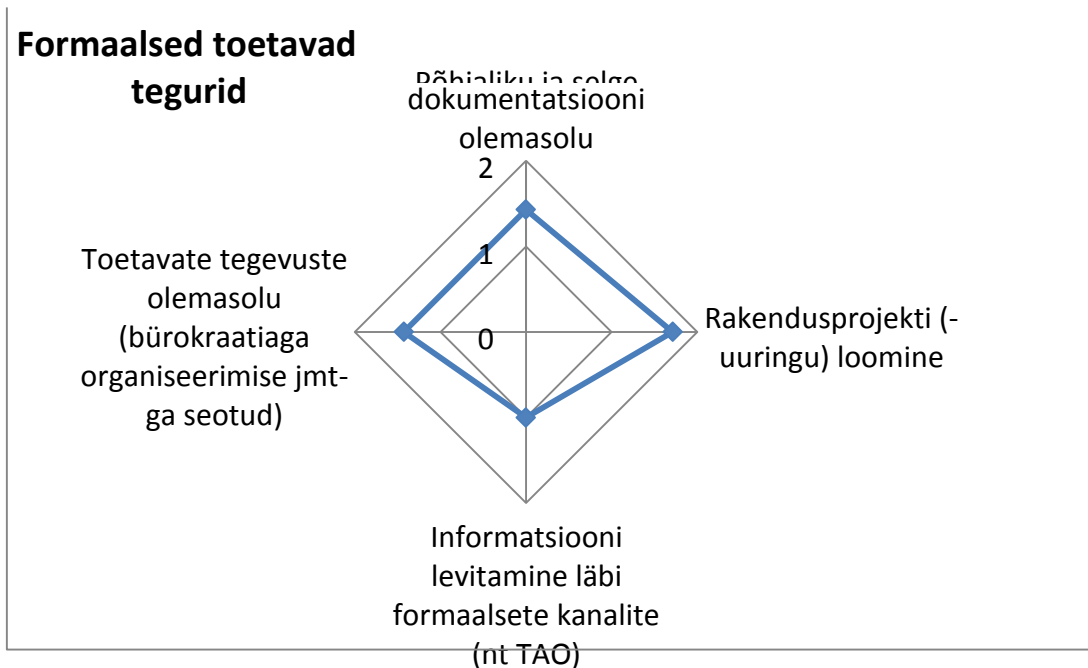
**Joonis 39** Mittformaalsed tegurid, mis soodustavad premeeritud tehnoloogiate rakendamist

Märkus: Joonisel on keskmine hinnang skaalal Kõrge= 3, Keskmine= 2, Madal= 1, Puudub=0

Preemia roll osutus üllatuslikult oluliseks, mis näitab, et ühiskonna (teiste teadlaste) tunnustust peetakse motiveerivaks teguriks.

Formaalsed toetavad tegurid on suhteliselt madalama olulisusega ning seotud projekti (eesmärgi) piiritlemise ja rakendatavaks muutmisega. Ilmselt on selle taga ka kogemus projektipõhise finantseerimise suhtelisest edukusest vaadeldud projektides.

### Formaalsed toetavad tegurid

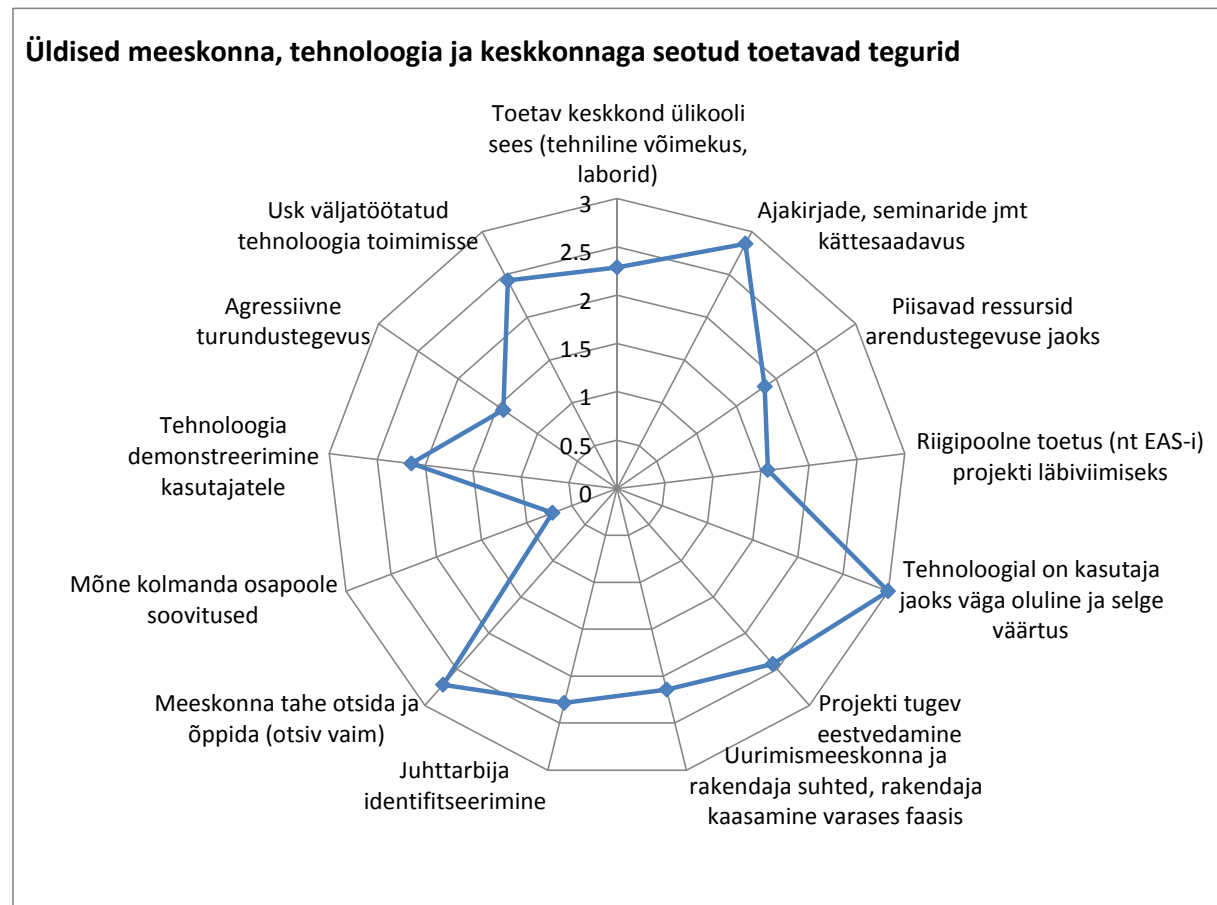


### Joonis 40 Formaalsed tegurid, mis soodustavad premeeritud tehnoloogiate rakendamist

Märkus: Joonisel on keskmine hinnang skaalal Kõrge= 3, Keskmine= 2, Madal= 1, Puudub=0

Nõudluspoolsed tegurid (eelkõige see, et konkreetne tehnoloogia pakub tarbija jaoks selget väärtust) on tunnetuslikult väga olulised, mis on ka oodatav tulemus, kuna enamiku juhtumite puhul ei olnud kommertsialiseerimine väga edukas ning tegelikult nõuete sõnastamiseni ei jõutud.

Samuti peetakse oluliseks demonstratsiooniefekti, juhttarbija leidmist ja kaasamist varajases faasis. Demonstratsiooniefekti olulisus kuulub tüüpiliselt teaduse-tõuke mudeli arsenal. Huvitav on see, et kuigi teadlased intervjuudes näevad innovatsioonisüsteemi toimimise kriitilisi komponente (suhteid ja teadmusülekannet erinevate osalejate vahel), on praktikas nende tegevus sageli siiski lineaarset ahelat järgiv (kas siis barjääride, ajapuuduse või ka ühendavate institutsioonide puudumise tõttu).



### Joonis 41 Üldised meeskonna, tehnoloogia ja keskkonnaga seotud tegurid, mis soodustavad premeeritud tehnoloogiate rakendamist

Märkus: Joonisel on keskmine hinnang skaalal Kõrge= 3, Keskmine= 2, Madal= 1, Puudub=0

Lisaks on oluline juhtimine (eestvedamine) ja meeskonna otsiv vaim, samuti ka usk oma tehnoloogiasse. Üks teadlane ei jõua püsivalt jõuliselt tehnoloogiat arendada ja hoida, kui ei teki meeskonda, kes vajalikul hetkel aitab ja tegevusi üle võtab, siis ei ole ka majanduses edukat realiseerimist näha. Siin on huvitav välja tuua perekondlikud sidemed, mis meie näidete puhul paistsid meeskonda tuevdavatena.

### 3. Sektoraalsete innovatsioonisüsteemide analüüs

#### 3.1. Sektori näide IKT

IKT sektorit piiritletakse väga erinevalt. OECD klassifikatsiooni alusel on IKT-ga seotud tegevusalasid nii teenuste kui ka tööstusektori harude hulgas. IKT-ga seotud tegevusalad töötlevas tööstuses on selle definitsiooni alusel näiteks elektronkomponentide tootmine ja trükkplaatide tootmine; arvutite ja arvuti välisseadmete tootmine; sideseadmete tootmine; tarbeelektronika tootmine ning magnet- ja optiliste andmekandjate tootmine. IKT tegevusalad teeninduses on info- ja sidetehnika hulgemüük; tarkvara kirjastamine; telekommunikatsioon; programmeerimine, konsultatsioonid jms tegevused; andmetöötlus, veebihosting jms tegevused, samuti veebiportaalide tegevus ning arvutite ja sideseadmete parandus.

Eesti IKT sektori varasema perioodi arengut, mis on seotud töötleva tööstuse harudega, on uurinud Per Högselius oma doktoritöös. Ta leidis, et tänane innovatsioon neis harudes toetub juba okupatsioonieelse Eesti Vabariigi ettevõtetest alguse saanud ja okupatsiooniaegselt Venemaale tootnud ettevõtetele, samuti ka tolleaegse hariduse traditsioonidele. Sama näitavad meie juhtumianalüüsid, sisuliselt  $\frac{3}{4}$  juhtumitest olid seotud kas Venemaale ülikoolide kui ka Eesti NSV teadusasutustega.

Högselius kirjeldas üleminekuperioodil toimunud suurt langust kogu elektroonikasektoris, kus inimeste hulk sektoris kahanes 1988. aasta 25 000 töötajalt 3000 töötajani 1993. aastal (Högselius 2005:99). Selle kokkutõmbumise järel ei toimunud kohe kiiret arengut, kuna suured kombinatsioonid erastati, millest mitmed ka lõpetasid töö suhteliselt kohe. Edasist arengut selles sektoris toetas nii telekommunikatsioonituru liberaliseerimine, mis samuti viis mobiilidega varustatuse kiiresti kõrgele tasemele ja andis seega eelduse innovatsioonide tekkeks mobiilside valdkonnas (Högselius 2005). Olulist rolli selles arengufaasis mängisid ka otsesed välisinvesteeringud (Friedrich, Ülper, Ukrainski 2014). Oluline on, et 1990ndate lõpus tekkisid esimesed edukad innovatsioonid (m-positioneerimine ja m-parkimine näiteks). Need innovatsioonid said teoks mitmete ettevõtete, aga samuti avaliku sektori üksuste (Päästeamet, Tallinna linnavalitsus) partnerluses (Högselius 2005) ja panid ka aluse Eesti kui innovaatilise IT riigi imagole (1990ndate lõpus kujundati ka X-tee ambitsioonikas strateegia, mis oli ühe valimi juhtumi kommertsialiseerimise aluseks ja võib öelda isegi tekkepõhjuseks).

Kasutajasõbralikud infotehnoloogiad (IT) ja infoühiskonna areng on olnud seejärel läbi mitmete strateegiate Eesti üheks eelisarendatavaks majandussektoriks, seejuures on tegemist nii teiste valdkondade teadmismahukust suurendava sektorina erinevate rakenduste kaudu kui ka iseseisva teadmismahuka tootmise ja teenuste valdkonnana (Ukrainski, Varblane 2015). Eestis on viimastel aastatel toimunud kiiresti just tarkvaralahenduste ja e-teenuste areng, näiteks Tiits ja Rebane (2009) toovad Eesti IKT sektori kõige tugevamate rakendusalaena välja finantsteenused, küberturvalisuse ja evalitseemise. Viimase viie aasta jooksul on Eesti IT valdkonna ettevõtted suutnud välja pakkuda uued tooted/teenused, mida saab rahvusvahelisel turul müüa (Fortumo mobiilimaksud, GrabCAD globaalne insenerilahenduste võrgustik, TranferWise online valuutavahetus jne) (Ukrainski, Varblane 2015).

Kuigi Eesti IKT sektori lugu algas elektroonika, täpsemalt raadiotööstusest, siis tänaseks on peamised tegevused nihkunud IT-ga seonduvate teenuste valdkonda. Kõik valimi juhtumid, kes vajasisid elektroonika detaile vmt tellisid komponendid kas välismaalt või ehtisid need ise oma väikestes töökodades.

Teenuste osas toob Dumas (2014) välja uute IT ettevõtete tekkimise protsessis kolm faasi: embrüonaalne faas (*gestation*), mis kestis 2000-2007 ja oli seotud Skype ja Playtechi loomisega; ärkamine (*wake-up*, 2008-2010), mis seotud Zero Turnarounds, Fortumo, Erply, Fits.Me ja Realeyesight loomisega ning kasvufaas (*growth*, 2011- tänaseni), mida iseloomustab erinevate start-up platvormide ja kiirendite hulk aktiivsus, millest nt on kasvanud GrabCAD. Valimi juhtumitest seotud tehnoloogiad arenesid embrüonaalse faasi ajajärgus või isegi veelgi varem (1990ndatel). Ühe tehnoloogia puhul võib öelda, et tegelikult saavutati tehnoloogiline lahendus, mis veel paar aastat varem oli spetsialistide poolt võimatuks tunnistatud. Seetõttu võib siin välja tuua olulise teadusest tuleneva tõuke. Samas oli selleks hetkeks juba teaduspõhine ettevõtte loodud ja seda peeti ka üheks eeliseks (nt võrreldes ülikoolidega), miks teadlased said keskenduda lepingulisele tööle ja miks protsess osutus edukaks. Teine juhtum, vastupidi näitab kommertsialiseerimise protsesside ja teaduse arendamise võimalikkust paralleelselt, kui leitakse sobiv meeskond spin-offi juhtima ja tippteadlane saab suuremat tähelepanu pöörata teadusele samas pidvalt täiendades ettevõtte teadmust.

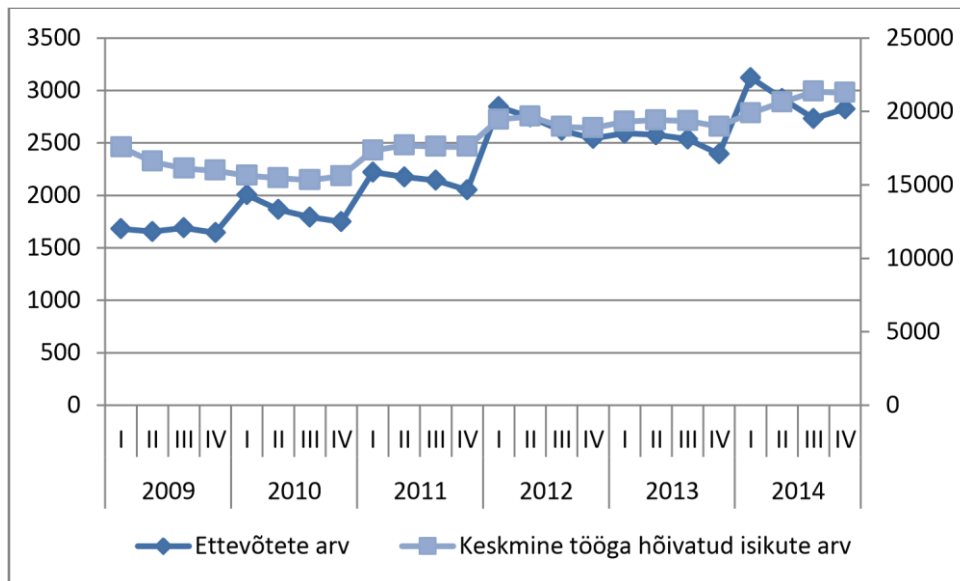
Kui vaadata ettevõtete arvu liikumist IKT sektoris, siis see on pidevalt kasvanud (uute ettevõtete loomise tulemusena) ja ulatus 2014. aasta lõpus 2825 ettevõtte, kus töötas kokku 21266 töötajat<sup>22</sup>. Keskmise töötajate arv ettevõtte kohta on siiski kahanenud umbes 10-lt 7-8-ni ettevõtte kohta, mis näitab, et konsolideerumist või kontsentratsiooni ei ole IKT harus tervikuna veel toimunud, pigem vastupidi, toimub aktiivne uute start-up ettevõtete sisenemine sektorisse. See annab alust arvata, et see tehnoloogia ei ole veel küpsusfaasi

---

<sup>22</sup> Siinkohal tuleb märkida, et pikemate aegriidade koostamine IKT ettevõtete kohta on raskendatud, kuna EMTAK-i kodeerimine on just neis valdkondades muutunud ja aegriid katkevad 2000ndate lõpus.

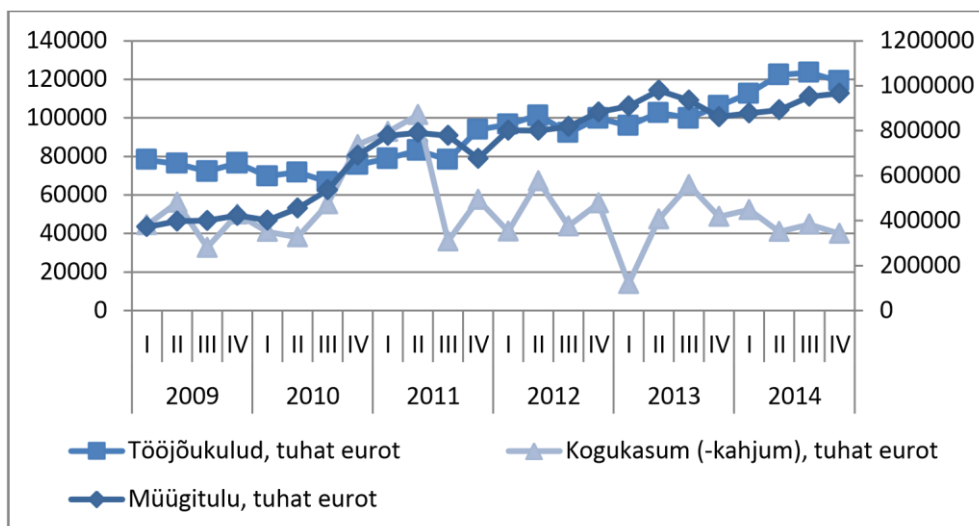


sisenenud, mida tõdeb ka Dumas (2014). Teaduspõhised ettevõtted juthumiuringute valimis on samuti jäänud pigem väikesteks spin-offideks ja vaid ühel juhul sooviti avada välisinvestoritega tootmisliini, kuid see nurjus ülikooli ja ettevõtte huvide erinevuste tõttu.



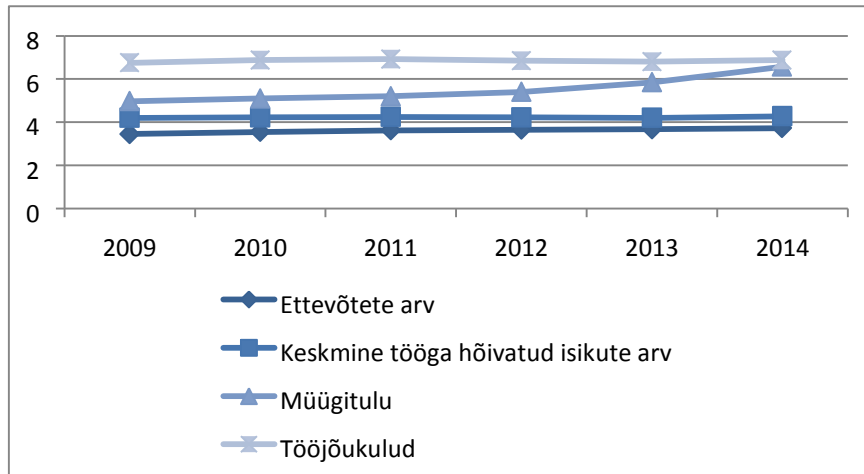
**Joonis 42 Ettevõtete arv ja keskmine tööga hõivatud inimeste arv IKT sektoris** Allikas: Autorite koostatud Eesti Statistika elektroonilise andmebaasi alusel

IKT sektori areng on näidanud nii müügitulude kasvu, kuid sama trendiga on tõusnud ka tööjõukulud (Joonis 43). Sektori kasumid, mis korraks küll kasvasid märkimisväärselt, on samuti jõudnud tagasi 2009. aasta tasemele. See võib olla üks indikaator, mis prognoosib sektori küllastumist turul, samas on enamik start-up ettevõtteid loodud rahvusvahelisteks, mistõttu need pigem koduturul konkureerivad sisendi (tööjõu) pärast.



**Joonis 43 Tööjõukulud ja kasum (vasak telg) ning müügitulu (parem telg) IKT sektoris** Allikas: Autorite koostatud Eesti Statistika elektroonilise andmebaasi alusel

Joonis 44 toob välja, et IKT sektor on püsinud suhteliselt stabiilselt osakaaluga kogu majandusest (sarnased osatähtsused on näha ka varasemast Praxise uuringust (Praxis 2009)). Müügitulu kasv on tulnud eelkõige IKT sektoriga seotud töötleva tööstuse harudest, kus müügitulu kasvas 5%-lt 2009. aastal 17%-ni töötleva tööstuse müügitulust 2014. aastal.

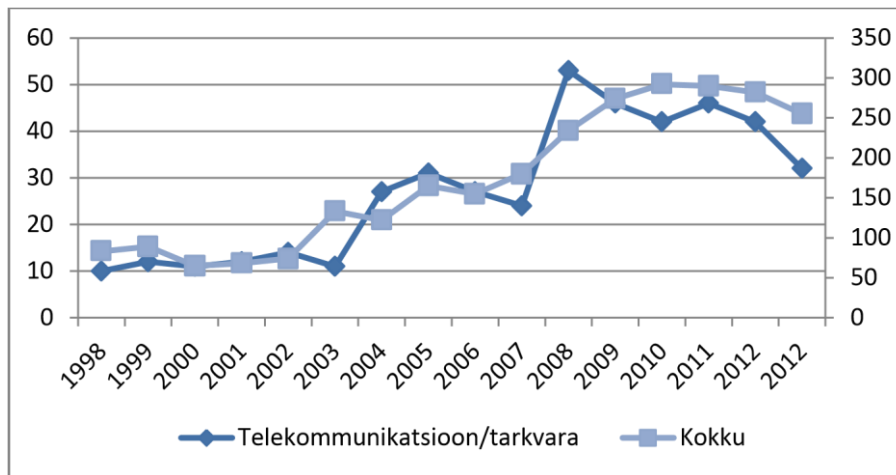


**Joonis 44 IKT sektori osatähtsus Eesti majanduses**

Allikas: Autorite koostatud Eesti Statistika elektroonilise andmebaasi alusel

Teenustesektorist on IKT moodustanud erinevate näitajate lõikes stabiilselt 6-7%, vaid tööjõukuludelt moodustab IKT veidi üle 10%, mis peegeldab nii tööjõu nappust kui ka suhteliselt kõrgemat ja spetsiifilist haridust, mida sektor vajab ja kasutab.

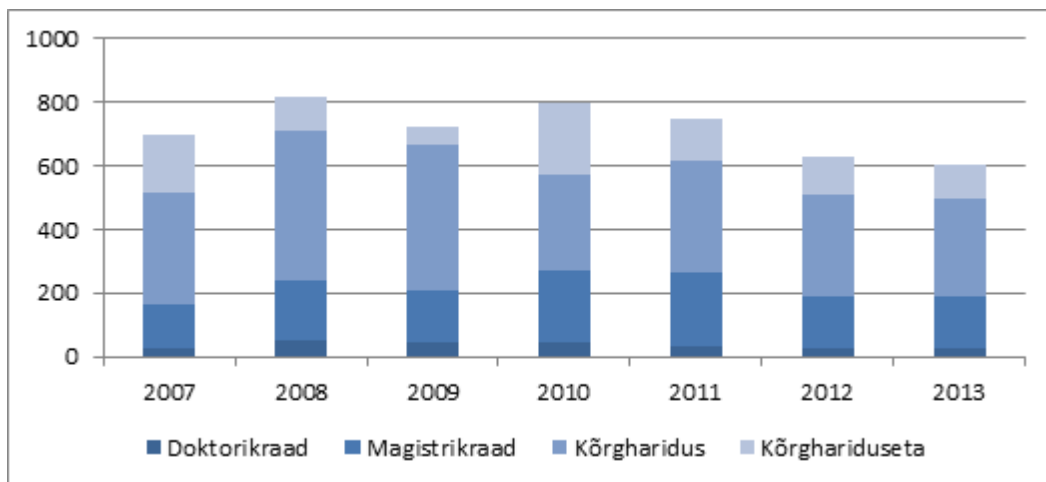
Tööjõu kvalifikatsioon on üks olulisi innovatsiooni ja sektori arengut üldiselt mõjutavaid tegureid. Tööjõu kompetents kujuneb ühelt poolt riigi poolt korraldatud haridussüsteemi tulemusena, kuid teiselt poolt ka ettevõtete endi poolt töötajate koolituse tulemusena. Innovatsiooni seisukohast on olulised nii tehnilised teadmised kui ka töötajate isikuomadused, innovaatilisus ja ettevõtlikkus (mida tõid välja ka juhtumiuuringud). Sektori üldisi arenguid analüüsid võib näha, et töötajate arv harus on pidevalt kasvanud ja kasvanud on trendina ka doktorikraadiga töötajate hulk (Joonis 45). Viimast peeti juhtumiuuringutes võtmetähtsusega aspektiks, et majandus saaks muutuda keerulisemaks ning samuti, et see keerulisem majandus saaks kasutada teaduse tulemusi.



**Joonis 45 Doktorikraadiga töötajate jaotus telekommunikatsiooni ja tarkvara sektoris (vasak telg) ja Eestis kokku (parem telg)**

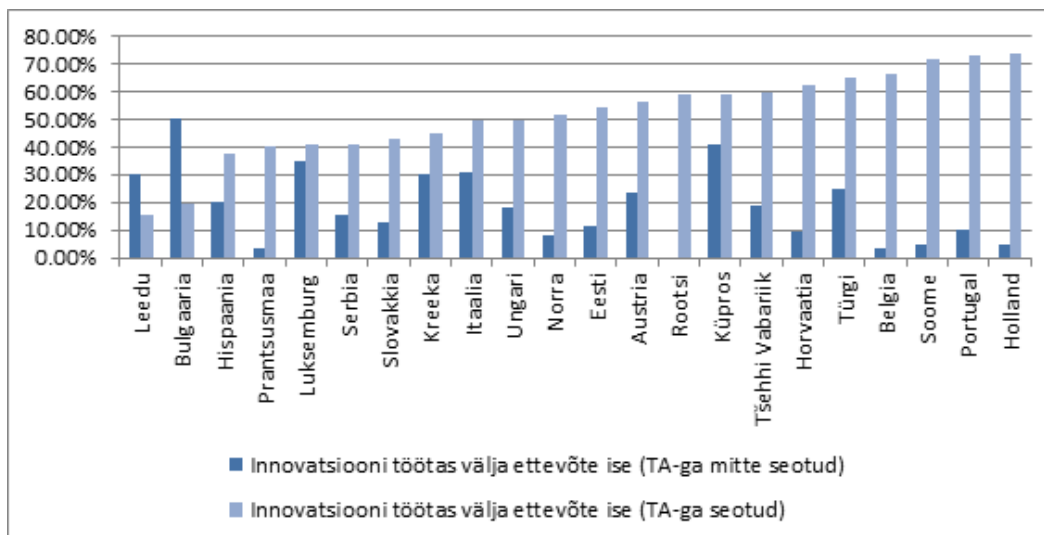
Allikas: Autorite koostatud Eesti Statistika elektroonilise andmebaasi alusel

Eeltoodud IKT edulood ei ole juhuslikud, selle taga on kindlasti ka riigi poolne IT spetsialistide pakkumise suurendamine. Samuti on olulist rolli mänginud õppe ümberkujundamine senisest suurema rõhuga ettevõtlusõppele ja ettevõtlikkusele. Samas üheks Eesti arendustegevuse lipulaevaks peetavas valdkonnas – programmeerimine, konsultatsioonid jmt tegevus – on doktorikraadiga inimeste osatähtsus kahanenud (Joonis 46).



**Joonis 46 TA töötajate jaotus haridustasemete lõikes programmeerimise, konsultatsioonide jmt valdkonnas** Allikas: Ukrainski, Varblane 2015

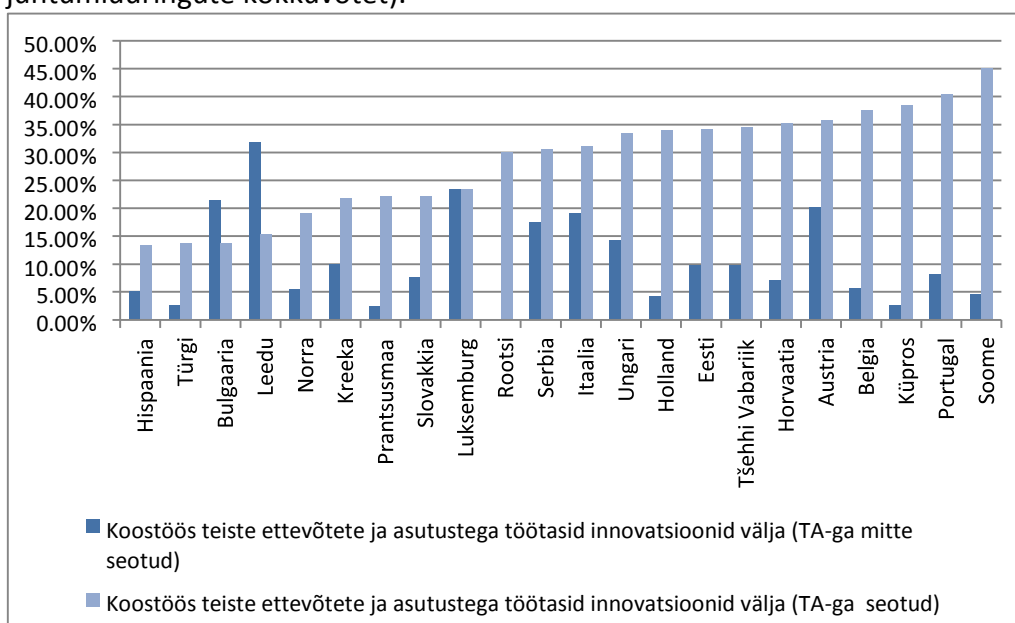
Eesti IKT sektor (alljärgnev analüüs keskendub teenuste sektoriga seotud IKT harudele) on kõigist muudest majandusharudest oluliselt TA mahukam ja seda peegeldab ka asjaolu, et enamik innovatsioone, mis on ettevõtete endi poolt välja töötatud, on TA põhised (üle 50% ettevõtetest aastatel 2010-2012) (Joonis 47), TA-ga mitteseotud innovatsioonide osatähtsus on madal (10% ringis).



**Joonis 47 Innovatsiooni ettevõtte siseselt välja töötanud ettevõtete osatähtsus 2010-2012 (%)**

Allikas: Autorite koostatud EUROSTAT-i elektroonilise andmebaasi alusel

Sama aspekti peegeldab ka koostöös teiste ettevõtete ja asutustega innovatsioonide loomine (Joonis 48). Jooniselt võib näha, et koostööinnovatsioonide osatähtsus on tunduvalt madalam (pea 35%), samas TA-ga mitte seotud koostööinnovatsioonide tase on vaid 10%. Siin võib näha potentsiaali arenguks kus teadusasutuste võrgustikke saaks paremini ära kasutada (vt ka juhtumiuuringute kokkuvõtet).

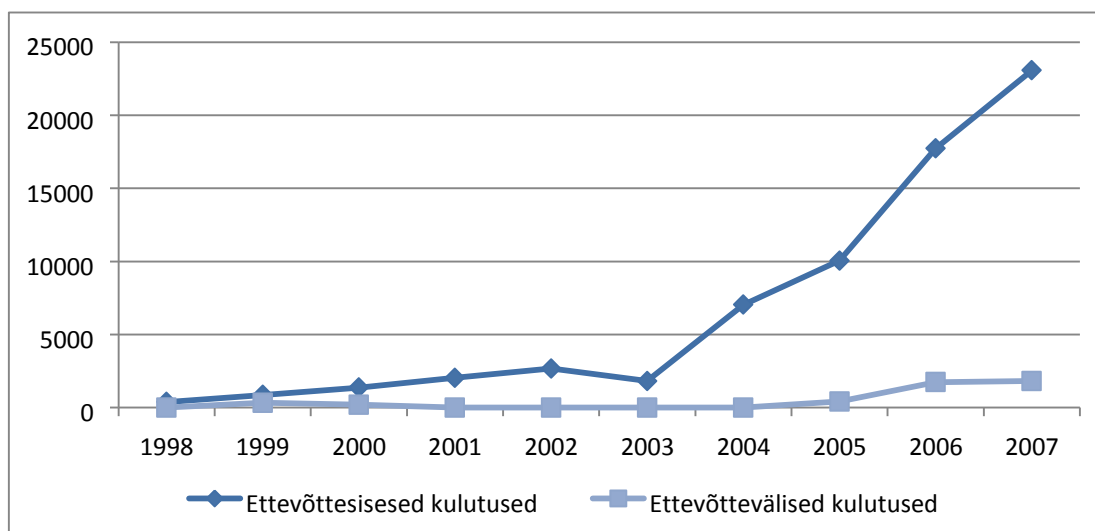


**Joonis 48 Koostöös teiste ettevõtete ja asutustega innovatsioone välja töötanud ettevõtete osakaal IKT sektoris 2010-2012, %**

Allikas: Autorite koostatud EUROSTAT-i elektroonilise andmebaasi alusel

Kui Euroopa riikide hulgas on Eesti IKT sektor eeltoodud analüüsi põhjal keskmiste hulgas, siis tegelikult on see sektor oluliselt oma siseseid innovatsioonikulutusi (sh TA investeeringuid) kasvatanud (Joonis 49). Sektori arengutrajektoor on täielikus kooskõlas Castellaci (2008) poolt toodud iseloomulikele aspektidele spetsialiseeritud teadmuse pakujate suhtes. Castellaci väitel on tüüpilised innovaatilised tuumikettevõtted neis harudes tarkvara-, TA-, inseneri- või konsultatsiooniettevõtted, kes toetuvad oma innovatsioonides IKT tehnoloogia laiema paradigma arengule. Neis harudes on väga dünaamilised innovatsioonid loomise võimalused, domineerivad väikese ja keskmise suurusega ettevõtted ning kasumi kindlustamine toimub läbi oskusteabe ja copyright-i kasutamise. Patenteerimine on suhteliselt väha oluline, mida tõid välja ka juhtumiuuringud.

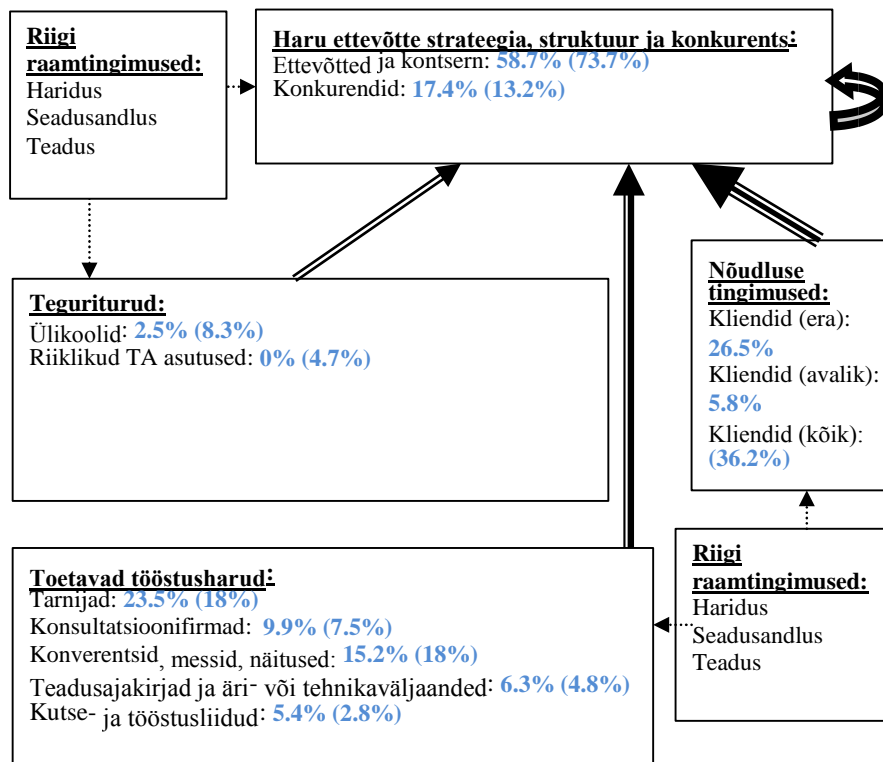
Peamiseks innovatsiooni tüübiks on uued teenused, samuti ka organisatsioonilised innovatsioonid ning need saavutatakse innovatsioonikulutuste ja TA abil, kuid samuti ka töötajate koolituse ning erinevate koostööprojektide kaudu. Huvitav on asjaolu, et kui Castelleci toob välja tugevat koostööd klientide ja ülikoolidega, kellega koostöös innovatsioone luuakse, siis Eesti IKT sektori koondpilt näitab, et ülikoolidega koostöö on väga kõikum. Põhjus võib peituda asjaolus, et mitmed ettevõtjad (näiteks Dumas 2013 välja toodud näited) omavad mingeid seoseid (nt doktorantuur vmt) ülikoolidega, mis hõlmavad kaasaegset teadmust, mistõttu selline teadmuse hankimine ettevõtete käivitamisel ei ole nii oluline. Samas tuleb siinkohal märkida, et start-up ettevõtteid need andmed hästi ei kajasta, kuna hõlmavad ettevõtteid, kus on üle 10 töötaja.



**Joonis 49 Ettevõttesisesed ja –välised innovatsioonikulutused IKT sektoris (tuh eurot)** Allikas: Autorite koostatud Eesti Statistika elektroonilise andmebaasi alusel

Kui vaadata ettevõtte siseste teadmusallikate olulisust innovatsioonis, siis see on kahanenud võrreldes eelmise uuritud perioodiga (vt Joonis 50), samas on kasvanud mõned koostöönäitajad (nt konkurentide, tarnijate ja konsultantide roll olulise infoallikana innovatsioonide väljatöötamisel). Siin on kasutatud Coheni ja Levintahli (1990)

absorbeerimisvõime (*absorptive capacity*) kontseptsiooni edasiarendust Meeus'e, Oerlemans'i ja Hage (2004) poolt, mille kohaselt väga madala ja väga kõrge sisemise teadmiste tasemega ettevõtted kasutavad väliseid teadmiste allikaid vähem võrreldes keskmise teadmiste tasemega ettevõtetega. Välise teadmise absorbeerimisvõime on innovatsioonide väljatöötamise ja elluviimise seisukohast väga oluline, kuid väga madala teadmiste tasemega ettevõtted ei tunne ära välistes allikates peituvaid võimalusi; kõrge teadmiste tasemega ettevõtetes on vajatavad spetsiifilised teadmised enamasti ettevõtte sees olemas ja tulu väliste allikate kasutamisest väike<sup>23</sup>.



## Joonis 50 Teadmise olulisus IKT sektori innovatsioonide jaoks 2010-2012 ja sulgudes 20082010.

Allikas: Autorite koostatud Eesti Statistika elektroonilise andmebaasi alusel

Huvitav on asjaolu, et kuigi avalik sektor on suur IKT klient kui mahtude järgi otsustada (riigihaldus ja -kaitse, aga ka haridusteenused), siis innovatsioonide jaoks olulise teadmusallikana omab avalik sektor veel väikest tähtsust. Juhtumiuuringute põhjal võib väita, et avalikus sektoris omavad kriitilist tähtsust üksikisikud (nn muutuste agendid) ja teadlaste suhted nendega, et innovatsioon saaks toimuda.

<sup>23</sup> vt ka Cohen, W. M. and Levinthal, D. A. (1990). 'Absorptive Capacity: A New Perspective of Learning and Innovation.', *Administrative Science Quarterly*, 35, lk.128–152. ja Meeus, M.T.H., Oerlemans, L.A.G. and Hage, J. (2004). 'Industry–Public Knowledge Infrastructure Interaction: Intra- and Inter-Organizational Explanations of Interactive Learning.' *Industry and Innovation*, 11, 4, lk.327–352.

Analüüsid IKT sektori seotust teiste majandusharudega, võib välja tuua suhteliselt tugevamad seosed telekommunikatsioonisektori enda sees, kuid üle 10 miljoni euro 2010. aastal andis IKT sisendit ka erinevatesse teistesse teenustesektori harudesse (hulgi- ja jaemüük; riigihalduse ja -kaitse, kohustusliku sotsiaalkindlustuse teenused; õigusabi- ja arvepidamisteenused; peakontoriteenused; juhtimisalased nõustamisteenused; finantsteenused; ladustamisteenused ja veonduse abistavad teenused; reklaami- ja turuuringute korraldamise teenused, maismaaveondusteenused, kinnisvarateenused), muudest harudest olid olulisemad arvutid, elektroonika- ja optikaseadmed ning ehitised ja ehitustööd.

Mitmed ettevõtete TA rahastamisele keskendunud uuringud (Ukrainski et al. 2015, Vicente, Kitsing 2015) leidsid, et IKT sektori ettevõtted on olnud TA finantseerimisel riigipoolseks prioriteediks ning toetuste saamise puhul on positiivsed seosed on toetuse saadud ettevõtte käibe ja töötajate arvuga (suurettvõtted), samuti paiknemisega Tallinnas ja Harjumaal, kuid seoseid tulemuslikkusega (tootlikkusega) ei leitud või leiti statistiliselt oluline negatiivne seos (näitab, et toetust said nõrgemad). Nende uuringute üldine probleem on see, et tulemuste mõõtmise ja toetuse saamise vahele jääb liiga väike ajavahemik, mistõttu peegeldavad need rohkem ettevõtete profiili, kes toetusi said kui toetuse tulemuslikkust. Samas järeltavad Vicente ja Kitsing, et EAS on selgelt toetanud tugevamaid (eeldades nt eelnevat kasumilikkust, ekspordi jne). Seetõttu võib öelda, et innovatsiooni toetusmeetmetel on juhuslik ja vähike mõju ning põhjusena võib tuua sarnase probleemi, mis teaduseski: meetmete killustatusest tulenev fookuste puudumine ning projektimajanduse ebakindlus ja ajakulu.

Kokkuvõttes võib öelda, et enamike teadmusallikate olulisus (v.a. sisemised ja teadussektori allikad) on kasvanud, mis näitab teadmuse hankimise mitmekesisustumist ja kui siduda haru arengutrajektooriga, siis ka küpsemaks muutumist. Kuna juhtumiuuringud tõid välja mitmed tugevad teadusgrupid, siis võiks selles valdkonnas ka sobiva toetusmeetmetiku loomine tekitada majanduse-teaduse vahel senisest tulemuslikumaid seoseid.

#### **4. Analüüsi lühikokkuvõte: järeltused ja poliitikasoovitused**

Analüüsi peamiseks aluseks olevad juhtumiuuringud ei ole väga hea baas üldiste poliitikasoovituste andmiseks, kuna need juhtumid on iseenesest juba erandlikud, nad on teaduse premeeritud tippsaavutused, kuhu suur osa Eesti teadusest ei küüni. Seetõttu tuleb alljärgnevat soovitust võtta pigem ideedena, mis võiksid olla aluseks konkreetsemate poliitikate kujundamisel nii intellektuaalomandi poliitika kui ka rahastamise osas.

Ajalises mõttes juhtumiuuringute projekte kokku võttes tuleb tõdeda, et seesugune tehnoloogia loomine vajab päris pikka õppimis- ja realiseerimisperioodi. Kõige lühemad ajavahemikud tehnoloogia loomise protsessis on seotud IKT arendustega, mis tulenevalt selle

tehnoloogiavaldkonna kiirest arengust on loomulik, kuid samas võimaldab ka sobivalt kanaliseerides saavutada kiireid majanduslikke tulemusi.

Samas, vanade teadusharude puhul uute ideede ja baasteaduslike tehnoloogiate (seadmete, tehnikate, aparatuuri) loomine võtab märkimisväärselt rohkem aega. See tsüklite pikkus on teravas vastuolus rahastamise projektipõhisusega, millel on võrreldes tehnoloogia arengutsüklilig väga lühiajaline perspektiiv.

*„Eesti teaduspoliitikal on väga oluline puudus ja see on see, et kõik on grandipõhine, ja need on lühiajalised uurimistoetused, inimestel ei ole perspektiivi, ka väga edukas inimene, sa ei saa koguaeg midagi uut avastada. Lihtsalt ei saa, on olemas kiirema ja aeglasema arengu perioode. Siin puudubki stabiilne rahastus sõltumata sellest, mida sa teed.“*

Suur osa juhtumitest järgivad rohkem pakkumispoolset lineaarset innovatsioonimudelit. Miks lineaarset? Vastus peitub asjaolus, et praktiliselt ühelgi juhul ei mainitud ühtki Eesti innovatsioonisüsteemi toetavat institutsiooni/asutust/allüksust. Põhimõtteliselt on kõigi rakendamispüüdluste taga neil juhtumitel olnud teadlased ise või ka teiste riikide, aga samuti ka teised Eesti üksikud teadlased väljaspool konkreetset uurimisgruppide ja isegi teadusvaldkonda. Kolme juhtumi puhul võib näha nõudluse domineeritud ehk turu-tõmbe mudeli järgi toimunud mudelit ning ühe puhul on tegemist mõlema kombinatsiooniga. Viimast võiks pidada ideaalmudeliks, kuid samas toetub see samuti pigem üksikisikute initsiatiivile kui süsteemsele arendustegevusele ja toetavale keskkonnale, institutsioonidele.

Rakenduslikkust toetavate barjääride puhul võib välja tuua, et neid tunnetati keskmiselt vähem võrreldes soodustavate teguritega. Põhjuseks on asjaolu, et suur osa juhtumitest ei jõudnud märkimisväärse rakenduseni. Samas tunnistavad kõik, et konkreetse kliendi/tarbija olemasolu ja tehnoloogia joondatus selle vajadustele on väga olulise tähtsusega. Võib väita, et probleemikohad, mis on olulised teaduse rakendatavuse jaoks, kuid mida Eesti innovatsioonisüsteem väga ei toeta, on seotud innovatsioonisüsteemi fragmenteeritusega. Kõik juhtumid näitasid, et suhtlemine, teadmuse ülekanne, aga ka usaldus ja koostöö on kriitiliselt tähtsad.

Kokkuvõtlikult võibki välja tuua järgmised valdkonnad, millele teaduse suuremat rakendamist taotleb innovatsioonipoliitika võiks keskenduda:

- Koostööks vajalikud teenused ja kokkusaamisvõimalused. See sisaldab nii teadlaste mitteformaalseid suhteid majanduse/ühiskonna esindajatega, et avastada nõudluse poolt, kuid samuti ka teadlaste mobiilsusega seotud meetmete jätkumist, mis võimaldab levitada teadmust väljaspool Eestit ja leida seal partnereid. Hetkel on just kodumaise suhtlemise nõrkus suurem takistav probleem.



- Suurem finantseerimise stabiilsus ajas. Projektipõhine finantseerimine ei taga vajalikku stabiilsust, kuna ideest tehnoloogiani kulub isegi noorteadlaste puhul 4-10 aastat, EV teaduspreemiate puhul kaugelt pikem ajavahemik. Ühel juhtumil oli projektifinantseerimine üheks põhjuseks töögrupi lagunemisel.
- Enamikul gruppidest on SF/IUT ja ETF/PUT pidevalt eksisteerinud raamtingimusena, mis näitab, et need on toimunud pigem baasfinantseerimisena, kuid mille taotlemise protsessi on kadunud teadlaste aeg.
- Kõigi tehnoloogiate puhul on näha kasutatud toetusmeetmete paljusid ja mitmekesisust, mis viitab sellele, et kui jätkub projektipõhine teaduse rahastamise mudel, siis on vajalik hoida erinevate TA aspektide jaoks finantseerimist selleks, et luua edukaid tehnoloogiaid (mobiilsus, TA projektid, seadmed, doktorandid jne).
- Sageli on ka välismaine lepinguline teadustöö aidanud rahastada ja mitmel puhul ka ellu kutsunud uudse teadustöö, mistõttu on välise rahastamise hankimise ergutamise siinse poliitika puhul väga oluline. Välisprojekt toob sageli kaasa ka visiooni uuteks teadustöödeks, samuti ka võrgustiku.
- Tundub, et tugevatel teadlastel ei ole väga vahet, mis teadusteamaga nad täpselt tegelevad (mitme juhtumi puhul „juhtuti“ rakendusidee peale st tegeleti mitme suunaga ja satuti tarbijaga kokku nt konverentsidel, laboreid, ettevõtteid külastades jne.). Tulemuseks on ikka tippteadus. See viib mõttele, et esimese punktina toodud Eestisesse suhtlemise vajadus on veelgi olulisem, kuna võimaldab teadlastel avastada enda jaoks huvitavaid uurimisvaldkondi, mis võiksid ka rakendatavad olla. Kommertsialiseerimine ei ole olnud kõigi juhtumite eesmärk (selge eesmärk ainult vähestel juhtudel ja seal ka aktiivsed tegevused), pigem nähakse, et see justkui läheb teadlase rollist välja. Seetõttu, kui suurem rakenduslikkus muutub eesmärgiks, siis tuleb seda ka teadlase karjäärimudelil täpsemalt arvestada ning samuti ka teadlastele rohkem kommunikeerida ja teadvustada.
- Rakenduslikud projektid ei ole märkimisväärselt nõrgemad teadustulemuste osas, erinevus publitseerimises jookseb teadusvaldkonniti (IT-s on WoS publikatsioonide vähem, kuna see pole teaduse levimise oluline vahend). See leid lükkab meie valimis ümber rakendusteaduse madala taseme väite.
- Intellektuaalse omandi kaitse alase teadlikkuse ja vastavate teenuste kättesaadavuse parandamine. Kui traditsiooniliselt vaadeldakse patenti kui väljundindikaatorit (peegeldab teadmuse loomet ja ka nt ülikooli jaoks teenitavat tulu), siis siinse analüüsi alusel võib välja tuua, et patendi olulisus avaldub eelkõige leiutise kaitses kopeerimise eest, mis sisuliselt ühe juhtumi puhul takistas teadmuse loomise eest tulu saamist (*appropriability*), kuna idee oli väga kergesti kopeeritav kohe kui see oli avalikustatud.
- Tugitegevused (TTO) on olnud väga erinevad, ühest muustrit ei saa välja tuua, kuid üllatavalt nõrgad, mis tuleneb ka uuritud ajaperioodist, kui ülikoolid ise sellele veel tähelepanu ei pööranud. TTO-de rolli seetõttu juhtumiuuringud hästi ei kajasta ja seetõttu ei saa suuremaid soovitusi peale vastavate teenuste tugevdamisvajaduse selle uuringu põhjal anda.

- Enamikke tehnoloogiaid ei saaks müüa Eestis arvestataval määral (seos mõne Eesti ettevõtete grupiga on puudu sisuliselt), va IKT sektori juhtumid. See tähendab, et tänane Eesti tippteadus on aidanud majanduslikku kasu saada eelkõige väljaspool Eestit. Kindlasti oleks suurem tulu Eesti ühiskonnale just neist projektidest, mis on rakendatud siinses majanduses. Samuti peaks riik ja nt ka ülikoolid nägema suuremat pilti kasu saamisest kui lepinguline tulu.

## Kasutatud kirjandus

Aben, H., Ainola, L., Errapart, A., Anton, J. Teaduspreemia innovaatilise tooteni viinud väljapaistva teadus- ja arendustöö "Integraalse fotoelastsusmeetodi teooria, mõõtmistehnoloogia ja aparatuuri väljatöötamine ja rakendamine jääkpingete mõõtmisel klaasitööstuses" eest. Eesti Vabariigi Teaduspreemiad 2009, lk 38-57.

[[http://www.akadeemia.ee/\\_repository/file/TEADUDSPREEMIAD/TP\\_2009.pdf](http://www.akadeemia.ee/_repository/file/TEADUDSPREEMIAD/TP_2009.pdf)].

Bergek, A.; Jacobsson, S.; Carlsson, B.; Lindmark, S.; Rickne, A. (2007), Analyzing the functional dynamics of technological innovation systems: A scheme of analysis, *Research Policy*, 37; 407-429.

Binnig, G. and Rohrer, H. and Gerber, Ch. and Weibel, E. (1982). Tunneling through a controllable vacuum gap, *Applied Physics Letters*, 40, 178-180.

Breshi, S.; Malerba, F.; Orsenigo, L. (2000), Technological regimes and Schumpeterian patterns of innovation, *The Economic Journal*, 110: 388-410.

Carlsson, B.; Jacobsson, S.; Holmén, M.; Rickne, A. (2002), Innovation systems: analytical and methodological issues, *Research Policy*, 31:233-245.

Constant, E. W. II. (1980), *The Origins of the Turbojet Revolution*. Baltimore: Johns Hopkins University Press.

Dumas, M. (2013). The Rise of Estonian Startupsphere, *IT Professional Magazine*, July/August 8-11.

Edquist, C. 2005. *Systems of Innovation: Perspectives and Challenges*, – Fagerberg, J., Mowery

Et klaas ei puruneks. *Horisont* 2009, 4. [<http://labor.horisont.ee/fb5/?q=node/1145>].

Faulkner, W., (1994), Conceptualizing Knowledge Used in Innovation: A Second Look at the Science-Technology Distinction and Industrial Innovation, *Science, Technology, & Human Values*, 19, 4, 425-458.

Florida, R., (2002), The Learning Region, pp. 159-176 in Wolf, D.A., Gertler, M.S. (eds), *Innovation and Social Learning; Institutional Adaptation in an Era of Technological Change*, Houndmills, Hampshire, Basingstoke and New York: Palgrave Publishers Ltd.

Friedrich, P., Ülper, A., & Ukrainski, K. (2014). Shrinking Cities and Processes in Estonia. *Shrinking Cities, A Global Perspective*, New York, 119-137.

Gilsing, V., Bekkers, R., Freitas, I. M. B., & van der Steen, M. (2011). Differences in technology transfer between science-based and development-based industries: Transfer mechanisms and barriers. *Technovation*, 31(12), 638-647.

Greiner, M. A., & Franza, R. M. (2003). Barriers and bridges for successful environmental technology transfer. *The Journal of Technology Transfer*, 28(2), 167-177.

Harman, G. (2001). University-Industry Research Partnerships in Australia: Extent, benefits and risks. *Higher Education Research and Development*, 20(3), 245-264.

Kalvet, T., Pihl, T., Tiits, M. (2002), Eesti IT sektori innovatsioonisüsteemi analüüs. SA Archimedes. Kuusk, P.; Aret, A. (2004). Eesti Füüsika Seltsi Aastaraamat 2003 (toimetajad A.Aret ja P.Kuusk).

Laudan, R. (1984), Introduction, pp. 1- 26 in: Laudan, R. (Ed.), *The Nature of Technological Knowledge. Are Models of Scientific Change Relevant?* Reidel, Dordrecht.

Lõhmus, A.; Kink, I. (2002). Nanotehnoloogia ja teravikmikroskoopia. Engelbrecht, J.; Küttner, R. (Eds.). *Teadusmõte Eestis. Tehnikateadused (67 - 72)*. Tallinn: Eesti Teaduste Akadeemia Kirjastus. [[http://www.fyysika.ee/doc/akat\\_nano.pdf](http://www.fyysika.ee/doc/akat_nano.pdf)]

Maillat, D. (1991), "The Innovation Process and the Role of the Milieu" In Bergman, E., Maier, G. & Tödtling, F. (Eds.) *Regions Reconsidered*, Mansell Publishing Limited, London, New York

Malerba, F. (2002), Sectoral systems of innovation and production, *Research Policy*, 31:247-264.

Malerba, F. (2004a). Introduction. pp 9-41 in *Sectoral systems of innovation: concepts, issues and analyses of six major sectors in Europe*. Cambridge University Press.

Oltander, G., Percec Vico, E. (2005), A survey of the Swedish security industry and an innovation system analysis of the Swedish security sensor industry. Master Thesis Report No. 2005:1, Department of Innovation Engineering and Management, Chalmers University of Technology, Göteborg.

Pavitt, K. (1984), Sectoral Patterns of Technical Change: Towards a Taxonomy and a Theory, *Research Policy*, 13, 6, 343-374.

Polt, W., Gassler, H., Schibany, A., Rammer, C., & Schartinger, D. (2001). Benchmarking industry— science relations: the role of framework conditions. *Science and public policy*, 28(4), 247-258.

Porter, M.E. (1990). *The Competitive Advantage of Nations*. New York: The Free Press.

Rozeik, H., Jürgenson, A. (2009), Eesti info- ja kommunikatsioonisektori ettevõtete uuring, Poliitikauuringute keskus Praxis toimetised 2009/4.

The 1986 Nobel Prize in Physics. Press relaease, 15 October 1986. [[http://www.nobelprize.org/nobel\\_prizes/physics/laureates/1986/press.html](http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/1986/press.html)].

Ukrainski, K. (2008), *Sources of knowledge used in innovatsioon: An example of Estonian wood industries*, Tartu: Tartu University Press.

Wellings, P. (2008). *Intellectual property and research benefits*. Lancaster University.

Viitamo, E. (2001), Cluster Analysis and the Forest Sector – Where Are We Now? International Institute for Applied Systems Analysis Interim Report 01–016.

Vincenti, W., (1991), What engineers know and how they know it: Analytical studies form aeronautical industry, Baltimore: Johns Hopkins University Press.

Eesti Riigikogu valimised. OSCE/ODIHR-i valimiste hindamise missiooni aruanne. Avaldatud 16.mai 2011. [<http://www.osce.org/et/odihr/81813?download=true>]. 20.08.2015

E-hääletamise üldkirjeldus. [<http://www.vvk.ee/valijale/e-haaletamine/>]. 18.08.2015.

Elektroonilise hääletamise statistika. [<http://www.vvk.ee/valijale/e-haaletamine/e-statistika/>]. 17.08.2015.

Elektroonilise hääletamise projekti alused. [<http://www.vvk.ee/valijale/e-haaletamine/projektialused/>]. 18.08.2015.

Lipmaa, H., Mürk, O. E-valimiste realiseerimisvõimaluste analüüs. Avaldatud 9. aprill 2001. a. [<http://www.vvk.ee/public/dok/lipmaamyrk.pdf>]. 18.08.2015.

Martens, T. E-hääletamise organisatsiooniline ja tehniline kontseptsioon. Avaldatud 11. november 2003. [<http://www.vvk.ee/public/dok/Kontsept-03.pdf>]. 18.08.2015.

Meist. Cybernetica AS kodulehekülg. [<http://cyber.ee/meist/>]. 18.08.2015.

Smartmatic ja Cybernetica loovad Eestisse globaalse internetihääletamise kompetentsikeskuse. Cybernetica AS kodulehekülg. Avaldatud 19. juuni 2014. [<http://cyber.ee/uudised/smartmatic-jacybernetica-loovad-eestisse-globaalse-internetihaaletamise-kompetentsikeskuse/>]. 21.08.2015.

Tammet, T., Krosing, H. E-valimised Eesti Vabariigis: võimaluste analüüs. Avaldatud 24. oktoober 2001. a. [[www.vvk.ee/public/dok/evalimisteanalyys24okt.doc](http://www.vvk.ee/public/dok/evalimisteanalyys24okt.doc)]. 18.08.2015

EFS aastapreemia laureaadid. [<http://www.fyysika.ee/efs/autasud/aastapreemia.html>].

Eesti Vabariigi teaduspreemiad 2006, vastutav toimetaja Richard VILLEMS. Tallinn 2006: 26-37. [[http://www.akadeemia.ee/\\_repository/file/TEADUDSPREEMIAD/TP\\_2006.pdf](http://www.akadeemia.ee/_repository/file/TEADUDSPREEMIAD/TP_2006.pdf)].

Rabi, I.I.; Zacharias, J.R.; Millman, S. & Kusch, P. (1938). "A New Method of Measuring Nuclear Magnetic Moment". Physical Review 53 (4): 318–327.

Samoson, A.; Past, J. (2006). Tuumamagnetresonants Keemilise ja Bioloogilise Füüsika Instituudis. Teadusmõtte Eestis, Täppisteatudused (47 - 51). Tallinn: Eesti Teaduste Akadeemia. [[http://www.fyysika.ee/doc/akad\\_6\\_TMR.pdf](http://www.fyysika.ee/doc/akad_6_TMR.pdf)]. 21.08.2015.

The Nobel Prize in Physics 1944. [[http://www.nobelprize.org/nobel\\_prizes/physics/laureates/1944/](http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/1944/)].

The Nobel Prize in Physics 1952. [[http://www.nobelprize.org/nobel\\_prizes/physics/laureates/1952/](http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/1952/)].

The Nobel Prize in Chemistry 1991. [[http://www.nobelprize.org/nobel\\_prizes/chemistry/laureates/1991/](http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/chemistry/laureates/1991/)].

Binnig, G. and Rohrer, H. and Gerber, Ch. and Weibel, E. (1982). Tunneling through a controllable vacuum gap, Applied Physics Letters, 40, 178-180

The 1986 Nobel Prize in Physics. Press release, 15 October 1986. [http://www.nobelprize.org/nobel\_prizes/physics/laureates/1986/press.html].

## Lisa 1: Intervjuu küsimustik

Takistavad tegurid	Kõrge	Keskmine	Madal
<b>Tehnilist laadi takistused</b>			
Tehnilised, tehnoloogiast tulenevad riskid			
Puudusid sõnastatud nõudeid tehnoloogiale/seadmele			
Ei osanud määratleda lõppkasutajat			
Puudusid vajalikud testitulemused (andmed)			
Soov riske vältida			
Muu			
<b>Regulatiivsed piirangud</b>			
Ajakava piirangud			
Eelarve piirangud			
TAO (vm) järelvalve			
Spetsifikatsioonide ebaselgus			
Spetsifikatsioonide muutumine			
Seadusandluse puudulikkus, mis takistas tehnoloogia kasutuselevõttu			
Pikk arendustegevuse ja tarnete aeg			
Muu			
<b>Inimestega seotud takistused</b>			
Kommertsialiseerimine polnud otseselt eesmärk			
Puuduvad uue tehnoloogiaga seotud teadmised			
Meeskonnaliikmete voolavus			
Kartus, et ei suudeta projekti eestvedajaks olla			
Meeskonnaliikmete jaoks oli tehnoloogia rakendamine kõrvalise tähtsusega			
Meeskonnaliikmete koormatus muude tegevustega			
Puudusid rakendamisalased kogemused			
Usalduse puudumine suhetes TAO-ga			
Usalduse puudumine lõpptarbija suhtes			
Kaugus lõpptarbijast (kultuuriline ja geograafiline)			
Intellektuaalomandi alaste teadmiste puudulikkus			
Muu			

Soodustavad tegurid	Kõrge	Keskmine	Madal
<b>Üldised, tehnoloogia, meeskonna ja keskkonnaga seotud tegurid</b>			
Toetav keskkond ülikooli sees (tehniline võimekus, laborid)			
Ajakirjade, seminaride jmt kättesaadavus			
Piisavad ressursid arendustegevuse jaoks			
Riigipoolne toetus (nt EAS-i) projekti läbiviimiseks			
Tehnoloogial on kasutaja jaoks väga oluline ja selge väärtus			
Projekti tugev eestvedamine			
Uurimismeeskonna ja rakendaja suhted, rakendaja kaasamine varases faasis			
Juhttarbija identifitseerimine			
Meeskonna tahe otsida ja õppida (otsiv vaim)			
Mõne kolmanda osapoolde soovitusel			
Tehnoloogia demonstreerimine kasutajatele			
Agressiivne turundustegevus			
Usk väljatöötatud tehnoloogia toimimisse			
Muu			
<b>Formaalsed toetavad tegurid</b>			
Põhjaliku ja selge dokumentatsiooni olemasolu			
Rakendusprojekti (-uuringu) loomine			
Informatsiooni levitamine läbi formaalsete kanalite (nt TAO)			
Toetavate tegevuste olemasolu (bürookraatiaga organiseerimise jmt-ga seotud)			
Muu			
<b>Mitteformaalsed toetavad tegurid</b>			
Mitteformaalsed suhted tarbijaga			
Meeskonna võime infot saada ja vahetada mitteformaalsete kanalite kaudu (tuttavad jne)			
Partnerite vaheline soov suhelda			
Usaldusväärsus partnerite vahel			
Erinevad preemiad (rahalisel, auhinnad, ka ühiskonna tunnustus jne)			
Muu			

## Lisa 2: Teravikmikroskoobiga seotud patentide nimekiri

<b>1. WO/2012/146979 METHOD AND DEVICE FOR SPRAYING SAMPLE OR SOLVENT CONTAINING THE SAMPLE FROM IONIZATION SOURCE TO MASS SPECTROMETER</b>			WO	01.11.2012
<a href="#">H01J 49/16</a>	PCT/IB2012/000920	UNIVERSITY OF TARTU	KRUVE, Anneli	
<p>The present invention relates to a method of spraying the analyte or the effluent comprising the analyte from ionisation source into mass spectrometer whereas into the spray of the effluent is directed additional inner spray of the nebulising gas for breaking the spray of the effluent and for reducing the size of the effluent droplets. For implementing of said method is proposed a injector capillary system where into the external capillary (A) of the outer nebulizer gas is placed the capillary (B) of the analyte or effluent comprising the analyte into which is respectively placed additional third inner capillary (C) or the bundle of inner capillaries of the nebulizer gas where through capillary (C) the nebulising gas is directed into the spray of the effluent.</p>				
<b>2. 20120019760 Method of preparation of surface coating of variable transmittance and electro-optical appliance including the same</b>			US	26.01.2012
B05D 3/10	13260067	Timusk Martin	Timusk Martin	
<p>Method of preparation of surface coating of variable transmittance and an electro-optical layered appliance including the same comprises dispersing of liquid crystal microdroplets in hydrolyzable and polymerizable precursors and applying obtained mixture on a surface by spraying. Applying the material to the surface by spraying is intrinsically related to the synthesis processes because the properties of the surrounding environment (i.e. content of water and acidity, UV radiation) and the chemical reactions that take place during spraying have considerable influence on the properties (i.e. driving voltage, thickness of obtained layer). Obtained layered appliance comprises of a matrix material with dispersed microdroplets of liquid crystal obtained by the described method, electrically conductive transparent electrodes with contacts, a dielectric material, substrate and covering layers.</p>				
<b>3. WO/2011/018498 METHOD AND DEVICE FOR MEASURING THE CONCENTRATION, VISCOSITY AND SURFACE TENSION OF A SUBSTANCE USING A RESONATOR</b>			WO	17.02.2011
<a href="#">G01N 27/00</a>	PCT/EP2010/061752	UNIVERSITY OF TARTU	VLASSOV, Sergei	
<p>The present invention is related to the method and device for measuring the chemical and biological analyte or viscosity and surface tension of the liquid. The device is comprised of a tuning fork type quartz crystal resonator having an associated resonant frequency and the sensing part attached to at least one prong of the resonator. The sensing part is made from low density and high surface area material, e.g. carbon nanotube fibre. Method comprises the immersing of only the sensing part of the device into the liquid, excitation of the sensor with electric field and registration of the changes in resonant frequency due to changes in mass of the sensing part or due to changes in viscosity and surface tension of the liquid.</p>				
<b>4. WO/2010/108987 METHOD OF PREPARATION OF SURFACE COATING OF VARIABLE TRANSMITTANCE AND ELECTRO-OPTICAL APPLIANCE INCLUDING THE SAME</b>			WO	30.09.2010
<a href="#">C09K 19/52</a>	PCT/EP2010/053939	UNIVERSITY OF TARTU	TIMUSK, Martin	

Method of preparation of surface coating of variable transmittance and an electro-optical layered appliance including the same comprises dispersing of liquid crystal microdroplets in hydrolyzable and polymerizable precursors and applying obtained mixture on a surface by spraying. Applying the material to the surface by spraying is intrinsically related to the synthesis processes because the properties of the surrounding environment (i.e. content of water and acidity, UV radiation) and the chemical reactions that take place during spraying have considerable influence on the properties (i.e. driving voltage, thickness of obtained layer). Obtained layered appliance comprises of a matrix material with dispersed microdroplets of liquid crystal obtained by the described method, electrically conductive transparent electrodes with contacts, a dielectric material, substrate and covering layers.

5. <a href="#">WO/2008/148399</a> <b>METHOD FOR PREPARING OXIDE MATERIAL</b>			WO	11.12.2008
<a href="#">C01B 13/32</a>	PCT/EE2008/000016	UNIVERSITY OF TARTU	JÄRVEKÜLG, Martin	

In the current invention a method for the preparation of an oxide material was described that involves bringing the sol onto the substrate, the gelation of the solution and thermal treatment of the gel. Alkoxides are used as precursor materials for the sol preparation and substrate free structures are employed for the manufacturing of the oxide material. A gel film with thickness ranging from 5 nm to 1 µm is created onto the sol layer. The gelled film is separated into pieces by self organizing and the gelled part is disconnected from the substrate. Substrate free tubular structures with diameters ranging from 0.01-100 µm are formed of the gel film which are then heated at temperature range of 200-1600 C during a period of 5 minutes to 10 hours. The manufactured oxide materials are employed as catalysts, gas sensors, stationary phases of chromatographic columns, composite materials, thermal isolation materials and micro- or nano electronic mechanical systems (MEMS or NEMS) components.

6. <a href="#">WO/2003/018884</a> <b>METHOD FOR PRODUCING OPTICALLY TRANSPARENT AND ELECTROCONDUCTIVE FIBRES AND THE SENSOR OF SCANNING PROBE MICROSCOPE MADE OF THIS FIBRE</b>			WO	06.03.2003
<a href="#">D01F 9/08</a>	PCT/EE2002/000007	UNIVERSITY OF TARTU	TÄTTE, Tanel	

A method for producing optically transparent and electro-conductive fibres consists of the heating of four valent tin alkoxide at 100-200°C temperatures and 0.1-20 mmHg pressure in an anhydrous environment until 12 Pa.s viscosity is reached, and of subsequent addition of special dopant. The fibres are made of the mixture and inside a gaseous environment at 5-100 % relative humidity their structure becomes gel-like. The fibres are subsequently heated up to 300-1500°C, which transforms their structure to Sn<sub>1-y</sub>ZyO<sub>2</sub>, where Z is a metal of V group and in which concentration is 0.3 parts per mol. A sensor of scanning probe microscope that can operate simultaneously as a STM probe and SNOM probe differs because it is made from the optically transparent and electroconductive fibre made by the method described in this invention and has diameter of 5-100 µm and length of 0.1-500 mm whereas at least one end of the fibre has the shape of a cone with 1-60° tip angle 0.5-250 nm tip radius

### Lisa 3: Teravikmikroskoobiga seotud artiklite nimekiri

# Autorid	Pealkiri	Ajakiri	Aasta
1 Lohmus, A; Tzalenchuk, A; Korrovits, V; Ivanov, Z; Lohmus, R; Lobjakas, M; Heinloo, A; Pehrson, S; Claesson, T	Non-magnetic heating for temperature control in scanning SQUID microscope	PHYSICA B	2000



2	Lohmus, R; Erts, D; Lohmus, A; Svensson, K; Jompol, Y; Olin, H	STM and AFM instrumentation combined with transmission electron microscope	PHYSICS OF LOW-DIMENSIONAL STRUCTURES	2001
3	Erts, D; Lohmus, A; Lohmus, R; Olin, H; Pokropivny, AV; Ryen, L; Svensson, K	Force interactions and adhesion of gold contacts using a combined atomic force microscope and transmission electron microscope	APPLIED SURFACE SCIENCE	2002
4	Hussainova, I; Kommel, L; Volobujeva, O	Microscopic characterization of surface morphology of nanostructured copper	REVIEWS ON ADVANCED MATERIALS SCIENCE	2005 Lohmus, R;
5	Polyakov, B.; Dorogin, L. M.; Vlassov, S.; Kink, I.; Lohmus, A.; Romanov, A. E.; Lohmus, R.	Real-time measurements of sliding friction and elastic properties of ZnO nanowires inside a scanning electron microscope	SOLID STATE COMMUNICATIONS	2011
6	Vlassov, Sergei; Polyakov, Boris; Dorogin, Leonid M.; Lohmus, Ants; Romanov, Alexey E.; Kink, Ilmar; Gnecco, Enrico; Lohmus, Ruenno	Real-time manipulation of gold nanoparticles inside a scanning electron microscope	SOLID STATE COMMUNICATIONS	2011
7	Polyakov, Boris; Dorogin, Leonid M.; Vlassov, Sergei; Kink, Ilmar; Romanov, Alexey E.; Lohmus, Rynno	Simultaneous measurement of static and kinetic friction of ZnO nanowires in situ with a scanning electron microscope	MICRON	2012
8	Polyakov, Boris; Dorogin, Leonid M.; Lohmus, Ants; Romanov, Lohmus, Rynno	In situ measurement of the kinetic friction of ZnO nanowires inside a scanning electron microscope	APPLIED SURFACE SCIENCE Alexey E.;	2012
9	Polyakov, Boris; Vlassov, Sergei; Dorogin, Leonid M.; Butikova, Jelena; Antsov, Mikk; Oras, Sven; Lohmus, Ruenno; Kink, Ilmar	Manipulation of nanoparticles of different shapes inside a scanning electron microscope	BEILSTEIN JOURNAL OF NANOTECHNOLOGY	2014

#### Lisa 4 Integraalse fotoelastsusmeetodiga seotud artiklite nimekiri

#	Autorid	Pealkiri	Ajakiri	Aasta
1	Aben, Hk	Integrated Photoelasticity Of Axisymmetric-Bodies	OPTICAL ENGINEERING	1982
2	Aben, H	On The Existence Of Characteristic Directions In 3-Dimensional Photoelasticity	INGENIEUR ARCHIV	1982

<b>3</b>	Aben, H; Idnurm, S; Josephson, J; Kell, Kj	Integral Tension Optics	ZEITSCHRIFT FUR ANGEWANDTE MATHEMATIK UND MECHANIK	1984
<b>4</b>	Aben, Hk; Krasnowski, Br; Pindera, Jt	Nonrectilinear Light Propagation In Integrated Photoelasticity Of Axisymmetric-Bodies	TRANSACTIONS OF THE CANADIAN SOCIETY FOR MECHANICAL ENGINEERING	1984
<b>5</b>	Aben, Hk	Characteristic Directions In Optics Of Twisted Birefringent Media	JOURNAL OF THE OPTICAL SOCIETY OF AMERICA A- OPTICS IMAGE SCIENCE AND VISION	1986
<b>6</b>	Aben, H; Kell, Kj	Integrated Photoelasticity As Tensor Field Tomography	ZEITSCHRIFT FUR ANGEWANDTE MATHEMATIK UND MECHANIK	1986
<b>7</b>	Aben, Hk	Kerr Effect Tomography For General Axisymmetrical Field	APPLIED OPTICS	1987
<b>8</b>	Aben, Hk	Light-Intensity In 3-D Photoelastic Analysis	JOURNAL OF ENGINEERING MECHANICS-ASCE	1988
<b>9</b>	Aben, Hk; Josephson, Ji; Kell, Kje	The Case Of Weak Birefringence In Integrated Photoelasticity	OPTICS AND LASERS IN ENGINEERING	1989
<b>10</b>	Aben, H; Idnurm, S; Josephson, J; Kell, Kj; Puro, A	Integrated Photoelasticity For Residual-Stresses In Glass Specimens Of Complicated Shape	SPECKLE TECHNIQUES, BIREFRINGENCE METHODS, AND APPLICATIONS TO SOLID MECHANICS, PTS A & B	1991
<b>11</b>	Aben, H; Idnurm, S; Josephson, J; Puro, A	Integrated Photoelasticity For Stress-Analysis In Glass Specimens Of Complicated Shape	APPLIED MECHANICS - 4	SOLID 1991
<b>12</b>	Aben, H; Puro, A; Laermann, Kh	Axisymmetrical Nonlinear Problems In Integrated Photomechanics	RECENT ADVANCES IN EXPERIMENTAL MECHANICS, VOLS 1 AND 2	1994

<b>13</b>	Aben, HK	Edge And Boundary Stress Measurement In Glass	GLASS TECHNOLOGY	1995
<b>14</b>	Aben, H; Josepson, J	On The Precision Of Integrated Photoelasticity For Hollow Glassware	OPTICS AND LASERS IN ENGINEERING	1995
<b>15</b>	Aben, H; Josepson, J; Puro, A	Cases Of Weak And Strong Birefringence In Integrated Photoelasticity	PHOTOMECHANICS '95	1996
<b>16</b>	Aben, H; Anton, J; Josepson, J	Nonaxisymmetric Residual Stress Distribution In Axisymmetric Glass Articles	GLASTECHNISCHE BERICHTE-GLASS SCIENCE AND TECHNOLOGY	1996
<b>17</b>	Aben, H; Anton, J; Puro, A	Modern Photoelasticity For Residual Stress Measurement In Glass Articles Of Complicated Shape	FUNDAMENTALS OF GLASS SCIENCE AND TECHNOLOGY 1997	1997
<b>18</b>	Aben, H; Puro, A	Photoelastic Tomography For Three-Dimensional Flow Birefringence Studies	INVERSE PROBLEMS	1997
<b>19</b>	Aben, H; Josepson, J	Strange Interference Blots In The Interferometry Of Inhomogeneous Birefringent Objects	APPLIED OPTICS	1997
<b>20</b>	Aben, H; Ainola, L; Anton, J	Complete Residual Stress Measurement In Axisymmetric Glass Articles	EXPERIMENTAL MECHANICS, VOLS 1 AND 2: ADVANCES IN DESIGN, TESTING AND ANALYSIS	1998
<b>21</b>	Aben, H; Ainola, L	Interference Blots And Fringe Dislocations In Optics Of Twisted Birefringent Media	JOURNAL OF THE OPTICAL SOCIETY OF AMERICA A- OPTICS IMAGE SCIENCE AND VISION	1998
<b>22</b>	Ainola, L; Aben, H	Duality In Optical Theory Of Twisted Birefringent Media	JOURNAL OF THE OPTICAL SOCIETY OF AMERICA A- OPTICS IMAGE SCIENCE AND VISION	1999

<b>23</b>	Aben, H; Ainola, L; Anton, J	Integrated Photoelasticity As A Tool For Quality Control In Glass Industry	ANSRUCH UND TENDENZEN IN DER EXPERIMENTELLEN STRUKTURMECHANIK	1999
<b>24</b>	Ainola, L; Aben, H	Hybrid Mechanics For Axisymmetric Thermoelasticity Problems	JOURNAL OF THERMAL STRESSES	2000
<b>25</b>	Aben, H; Ainola, L	Hybrid Stress Analysis With Integrated Photoelasticity	IUTAM SYMPOSIUM ON ADVANCED OPTICAL METHODS AND APPLICATIONS IN SOLID MECHANICS	2000
<b>26</b>	Aben, H; Ainola, L; Anton, J	Integrated Photoelasticity For Nondestructive Residual Stress Measurement In Glass	OPTICS AND LASERS IN ENGINEERING	2000
<b>27</b>	Aben, H; Ainola, L	Interference Blots In Integrated Fringe Patterns	IUTAM SYMPOSIUM ON ADVANCED OPTICAL METHODS AND APPLICATIONS IN SOLID MECHANICS	2000
<b>28</b>	Aben, H; Ainola, L	Isochromatic Fringes In Photoelasticity	JOURNAL OF THE OPTICAL SOCIETY OF AMERICA A- OPTICS IMAGE SCIENCE AND VISION	2000
<b>29</b>	Aben, H; Ainola, L	Optical Tomography Of The Laser's Gaussian Electric Field	OPTICS AND LASER TECHNOLOGY	2001
<b>30</b>	Aben, H	Simplified Interpretation Of An Integrated Photoelastic Fringe Pattern	EXPERIMENTAL TECHNIQUES	2001
<b>31</b>	Ainola, L; Aben, H	Transformation Equations In Polarization Optics Of	JOURNAL OF THE OPTICAL SOCIETY	2001

		Inhomogeneous Birefringent Media	OF AMERICA A- OPTICS IMAGE SCIENCE AND VISION	
--	--	----------------------------------	---	--

<b>32</b>	Ainola, L; Aben, H	Alternative Equations Of Magnetophotoelasticity And Approximate Solution Of The Inverse Problem	JOURNAL OF THE OPTICAL SOCIETY OF AMERICA A-OPTICS IMAGE SCIENCE AND VISION	2002
<b>33</b>	Ainola, L; Aben, H	A New Relationship For The Experimental-Analytical Solution Of The Axisymmetric Thermoelasticity Problem	ZEITSCHRIFT FUR ANGEWANDTE MATHEMATIK UND MECHANIK	2004
<b>34</b>	Ainola, L; Aben, H	On Hybrid Thermomechanics For Multilayered Cylinders	JOURNAL OF THERMAL STRESSES	2004
<b>35</b>	Ainola, L; Aben, H	On The Optical Theory Of Photoelastic Tomography	JOURNAL OF THE OPTICAL SOCIETY OF AMERICA A-OPTICS IMAGE SCIENCE AND VISION	2004
<b>36</b>	Aben, H; Errapart, A; Ainola, L; Anton, J	Photoelastic Tomography For Residual Stress Measurement In Glass	OPTICAL METROLOGY IN PRODUCTION ENGINEERING	2004
<b>37</b>	Ainola, L; Aben, H	Theory Of Magnetophotoelasticity With Multiple Reflections	JOURNAL OF OPTICS A-PURE AND APPLIED OPTICS	2004
<b>38</b>	Aben, H; Errapart, A; Ainola, L; Anton, J	Photoelastic Tomography For Residual Stress Measurement In Glass	OPTICAL ENGINEERING	2005
<b>39</b>	Ainola, L; Aben, H	Principal Formulas Of Integrated Photoelasticity In Terms Of Characteristic Parameters	JOURNAL OF THE OPTICAL SOCIETY OF AMERICA A-OPTICS IMAGE SCIENCE AND VISION	2005
<b>40</b>	Ainola, L; Aben, H	Transformation Equation In Three-Dimensional Photoelasticity	JOURNAL OF THE OPTICAL SOCIETY OF AMERICA A-OPTICS IMAGE SCIENCE AND VISION	2006

<b>41</b>	Aben, H.; Errapart, A.	A Non-Linear Algorithm Of Photoelastic Tomography For The Axisymmetric Problem	EXPERIMENTAL MECHANICS	2007
<b>42</b>	Ainola, Leo; Aben, Hillar	Factorization Of The	JOURNAL OF THE	2007
		Polarization Transformation Matrix In Integrated Photoelasticity	OPTICAL SOCIETY OF AMERICA A-OPTICS IMAGE SCIENCE AND VISION	
<b>43</b>	Anton, J.; Errapart, A.; Aben, H.; Ainola, L.	A Discrete Algorithm Of Integrated Photoelasticity For Axisymmetric Problems	EXPERIMENTAL MECHANICS	2008
<b>44</b>	Ainola, Leo; Aben, Hillar	Approximate Solution Of The Inverse Problem Of Axisymmetric Thermoelasticity For Residual Stress Measurement In Glass	JOURNAL OF THERMAL STRESSES	2008
<b>45</b>	Ainola, Leo; Aben, Hillar	Integrated Photoelasticity For Axisymmetric Thermal Stress Measurement Using The Stress Function	JOURNAL OF THERMAL STRESSES	2008
<b>46</b>	Aben, H.; Anton, J.; Errapart, A.	Modern Photoelasticity For Residual Stress Measurement In Glass	STRAIN	2008
<b>47</b>	Ainola, Leo; Aben, Hillar	On The Generalized Wertheim Law In Integrated Photoelasticity	JOURNAL OF THE OPTICAL SOCIETY OF AMERICA A-OPTICS IMAGE SCIENCE AND VISION	2008
<b>48</b>	Errapart, A.	On The Technology Of Photoelastic Tomography	EXPERIMENTAL TECHNIQUES	2008
<b>49</b>	Ainola, Leo; Aben, Hillar	Fringe Patterns In Integrated Photoelasticity	JOURNAL OF THE OPTICAL SOCIETY OF AMERICA A-OPTICS IMAGE SCIENCE AND VISION	2009
<b>50</b>	Aben, Hillar; Ainola, Leo; Errapart, Andrei	Application Of The Abel Inversion In Case Of A Tensor Field	INVERSE PROBLEMS IN SCIENCE AND ENGINEERING	2010

<b>51</b>	Aben, H.; Ainola, L.; Errapart, A.	Photoelastic Tomography As Hybrid Mechanics	ICEM 14: 14TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON EXPERIMENTAL MECHANICS, VOL 6	2010
<b>52</b>	Hoedemann, Siim; Kikas, Jaak; Aben, Hillar; Anton, Johan; Errapart, Andrei	Effects Of Ray Bending In Scattered Light Photoelasticity For Tempered And Annealed Glass Plates	ADVANCES IN EXPERIMENTAL MECHANICS VIII	2011
<b>53</b>	Errapart, Andrei; Aben, Hillar	Determination Of All Stress Components Of Axisymmetric Stress State In Photoelastic Tomography	ICEM15: 15TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON EXPERIMENTAL MECHANICS	2012
<b>54</b>	Yoshida, Satoshi; Iwata, Sohtaro; Sugawara, Toru; Miura, Yoshinari; Matsuoka, Jun; Errapart, Andrei; Kurkjian, Charles R.	Elastic And Residual Stresses Around Ball Indentations On Glasses Using A MicroPhotoelastic Technique	JOURNAL OF NONCRYSTALLINE SOLIDS	2012
<b>55</b>	Aben, H.; Errapart, A.	Photoelastic Tomography With Linear And Non-Linear Algorithms	EXPERIMENTAL MECHANICS	2012
<b>56</b>	Chen, Y.; Locheignies, D.; Defontaine, R.; Anton, J.; Aben, H.; Langlais, R.	Measuring The 2d Residual Surface Stress Mapping In Tempered Glass Under The Cooling Jets: The Influence Of Process Parameters On The Stress Homogeneity And Isotropy	STRAIN	2013
<b>57</b>	Van Der Veen, F. M.; Aben, H. P.; Smits, M.; Roder, C. H.	GRAPHEME-COLOR SYNESTHESIA INTERFERES WITH COLOR PERCEPTION IN A STANDARD STROOP TASK	NEUROSCIENCE	2014
<b>58</b>	Aben, H.; Errapart, A.; Anton, J.	Measuring Residual Stresses In Homogeneous And Composite Glass Materials Using Photoelastic Techniques	RESIDUAL STRESSES IN COMPOSITE MATERIALS	2014
<b>59</b>	Aben, H.; Locheignies, D.; Chen, Y.; Anton, J.; Paemurru, M.; Ois, M.	A New Approach To Edge Stress Measurement In Tempered Glass Panels	EXPERIMENTAL MECHANICS	2015

## Lisa 5 Tumeaine ja universumi kargstruktuuriga seotud artiklite nimekiri

	<b>Autorid</b>	<b>Pealkiri</b>	<b>Ajakiri</b>	<b>Aasta</b>
1	Shvartz, E; Benor, D; Saar, E	Acclimatization To Severe Dry Heat By Brief Exposures To Humid Heat.	Ergonomics	1972
2	Shvartz, E; Benor, D; Saar, E	Natural Acclimatization To Work In Severe Heat.	Aerospace medicine	1972
3	Shvartz, E; Saar, E; Meyerstein, N; Benor, D	A Comparison Of Three Methods Of Acclimatization To Dry Heat.	Journal of applied physiology	1973
4	Shvartz, E; Saar, E; Benor, D	Physique And Heat Tolerance In Hot-Dry And Hot-Humid Environments.	Journal of applied physiology	1973
5	Shvartz, E; Saar, E; Meyerstein, N; Benor, D	Heat Acclimatization While Wearing VaporBarrier Clothing.	Aerospace medicine	1973
6	Kaarma, Kh T; Tiit, E A; Saar, E A	Zavisimost' Massy Donoshennogo Ploda Ot Massy I Rosta Materi.. [Relation Of Term Fetal Mass To Maternal Mass And Height].	Akusherstvo i ginekologiya	1978
7	Einasto, J; Joeveer, M; Saar, E	Structure Of Superclusters And Supercluster Formation	MONTHLY NOTICES OF THE ROYAL ASTRONOMICAL SOCIETY	1980
8	Einasto, J; Joeveer, M; Saar, E	Superclusters And Galaxy Formation	NATURE	1980



9	Einasto, J; Tenjes, P; Barabanov, Av; Zasov, Av	Central Holes In Disks Of Spiral Galaxies	ASTROPHYSICS AND SPACE SCIENCE	1980
10	Zeldovich, Yb; Einasto, J; Shandarin, Sf	Giant Voids In The Universe	NATURE	1982
11	Einasto, J; Lyndenbell, D	On The Mass Of The Local Group And The Motion Of Its Barycenter	MONTHLY NOTICES OF THE ROYAL ASTRONOMICAL SOCIETY	1982
12	Saar, E; Meyerstein, N; Chayoth, R	Apparent Blood-Pressure Values In Lateral Recumbency	ANAESTHESIA	1982
13	Saar, E; Meyerstein, N; Chayoth, R	Age And Heart-Rate Reaction To Upright Position	ISRAEL JOURNAL OF MEDICAL SCIENCES	1982

14	Melott, Al; Einasto, J; Saar, E; Suisalu, I; Klypin, Aa; Shandarin, Sf	Cluster-Analysis Of The Non-Linear Evolution Of Large-Scale Structure In An Axion Gravitino Photino-Dominated Universe	PHYSICAL REVIEW LETTERS	1983
15	Einasto, J; Klypin, Aa; Saar, E; Shandarin, Sf	Structure Of Superclusters And Supercluster Formation .3. Quantitative Study Of The Local Supercluster	MONTHLY NOTICES OF THE ROYAL ASTRONOMICAL SOCIETY	1984
16	Tago, E; Einasto, J; Saar, E	Structure Of Superclusters And Supercluster Formation .4. SpatialDistribution Of Clusters Of Galaxies In The Coma Supercluster And Its Large-Scale Environment	MONTHLY NOTICES OF THE ROYAL ASTRONOMICAL SOCIETY	1984

17	Kirh, Av; Saar, Ea	Causal Model Of Youth Mobility	SOTSIOLOGICHESKIE ISSLEDOVANIYA	1984
18	Haud, U; Joeveer, M; Einasto, J	A Model Of Our Galaxy	IAU SYMPOSIA	1985
19	Einasto, J; Klypin, Aa; Saar, E	Structure Of Superclusters And Supercluster Formation .5. Spatial Correlation And Voids	MONTHLY NOTICES OF THE ROYAL ASTRONOMICAL SOCIETY	1986
20	Tago, E; Einasto, J; Saar, E	A Prominent String Of Galaxies In Bootes - Evidence For A Lagrangian Singularity	MONTHLY NOTICES OF THE ROYAL ASTRONOMICAL SOCIETY	1986
21	Saar, E; Chayoth, R; Meyerstein, N	Physical-Activity And Blood-Pressure In Normotensive YoungWomen	EUROPEAN JOURNAL OF APPLIED PHYSIOLOGY AND OCCUPATIONAL PHYSIOLOGY	1986
22	Einasto, M; Einasto, J	Structure And Formation Of Superclusters .6. Morphology Density Luminosity Relation Of Isolated And Grouped Galaxies	MONTHLY NOTICES OF THE ROYAL ASTRONOMICAL SOCIETY	1987

23	Kofman, La; Linde, Ad; Einasto, J	Cosmic Bubbles As Remnants From Inflation	NATURE	1987
24	Calzetti, D; Einasto, J; Giavalisco, M; Ruffini, R; Saar, E	The Correlation-Function Of Galaxies In The Direction Of The Coma Cluster	ASTROPHYSICS AND SPACE SCIENCE	1987
25	Einasto, J; Joeveer, M; Saar, E	Dark Matter - Observational Aspects	IAU SYMPOSIA	1987

26	Einasto, J; Saar, E	Spatial-Distribution Of Galaxies - Biased Galaxy Formation, Supercluster-Void Topology, And Isolated Galaxies	IAU SYMPOSIA	1987
27	Einasto, M; Einasto, J	Morphology Of Isolated And Grouped Galaxies	IAU SYMPOSIA	1987
28	Tago, Ev	The Spatial Correlation Function Of Nearby Zwicky Clusters	SOVIET ASTRONOMY LETTERS	1987
29	Jones, Bjt; Martinez, Vj; Saar, E; Einasto, J	Multifractal Description Of The Large-Scale Structure Of The Universe	ASTROPHYSICAL JOURNAL	1988
30	Einasto, M	Structure And Formation Of Superclusters .7. Distribution Of Bright And Faint Galaxies In The Virgo Supercluster	MONTHLY NOTICES OF THE ROYAL ASTRONOMICAL SOCIETY	1988
31	Saar, E; Shalev, C; Dalal, I; Sodmoriah, Ua	Age At Menarche - The Influence Of Environmental-Conditions	INTERNATIONAL JOURNAL OF BIOMETEOROLOGY	1988
32	Evtikhiev, Nn; Lukashin, Av; Morozov, Vn; Sumarokov, Ma; Shveikin, Vi; Einasto, Mv; Shidlovskii, Vr; Ivanov, Av; Konyaev, Vp	Modulation In The Band Up To 5-Hectohertz Of Ingaasp Laser On The P-Type Substrate With Semiinsulating Layers	PISMA V ZHURNAL TEKHNICHESKOI FIZIKI	1988
33	Einasto, J; Einasto, M; Saar, E; Jones, Bjt; Martinez, Vj	Superclustering - Theory Versus Observations	IAU SYMPOSIA	1988
34	Saar, Ea	The Interconnection Of The Secondary-Education System And The Reproduction Of The Settlement Structure	SOTSIOLOGICHESKIE ISSLEDOVANIYA	1988

35	Einasto, J; Haud, U	Galactic Models With Massive Corona .1. Method	ASTRONOMY & ASTROPHYSICS	1989
36	Einasto, J; Einasto, M; Gramann, M	Structure And Formation Of Superclusters .9. Self-Similarity Of Voids	MONTHLY NOTICES OF THE ROYAL ASTRONOMICAL SOCIETY	1989
37	Haud, U; Einasto, J	Galactic Models With Massive Corona .2. Galaxy	ASTRONOMY & ASTROPHYSICS	1989
38	Klypin, Aa; Einasto, J; Einasto, M; Saar, E	Structure And Formation Of Superclusters .10. Fractal Properties Of Superclusters	MONTHLY NOTICES OF THE ROYAL ASTRONOMICAL SOCIETY	1989
39	Bliskavitskii, Aa; Vasilev, Mg; Vdovenkov, Va; Goldobin, Is; Golikova, Eg; Ivanov, Av; Romantsevich, Vi; Seregin, Vf; Shelkov, Nv; Shelyakin, Aa; Einasto, Mv	Dynamics Of The Radiation From A (Inga)Asp Heterostructure Laser With 2-Channel Lateral Limitation	KVANTOVAYA ELEKTRONIKA	1989
40	Einasto, J	Superclusters Of Galaxies - Fractal Properties	ASTRONOMY, COSMOLOGY AND FUNDAMENTAL PHYSICS	1989
41	Ivanov, Av; Konyaev, Vp; Einasto, Mv	Calculation Of The Sheet Resistance Of Cylindrical Photosensitive Megastructures	RADIOTEKHNIKA I ELEKTRONIKA	1989
42	Einasto, M	Isolated Galaxies	MONTHLY NOTICES OF THE ROYAL ASTRONOMICAL SOCIETY	1990
43	Einasto, J	Formation Of The Structure Of The Universe - Observational Aspects	AUSTRALIAN JOURNAL OF PHYSICS	1990

44	Saar, E	Large-Scale Structure Of The Universe - Theoretical Problems	AUSTRALIAN JOURNAL OF PHYSICS	1990
45	Einasto, J	Dark Matter In The Universe	DARK MATTER IN THE UNIVERSE //	1990
46	Einasto, J; Einasto, M; Gramann, M; Saar, E	Structure And Formation Of Superclusters .13. The Void Probability Function	MONTHLY NOTICES OF THE ROYAL ASTRONOMICAL SOCIETY	1991
47	Einasto, M	Structure And Formation Of Superclusters .14. Correlation-Functions - Dependence On The Intrinsic-Properties Of Galaxy Samples	MONTHLY NOTICES OF THE ROYAL ASTRONOMICAL SOCIETY	1991
48	Einasto, M	Structure And Formation Of Superclusters .12. Morphological And Luminosity Segregation Of Normal And Dwarf Galaxies	MONTHLY NOTICES OF THE ROYAL ASTRONOMICAL SOCIETY	1991
49	Tenjes, P; Einasto, J; Haud, U	Galactic Models With Massive Coronae .3. Giant Elliptic Galaxy M87	ASTRONOMY & ASTROPHYSICS	1991
50	Vokk, R; Menert, A; Saar, Ek	Biotechnology Of BetaCyclodextrin	BIOTECH FORUM EUROPE	1991
51	Martinez, Vj; Lopez, Ja; Jones, Bjt; Saar, E	Mean Field Correlations In The Core Of Rich Galaxy Clusters	PHYSICAL COSMOLOGY	1991
52	Jones, Bjt; Lopez, Ja; Martinez, Vj; Saar, E	Mean-Field Correlations In The Core Of Rich Galaxy Clusters	NUOVO CIMENTO DELLA SOCIETA ITALIANA DI FISICA B-GENERAL PHYSICS RELATIVITY ASTRONOMY AND	1991

			MATHEMATICAL PHYSICS AND METHODS	
53	Gramann, M; Einasto, J	Determination Of The Density Spectrum Of The Universe	EVOLUTIONARY PHENOMENA IN THE UNIVERSE: IN HONOUR OF THE 80TH BIRTHDAY OF LIVIO GRATTON	1991
54	Mo, Hj; Einasto, M	Can Morphological Segregation Of Galaxies Exist On 10h-1mpc Scales	PHYSICAL COSMOLOGY	1991
55	Gramann, M; Einasto, J	The Power Spectrum In Nearby Superclusters	MONTHLY NOTICES OF THE ROYAL ASTRONOMICAL SOCIETY	1992
56	Mo, Hj; Einasto, M; Xia, Xy; Deng, Zg	Can Morphological Segregations Of Galaxies Exist On 10h-1 Mpc Scales	MONTHLY NOTICES OF THE ROYAL ASTRONOMICAL SOCIETY	1992
57	Einasto, M	Clustering Properties Of Galaxies - An Empirical Model	MONTHLY NOTICES OF THE ROYAL ASTRONOMICAL SOCIETY	1992
58	Einasto, J	Large-Scale Structure Of The Universe	OBSERVATIONAL AND PHYSICAL COSMOLOGY	1992
59	Einasto, J; Gramann, M	Transition Scale To A Homogeneous Universe	ASTROPHYSICAL JOURNAL	1993
60	Einasto, J; Gramann, M; Saar, E; Tago, E	Power Spectrum Of The Matter Distribution In The Universe On Large Scales	MONTHLY NOTICES OF THE ROYAL ASTRONOMICAL SOCIETY	1993

61	Martinez, Vj; Paredes, S; Saar, E	Wavelet Analysis Of The Multifractal Character Of The Galaxy Distribution	MONTHLY NOTICES OF THE ROYAL ASTRONOMICAL SOCIETY	1993
62	Einasto, M; Einasto, J; Tago, E; Dalton, Gb; Andernach, H	The Structure Of The Universe Traced By Rich Clusters Of Galaxies	MONTHLY NOTICES OF THE ROYAL ASTRONOMICAL SOCIETY	1994
63	Tenjes, P; Haud, U; Einasto, J	Galactic Models With Massive Coronae .4. The Andromeda Galaxy, M-31	ASTRONOMY & ASTROPHYSICS	1994
64	Einasto, J; Saar, E; Einasto, M; Freudling, W; Gramann, M	The Fraction Of Matter In Voids	ASTROPHYSICAL JOURNAL	1994
65	Lindner, U; Einasto, J; Einasto, M; Freudling, W; Fricke, K; Tago, E	The Structure Of Supervoids .1. Void Hierarchy In The Northern Local Supervoid	ASTRONOMY & ASTROPHYSICS	1995
66	Frisch, P; Einasto, J; Einasto, M; Freudling, W; Fricke, Kj; Gramann, M; Saar, V; Toomet, O	Evolution Of The Supercluster-Void Network	ASTRONOMY & ASTROPHYSICS	1995
67	Suisalu, I; Saar, E	An Adaptive Multigrid Solver For High-Resolution Cosmological Simulations	MONTHLY NOTICES OF THE ROYAL ASTRONOMICAL SOCIETY	1995
68	Titma, M; Saar, E	Regional Differences In Soviet Secondary-Education	EUROPEAN SOCIOLOGICAL REVIEW	1995
69	Caon, N; Einasto, M	Morphological Segregation Of Early-Type Galaxies In The Virgo Cluster	MONTHLY NOTICES OF THE ROYAL ASTRONOMICAL SOCIETY	1995

70	Andernach, H; Tago, E; Stenglerlarrea, E	A Compilation Of Measured Redshifts Of Aco Clusters	ASTROPHYSICAL LETTERS & COMMUNICATIONS	1995
71	Ito, K; Bian, HJ; Molina, M; Han, JH; Magram, J; Saar, E; Belunis, C; Bolin, DR; Arceo, R; Campbell, R; Falcioni, F; Vidovic, D; Hammer, J; Nagy, ZA	HLA-DR4-IE chimeric class II transgenic, murine class II-deficient mice are susceptible to experimental allergic encephalomyelitis	JOURNAL OF EXPERIMENTAL MEDICINE	1996
72	Lindner, U; Einasto, M; Einasto, J; Freudling, W; Fricke, K; Lipovetsky, V; Pustilnik, S; Izotov, Y; Richter, G	The distribution of galaxies in voids	ASTRONOMY & ASTROPHYSICS	1996
73	Guimaraes, SAC; Akatsu, T; Tago, EM; Consolaro, A	Assessment of the antiexudative and antiproliferative activities of non-steroidal antiinflammatory drugs in inflammatory models developed in rats by subcutaneous implantation of bacterial cell walls from the dental plaque	INFLAMMATION	1996
74	Einasto, J	Formation of the supercluster-void network	EXAMINING THE BIG BANG AND DIFFUSE BACKGROUND RADIATIONS	1996
75	Saar, E; Suisalu, I	Modelling generic patches of the universe	MAPPING, MEASURING, AND MODELLING THE UNIVERSE	1996
76	Einasto, J; Einasto, M; Gottlober, S; Muller, V; Saar, V; Starobinsky, AA; Tago, E; Tucker, D; Andernach, H; Frisch, P	A 120-Mpc periodicity in the three-dimensional distribution of galaxy superclusters	NATURE	1997



77	Einasto, M; Tago, E; Jaaniste, J; Einasto, J; Andernach, H	The supercluster-void network .1. The supercluster catalogue and large-scale distribution	ASTRONOMY & ASTROPHYSICS SUPPLEMENT SERIES	1997
78	Tucker, DL; Oemler, A; Kirshner, RP; Lin, H; Shectman, SA; Landy, SD; Schechter, PL; Muller, V; Gottlober, S; Einasto, J	The Las Campanas Redshift Survey galaxygalaxy autocorrelation function	MONTHLY NOTICES OF THE ROYAL ASTRONOMICAL SOCIETY	1997
79	Einasto, J; Einasto, M; Frisch, P; Gottlober, S; Muller, V; Saar, V; Starobinsky, AA; Tago, E; Tucker, D; Andernach, H	The superduster-void network .2. An oscillating cluster correlation function	MONTHLY NOTICES OF THE ROYAL ASTRONOMICAL SOCIETY	1997
80	Einasto, J; Einasto, M; Frisch, P; Gottlober, S; Muller, V; Saar, V; Starobinsky, AA; Tucker, D	The superduster-void network .3. The correlation function as a geometrical statistic	MONTHLY NOTICES OF THE ROYAL ASTRONOMICAL SOCIETY	1997

81	AtrioBarandela, F; Einasto, J; Gottlober, S; Muller, V; Starobinsky, A	A built-in scale in the initial spectrum of density perturbations: evidence from cluster and CMB data	JETP LETTERS	1997
82	Lindner, U; Einasto, M; Einasto, J; Freudling, W; Fricke, K; Lipovetsky, V; Pustilnik, S; Izotov, Y; Richter, G	The concept of void hierarchy and the distribution of galaxies in voids	ASTROPHYSICAL LETTERS & COMMUNICATIONS	1997
83	Jaaniste, J; Tago, E; Einasto, M; Einasto, J; Andernach, H; Muller, V	The supercluster-void network - IV. The shape and orientation of superclusters	ASTRONOMY & ASTROPHYSICS	1998
84	Andernach, H; Tago, E	Current status of the ACO cluster redshift compilation	LARGE SCALE STRUCTURE: TRACKS AND TRACES	1998
85	Tenjes, P; Haud, U; Einasto, J	Galactic models with massive coronae - V. The spiral Sab galaxy M 81	ASTRONOMY & ASTROPHYSICS	1998

86	Einasto, J; Einasto, M; Tago, E	Regularity of the largeScale structure of the universe	LARGE SCALE STRUCTURE: TRACKS AND TRACES	1998
87	Pons-Borderia, MJ; Martinez, VJ; Stoyan, D; Stoyan, H; Saar, E	Comparing estimators of the galaxy correlation function	ASTROPHYSICAL JOURNAL	1999
88	Einasto, J; Einasto, M; Tago, E; Starobinsky, AA; Atrio-Barandela, F; Muller, V; Knebe, A; Frisch, P; Cen, R; Andernach, H; Tucker, D	Steps toward the power spectrum of matter. I. The mean spectrum of galaxies	ASTROPHYSICAL JOURNAL	1999
89	Einasto, J; Einasto, M; Tago, E; Muller, V; Knebe, A; Cen, R; Starobinsky, AA; AtrioBarandela, F	Steps toward the power spectrum of matter. II. The biasing correction with $\sigma(8)$ normalization	ASTROPHYSICAL JOURNAL	1999
90	Einasto, J; Einasto, M; Tago, E; Starobinsky, AA; Atrio-Barandela, F; Muller, V; Knebe, A; Cen, R	Steps toward the power spectrum of matter. III. The primordial spectrum	ASTROPHYSICAL JOURNAL	1999

91	Saar, E; Pest, D; Zlotnik, M; Fachter, Y; Levi, O	Blood pressure behavior during aerobic physical activity in physically active and inactive older and younger men	JOURNAL OF AGING AND PHYSICAL ACTIVITY	1999
92	Einasto, J	Regularity of the largescale structure of the universe	DARK MATTER IN ASTROPHYSICS AND PARTICLE PHYSICS 1998	1999
93	Einasto, J; Tenjes, P	Structure and evolution of stellar populations in local group galaxies	STELLAR CONTENT OF LOCAL GROUP GALAXIES	1999
94	Muller, V; Arbabi-Bidgoli, S; Einasto, J; Tucker, D	Voids in the Las Campanas Redshift Survey versus cold dark matter models	MONTHLY NOTICES OF THE ROYAL ASTRONOMICAL SOCIETY	2000

95	Dittmann, J; Schmitt, P; Saar, E; Schwenk, J; Ueberberg, J	Combining digital watermarks and collusion secure fingerprints for digital images	JOURNAL OF ELECTRONIC IMAGING	2000
96	Einasto, J; Einasto, M	Dark matter in groups and clusters of galaxies	SMALL GALAXY GROUPS	2000
97	Tenjes, P; Einasto, J	Parameters of the dark halo distribution around M 31	SMALL GALAXY GROUPS	2000
98	Einasto, M; Einasto, J; Tago, E; Muller, V; Andernach, H	Optical and X-ray clusters as tracers of the supercluster-void network. I. Superclusters of Abell and X-ray clusters	ASTRONOMICAL JOURNAL	2001
99	Tenjes, P; Einasto, J; Maitzen, HM; Zinnecker, H	Origin and possible birthplace of the extreme runaway star HIP 60350	ASTRONOMY & ASTROPHYSICS	2001
100	Atrio-Barandela, F; Einasto, J; Muller, V; Mucket, JP; Starobinsky, AA	Observational matter power spectrum and the height of the second acoustic peak	ASTROPHYSICAL JOURNAL	2001

101	Einasto, J	Large scale structure	NEW ASTRONOMY REVIEWS	2001
102	Einasto, J	Large-scale structure and dark matter problem	DARK MATTER IN ASTRO- AND PARTICLE PHYSICS	2001
103	Dittmann, J; Hauer, E; Vielhauer, C; Schwenk, J; Saar, E	Customer identification for MPEG video based on digital fingerprinting	ADVANCES IN MULTIMEDIA INFORMATION PROCESSING - PCM 2001, PROCEEDINGS	2001

104	Tago, E; Saar, E; Einasto, J; Einasto, M; Muller, V; Andernach, H	Optical and X-ray clusters as tracers of the supercluster-void network. II. The spatial correlation function	ASTRONOMICAL JOURNAL	2002
105	Einasto, M; Einasto, J; Tago, E; Andernach, H; Dalton, GB; Muller, V	Optical and X-ray clusters as tracers of the supercluster-void network. III. Distribution of Abell and APM clusters	ASTRONOMICAL JOURNAL	2002
106	Saar, E; Einasto, J; Toomet, O; Starobinsky, AA; Andernach, H; Einasto, M; Kasak, E; Tago, E	The supercluster-void network V. The regularity periodogram	ASTRONOMY & ASTROPHYSICS	2002
107	Martinez, VJ; Saar, E	Clustering statistics in cosmology	ASTRONOMICAL DATA ANALYSIS II	2002
108	Snethlage, M; Martinez, VJ; Stoyan, D; Saar, E	Point field models for the galaxy point pattern - Modelling the singularity of the two-point correlation function	ASTRONOMY & ASTROPHYSICS	2002
109	Einasto, J	Dark matter and large scale structure	HISTORICAL DEVELOPMENT OF MODERN COSMOLOGY	2002
110	Saar, E; Cortes, IR	Advocacy at Brazilian National Congress - women and AIDS	XIV INTERNATIONAL AIDS CONFERENCE: ADVOCACY AND POLICY	2002

111	Steinebach, M; Dittmann, J; Saar, E	Combined fingerprinting attacks against digital audio watermarking: Methods, results and solutions	ADVANCED COMMUNICATIONS AND MULTIMEDIA SECURITY	2002
112	Einasto, J; Hutsi, G; Einasto, M; Saar, E; Tucker, DL; Muller, V; Heinamaki, P; Allam, SS	Clusters and superclusters in the Sloan Digital Sky Survey	ASTRONOMY & ASTROPHYSICS	2003

113	Einasto, M; Einasto, J; Muller, V; Heinamaki, P; Tucker, DL	Environmental enhancement of loose groups around rich clusters of galaxies	ASTRONOMY & ASTROPHYSICS	2003
114	Einasto, M; Jaaniste, J; Einasto, J; Heinamaki, P; Muller, V; Tucker, DL	Las Campanas Loose Groups in the supercluster-void network	ASTRONOMY & ASTROPHYSICS	2003
115	Einasto, J; Einasto, M; Hutsi, G; Saar, E; Tucker, DL; Tago, E; Muller, V; Heinamaki, P; Allam, SS	Clusters and superclusters in the Las Campanas redshift survey	ASTRONOMY & ASTROPHYSICS	2003
116	Heinamaki, P; Einasto, J; Einasto, M; Saar, E; Tucker, DL; Muller, V	The mass function of the Las Campanas loose groups of galaxies	ASTRONOMY & ASTROPHYSICS	2003
117	Martinez, VJ; Saar, E	Statistics, of galaxy clustering	STATISTICAL CHALLENGES IN ASTRONOMY	2003
118	Jones, BJT; Martinez, VJ; Saar, E; Trimble, V	Scaling laws in the distribution of galaxies	REVIEWS OF MODERN PHYSICS	2004
119	Jaaniste, J; Einasto, M; Einasto, J	Deep slices and the supercluster-void network	ASTROPHYSICS AND SPACE SCIENCE	2004
120	Stoica, RS; Martinez, VJ; Mateu, J; Saar, E	Detection of cosmic filaments using the Candy model	ASTRONOMY & ASTROPHYSICS	2005
121	Martinez, VJ; Starck, JL; Saar, E; Donoho, DL; Reynolds, SC; de la Cruz, P; Paredes, S	Morphology of the galaxy distribution from wavelet denoising	ASTROPHYSICAL JOURNAL	2005

122	Einasto, J; Tago, E; Einasto, M; Saar, E; Suhhonenko, I; Heinamaki, P; Hutsi, G; Tucker, DL	Toward understanding environmental effects in SDSS clusters	ASTRONOMY & ASTROPHYSICS	2005
123	Andernach, H; Tago, E; Einasto, M; Einasto, J; Einasto, J	Redshifts and distribution of ACO clusters of galaxies	NEARBY LARGE-SCALE STRUCTURES AND THE ZONE OF AVOIDANCE	2005
124	Einasto, M; Suhhonenko, I; Heinamaki, P; Einasto, J; Saar, E	Environmental enhancement of DM haloes	ASTRONOMY & ASTROPHYSICS	2005
125	Einasto, J; Tago, E; Einasto, M; Saar, E	Clusters and superclusters in the Sloan Survey	Nearby Large-Scale Structures and the Zone of Avoidance	2005
126	Andernach, H; Plionis, M; Lopez- Cruz, O; Tago, E; Basilakos, S	The cluster M/L ratio and the value of Omega(m)	Nearby Large-Scale Structures and the Zone of Avoidance	2005
127	Einasto, J	Dark matter: Early considerations	FRONTIERS OF COSMOLOGY	2005
128	Starck, JL; Martinez, VJ; Donoho, DL; Levi, O; Querre, P; Saar, E	Analysis of the spatial distribution of galaxies by multiscale methods	EURASIP JOURNAL ON APPLIED SIGNAL PROCESSING	2005
129	Einasto, J.; Einasto, M.; Saar, E.; Tago, E.; Liivamagi, L. J.; Joeveer, M.; Suhhonenko, I.; Hutsi, G.; Jaaniste, J.; Heinamaki, P.; Muller, V.; Knebe, A.; Tucker, D.	Luminous superclusters: remnants from inflation?	ASTRONOMY & ASTROPHYSICS	2006
130	Tago, E; Einasto, J; Saar, E; Einasto, M; Suhhonenko, I; Joeveer, M; Vennik, J; Heinamaki, P; Tucker, DL	Clusters and groups of galaxies in the 2dF galaxy redshift survey: A new catalogue	ASTRONOMISCHE NACHRICHTEN	2006

131	Einasto, Jaan; Saar, Enn	The end of the dark age and the formation of the structure of the Universe	Stellar Evolution at Low Metallicity: Mass Loss, Explosions, Cosmology	2006
132	Heinamaki, P.; Suhhonenko, I.; Saar, E.; Einasto, M.; Einasto, J.; Virtanen, H.	Light-cone simulations: Evolution of dark matter haloes	Stellar Evolution at Low Metallicity: Mass Loss, Explosions, Cosmology	2006
133	Saar, Ellou; Kaziulia, Margarita	Estonia's Non-Estonians: changing life in postSoviet times	SOTSIOLOGICHESKIE ISSLEDOVANIYA	2006
134	Einasto, J.; Einasto, M.; Tago, E.; Saar, E.; Hutsi, G.; Joeveer, M.; Liivamagi, L. J.; Suhhonenko, I.; Jaaniste, J.; Heinamaki, P.; Mueller, V.; Knebe, A.; Tucker, D.	Superclusters of galaxies from the 2dF redshift survey - I. The catalogue	ASTRONOMY & ASTROPHYSICS	2007
135	Einasto, J.; Einasto, M.; Saar, E.; Tago, E.; Liivamagi, L. J.; Joeveer, M.; Suhhonenko, I.; Hutsi, G.; Jaaniste, J.; Heinamaki, P.; Mueller, V.; Knebe, A.; Tucker, D.	Superclusters of galaxies from the 2dF redshift survey - II. Comparison with simulations	ASTRONOMY & ASTROPHYSICS	2007
136	Einasto, M.; Einasto, J.; Tago, E.; Saar, E.; Liivamagi, L. J.; Joeveer, M.; Hutsi, G.; Heinamaki, P.; Mueller, V.; Tucker, D.	Superclusters of galaxies in the 2dF redshift survey - III. The properties of galaxies in superclusters	ASTRONOMY & ASTROPHYSICS	2007
137	Stoica, Radu S.; Martinez, Vicent J.; Saar, Enn	A three-dimensional object point process for detection of cosmic filaments	JOURNAL OF THE ROYAL STATISTICAL SOCIETY SERIES C-APPLIED STATISTICS	2007
138	Einasto, M.; Saar, E.; Liivamaegi, L. J.; Einasto, J.; Tago, E.; Martinez, V. J.; Starck, J. -L.; Mueller, V.; Heinamaki, P.; Nurmi, P.; Gramann, M.; Huetsi, G.	The richest superclusters - I. Morphology	ASTRONOMY & ASTROPHYSICS	2007

139	Saar, Enn; Martinez, Vicent J.; Starck, Jean-Luc; Donoho, David L.	Multiscale morphology of the galaxy distribution	MONTHLY NOTICES OF THE ROYAL ASTRONOMICAL SOCIETY	2007
140	Vennik, J.; Tago, E.	Photometric and kinematical study of nearby groups of galaxies around IC 65 and NGC 6962	Groups of Galaxies in the Nearby Universe, Proceedings	2007
141	Andernach, H.; Alamo-Martinez, K.; Coziol, R.; Tago, E.	Dynamics and shape of brightest cluster galaxies	Groups of Galaxies in the Nearby Universe, Proceedings	2007
142	Tago, E.; Einasto, J.; Saar, E.; Tempel, E.; Einasto, M.; Vennik, J.; Mueller, V.	Groups of galaxies in the SDSS data release 5 - A group-finder and a catalogue	ASTRONOMY & ASTROPHYSICS	2008
143	Einasto, M.; Saar, E.; Martinez, V. J.; Einasto, J.; Liivamagi, L. J.; Tago, E.; Starck, J. -L.; Mueller, V.; Heinamaki, P.; Nurmi, P.; Paredes, S.; Gramann, M.; Hutsi, G.	Toward understanding rich superclusters	ASTROPHYSICAL JOURNAL	2008
144	Whellan, David J.; O'Connor, Christopher M.; Ousdigian, Kevin T.; Lung, Te-Hsin	Rationale, design, and baseline characteristics of a Program to Assess and Review Trending INformation and Evaluate CorRelation to Symptoms in Patients with Heart Failure (PARTNERS HF)	AMERICAN HEART JOURNAL	2008
145	Martinez, Vicent J.; ArnalteMur, Pablo; Saar, Enn; de la Cruz, Pablo; Jesus PonsBorderia, Maria; Paredes, Silvestre; Fernandez-Soto, Alberto; Tempel, Elmo	RELIABILITY OF THE DETECTION OF THE BARYON ACOUSTIC PEAK	ASTROPHYSICAL JOURNAL LETTERS	2009



146	Coziol, R.; Andernach, H.; Caretta, C. A.; AlamoMartinez, K. A.; Tago, E.	THE DYNAMICAL STATE OF BRIGHTEST CLUSTER GALAXIES AND THE FORMATION OF CLUSTERS	ASTRONOMICAL JOURNAL	2009
147	Saar, Eva; Gerostamoulos, Dimitri; Drummer, Olaf H.; Beyer, Jochen	Comparison of extraction efficiencies and LC-MS-MS matrix effects using LLE and SPE methods for 19 antipsychotics in human blood	ANALYTICAL AND BIOANALYTICAL CHEMISTRY	2009

148	Tempel, E.; Einasto, J.; Einasto, M.; Saar, E.; Tago, E.	Anatomy of luminosity functions: the 2dFGRS example	ASTRONOMY & ASTROPHYSICS	2009
149	Lietzen, H.; Heinamaki, P.; Nurmi, P.; Tago, E.; Saar, E.; Liivamagi, J.; Tempel, E.; Einasto, M.; Einasto, J.; Gramann, M.; Takalo, L. O.	Environments of nearby quasars in Sloan Digital Sky Survey	ASTRONOMY & ASTROPHYSICS	2009
150	Martinez, Vicent J.; ArnalteMur, Pablo; Saar, Enn; de la Cruz, Pablo; Jesus PonsBorderia, Maria; Paredes, Silvestre; Fernandez-Soto, Alberto; Tempel, Elmo	RELIABILITY OF THE DETECTION OF THE BARYON ACOUSTIC PEAK (vol 696, pg L93, 2009)	ASTROPHYSICAL JOURNAL LETTERS	2009
151	Arnalte-Mur, Pablo; Fernandez-Soto, Alberto; Martinez, Vicent J.; Saar, Enn; Heinamaki, Pekka; Suhhonenko, Ivan	Recovering the real-space correlation function from photometric redshift surveys	MONTHLY NOTICES OF THE ROYAL ASTRONOMICAL SOCIETY	2009
152	Tago, E.; Saar, E.; Tempel, E.; Einasto, J.; Einasto, M.; Nurmi, P.; Heinamaki, P.	Groups of galaxies in the SDSS Data Release 7 Flux- and volume-limited samples	ASTRONOMY & ASTROPHYSICS	2010
153	Stoica, R. S.; Martinez, V. J.; Saar, E.	Filaments in observed and mock galaxy catalogues	ASTRONOMY & ASTROPHYSICS	2010

154	Einasto, M.; Tago, E.; Saar, E.; Nurmi, P.; Enkvist, I.; Einasto, P.; Heinamaki, P.; Liivamagi, L. J.; Tempel, E.; Einasto, J.; Martinez, V. J.; Vennik, J.; Pihajoki, P.	The Sloan great wall. Rich clusters	ASTRONOMY & ASTROPHYSICS	2010
155	Niemi, Sami-Matias; Heinamaki, Pekka; Nurmi, Pasi; Saar, Enn	Formation, evolution and properties of isolated field elliptical galaxies	MONTHLY NOTICES OF THE ROYAL ASTRONOMICAL SOCIETY	2010
156	Einasto, Jaan	Large scale structure of the Universe	SUN, THE STARS, THE UNIVERSE, AND GENERAL RELATIVITY	2010
157	Arnalte-Mur, Pablo; Fernandez-Soto, Alberto; Martinez, Vicent J.; Saar, Enn	Recovering the Real-Space Correlation Function from Photometric Redshift Surveys	HIGHLIGHTS OF SPANISH ASTROPHYSICS V	2010
158	Lietzen, H.; Heinamaki, P.; Nurmi, P.; Liivamagi, L. J.; Saar, E.; Tago, E.; Tempel, E.; Einasto, M.; Einasto, J.; Gramann, M.; Takalo, L. O.	Large Scale Environments of Nearby Quasars	HUNTING FOR THE DARK: THE HIDDEN SIDE OF GALAXY FORMATION	2010

159	<p>Ade, P. A. R.; Aghanim, N.;          Arnaud, M.; Ashdown, M.;          Aumont, J.; Baccigalupi, C.;          Balbi, A.; Banday, A. J.;          Barreiro, R. B.; Bartelmann,          M.; Bartlett, J. G.; Battaner,          E.; Battye, R.; Benabed, K.;          Benoit, A.; Bernard, J-P;          Bersanelli, M.; Bhatia, R.;          Bock, J. J.; Bonaldi, A.; Bond,          J. R.; Borrill, J.; Bouchet, F. R.;          Brown, M. L.; Bucher, M.;          Burigana, C.; Cabella, P.;          Cantalupo, C. M.; Cardoso, J-          F; Carvalho, P.; Catalano, A.;          Cayon, L.; Challinor, A.;          Chamballu, A.; Chary, R-R;          Chiang, L-Y; Chiang, C.; Chon,          G.; Christensen, P. R.;          Churazov, E.; Clements, D. L.;          Colafrancesco, S.; Colombi,          S.; Couchot, F.; Coulais, A.;          Crill, B. P.; Cuttaia, F.; Da          Silva, A.; Dahle, H.; Danese,          L.; Davis, R. J.; de Bernardis,          P.; de Gasperis, G.; de Rosa,          A.; de Zotti, G.; Delabrouille,          J.; Delouis, J-M; Desert, F-X;          Dickinson, C.; Diego, J. M.;          Dolag, K.; Dole, H.; Donzelli,          S.; Dore, O.; Doerl, U.;          Douspis, M.; Dupac, X.;          Efstathiou, G.; Eisenhardt, P.;          Ensslin, T. A.; Feroz, F.; Finelli,          F.; Flores-Cacho, I.; Forni, O.;          Fosalba, P.; Frailis, M.;          Franceschi, E.; Fromenteau,          S.; Galeotta, S.; Ganga, K.;          Genova-Santos, R. T.; Giard,          M.; Giardino, G.;          GiraudHeraud, Y.; Gonzalez-          Nuevo,          J.; Gonzalez-Riestra, R.; Gorski,          K. M.; Grainge, K. J.          B.; Gratton, S.; Gregorio, A.;          Gruppuso, A.; Harrison, D.;</p>	<p>Planck early results. VIII.          The all-sky early Sunyaev-          Zeldovich cluster sample</p>	<p>ASTRONOMY &amp;          ASTROPHYSICS</p>	<p>2011</p>
-----	--	--	--	-------------

<p>Heinamaki, P.; HenrotVersille, S.; HernandezMonteagudo, C.; Herranz, D.; Hildebrandt, S. R.; Hivon, E.; Hobson, M.; Holmes, W. A.; Hovest, W.; Hoyland, R. J.; Huffenberger, K. M.; Hurier, G.; Hurley-Walker, N.; Jaffe, A. H.; Jones, W. C.; Juvela, M.; Keihanen, E.; Keskitalo, R.; Kisner, T. S.; Kneissl, R.; Knox, L.; Kurki-Suonio, H.; Lagache, G.; Lamarre, J-M; Lasenby, A.; Laureijs, R. J.; Lawrence, C. R.; Le Jeune, M.; Leach, S.; Leonardi, R.; Li, C.; Liddle, A.; Lilje, P. B.; LindenVornle, M.; Lopez-Caniego, M.; Lubin, P. M.; Macias-Perez, J. F.; MacTavish, C. J.; Maffei, B.; Maino, D.; Mandolesi, N.; Mann, R.; Maris, M.; Marleau, F.; Martinez-Gonzalez, E.; Masi, S.; Matarrese, S.; Matthai, F.; Mazzotta, P.; Mei, S.; Meinhold, P. R.; Melchiorri, A.; Melin, J-B; Mendes, L.; Mennella, A.; Mitra, S.; Miville-Deschenes, M-A; Moneti, A.; Montier, L.; Morgante, G.; Mortlock, D.; Munshi, D.; Murphy, A.; Naselsky, P.; Nati, F.; Natoli, P.; Netterfield, C. B.; Norgaard-Nielsen, H. U.; Noviello, F.; Novikov, D.; Novikov, I.; Olamaie, M.; Osborne, S.; Pajot, F.; Pasian, F.; Patanchon, G.; Pearson, T. J.; Perdereau, O.; Perotto, L.; Perrotta, F.; Piacentini, F.; Piat, M.; Pierpaoli, E.; Piffaretti, R.; Plaszczynski, S.; Pointecouteau, E.; Polenta, G.; Ponthieu, N.; Poutanen,</p>			
--	--	--	--

	<p>T.; Pratt, G. W.; Prezeau, G.; Prunet, S.; Puget, J-L; Rachen, J. P.; Reach, W. T.; Rebolo, R.; Reinecke, M.; Renault, C.; Ricciardi, S.; Riller, T;</p>			
--	---	--	--	--

Ristorcelli, I.; Rocha, G.; Rosset, C.; Rubino-Martin, J. A.; Rusholme, B.; Saar, E.; Sandri, M.; Santos, D.; Saunders, R. D. E.; Savini, G.; Schaefer, B. M.; Scott, D.; Seiffert, M. D.; Shellard, P.; Smoot, G. F.; Stanford, A.; Starck, J-L; Stivoli, F.; Stolyarov, V.; Stompor, R.; Sudiwala, R.; Sunyaev, R.; Sutton, D.; Sygnet, J-F; Taburet, N.; Tauber, J. A.; Terenzi, L.; Toffolatti, L.; Tomasi, M.; Torre, J-P; Tristram, M.; Tuovinen, J.; Valenziano, L.; Vibert, L.; Vielva, P.; Villa, F.; Vittorio, N.; Wade, L. A.; Wandelt, B. D.; Weller, J.; White, S. D. M.; White, M.; Yvon, D.; Zacchei, A.; Zonca, A.			
---	--	--	--

160	Aghanim, N.; Arnaud, M.; Ashdown, M.; Aumont, J.; Baccigalupi, C.; Balbi, A.; Banday, A. J.; Barreiro, R. B.; Bartelmann, M.; Bartlett, J. G.; Battaner, E.; Benabed, K.; Benoit, A.; Bernard, J-P; Bersanelli, M.; Bhatia, R.; Bock, J. J.; Bonaldi, A.; Bond, J. R.; Borrill, J.; Bouchet, F. R.; Brown, M. L.; Bucher, M.; Burigana, C.; Cabella, P.; Cantalupo, C. M.; Cardoso, JF; Carvalho, P.; Catalano, A.; Cayon, L.; Challinor, A.; Chamballu, A.; Chiang, L-Y; Chon, G.; Christensen, P. R.; Churazov, E.; Clements, D. L.; Colafrancesco, S.; Colombi, S.; Couchot, F.; Coulais, A.; Crill, B. P.; Cuttaia, F.; Da Silva, A.; Dahle, H.; Danese, L.; de Bernardis, P.; de Gasperis, G.; de Rosa, A.; de Zotti, G.; Delabrouille, J.; Delouis, J-M; Desert, F-X; Diego, J. M.; Dolag, K.; Donzelli, S.; Dore, O.; Doerl,	Planck early results. IX. XMM-Newton follow-up for validation of Planck cluster candidates	ASTRONOMY & ASTROPHYSICS	2011
-----	--	---	-----------------------------	------

<p>U.; Douspis, M.; Dupac, X.;  Efstathiou, G.; Ensslin, T. A.;  Finelli, F.; Flores-Cacho, I.;  Forni, O.; Frailis, M.;  Franceschi, E.; Fromenteau,  S.; Galeotta, S.; Ganga, K.;  Genova-Santos, R. T.; Giard,  M.; Giardino, G.;  GiraudHeraud, Y.; Gonzalez-  Nuevo,  J.; Gonzalez-Riestra, R.;  Gorski, K. M.; Gratton, S.;  Gregorio, A.; Gruppuso, A.;  Harrison, D.; Heinamaki, P.;  Henrot-Versille, S.;  Hernandez-Monteagudo, C.;  Herranz, D.; Hildebrandt, S.  R.; Hivon, E.; Hobson, M.;  Holmes, W. A.; Hovest, W.;  Hoyland, R. J.; Huffenberger,  K. M.; Hurier, G.; Jaffe, A. H.;  Juvela, M.; Keihanen, E.;  Keskitalo, R.; Kisner, T. S.;  Kneissl, R.; Knox, L.; Kurki-  Suonio, H.; Lagache, G.;  Lamarre, J-M; Lasenby, A.;  Laureijs, R. J.; Lawrence, C.  R.; Le Jeune, M.; Leach, S.;  Leonardi, R.; Liddle, A.;  Linden-Vornle, M.;  LopezCaniego, M.; Lubin, P.  M.;  Macias-Perez, J. F.; Maffei, B.;  Maino, D.; Mandolesi, N.;  Mann, R.; Maris, M.;  Marleau, F.;  MartinezGonzalez, E.; Masi,  S.;  Matarrese, S.; Matthai, F.;  Mazzotta, P.; Melchiorri, A.;  Melin, J-B; Mendes, L.;  Mennella, A.; Mitra, S.;  Miville-Deschenes, M-A;  Moneti, A.; Montier, L.;  Morgante, G.; Mortlock, D.;  Munshi, D.; Murphy, A.;  Naselsky, P.; Natoli, P.;</p>			
---	--	--	--



	<p>Netterfield, C. B.; NorgaardNielsen, H. U.; Noviello, F.; Novikov, D.; Novikov, I.; Osborne, S.; Pajot, F.; Pasian, F.; Patanchon, G.; Perdereau, O.; Perotto, L.; Perrotta, F.; Piacentini, F.; Piat, M.;</p>			
--	---	--	--	--

<p>Pierpaoli, E.; Piffaretti, R.;  Plaszczynski, S.;  Pointecouteau, E.; Polenta,  G.; Ponthieu, N.; Poutanen,  T.; Pratt, G. W.; Prezeau, G.;  Prunet, S.; Puget, J-L; Rebolo,  R.; Reinecke, M.; Renault, C.;  Ricciardi, S.; Riller, T.;  Ristorcelli, I.; Rocha, G.;  Rosset, C.; Rubino-Martin, J.  A.; Rusholme, B.; Saar, E.;  Sandri, M.; Santos, D.;  Schaefer, B. M.; Scott, D.;  Seiffert, M. D.; Smoot, G. F.;  Starck, J-L; Stivoli, F.;  Stolyarov, V.; Sunyaev, R.;  Sygnet, J-F; Tauber, J. A.;  Terenzi, L.; Toffolatti, L.;  Tomasi, M.; Torre, J-P;  Tristram, M.; Tuovinen, J.;  Valenziano, L.; Vibert, L.;  Vielva, P.; Villa, F.; Vittorio,  N.; Wandelt, B. D.; White, S.  D. M.; Yvon, D.; Zacchei, A.;  Zonca, A.</p>			
---	--	--	--

161	Aghanim, N.; Arnaud, M.; Ashdown, M.; Atrio- Barandela, F.; Aumont, J.; Baccigalupi, C.; Balbi, A.; Banday, A. J.; Barreiro, R. B.; Bartlett, J. G.; Battaner, E.; Benabed, K.; Benoit, A.; Bernard, J. -P.; Bersanelli, M.; Bhatia, R.; Boehringer, H.; Bonaldi, A.; Bond, J. R.; Borgani, S.; Borrill, J.; Bouchet, F. R.; Brown, M. L.; Burigana, C.; Cabella, P.; Cantalupo, C. M.; Cappellini, B.; Carvalho, P.; Catalano, A.; Cayon, L.; Chiang, L. -Y.; Chiang, C.; Chon, G.; Christensen, P. R.; Churazov, E.; Clements, D. L.; Colafrancesco, S.; Colombi, S.; Crill, B. P.; Cuttaia, F.; Da Silva, A.; Dahle, H.; Danese, L.; D'Arcangelo, O.; Davis, R. J.; de Bernardis, P.; de Gasperis, G.; de Zotti, G.;	Planck early results. XXVI. Detection with Planck and confirmation by XMMNewton of PLCK G266.627.3, an exceptionally Xray luminous and massive galaxy cluster at z similar to 1	ASTRONOMY & ASTROPHYSICS	2011
-----	---	---	-----------------------------	------

<p>Delabrouille, J.; Delouis, J. M.;  Democles, J.; Desert, F. X.;  Dickinson, C.; Diego, J. M.;  Dole, H.; Donzelli, S.; Dore,  O.; Douspis, M.; Dupac, X.;  Efstathiou, G.; Ensslin, T. A.;  Eriksen, H. K.; Finelli, F.;  Flores-Cacho, I.; Forni, O.;  Fosalba, P.; Frailis, M.;  Franceschi, E.; Fromenteau,  S.; Galeotta, S.; Ganga, K.;  Genova-Santos, R. T.; Giard,  M.; Gonzalez-Nuevo, J.;  Gonzalez-Riestra, R.; Gorski,  K. M.; Gregorio, A.;  Gruppuso, A.; Hansen, F. K.;  Harrison, D.; Heinamaki, P.;  Hernandez-Monteagudo, C.;  Hildebrandt, S. R.; Hivon, E.;  Hobson, M.; Hurier, G.; Jaffe,  A. H.; Jones, W. C.; Juvela,  M.; Keihanen, E.; Keskitalo, R.;  Kisner, T. S.; Kneissl, R.;  Kurki-Suonio, H.; Lagache, G.;  Lahteenmaki, A.; Lamarre, J.  M.; Lasenby, A.; Lawrence, C.  R.; Le Jeune, M.; Leach, S.;  Leonardi, R.; Leroy, C.; Liddle,  A.; Lilje, P. B.; Lopez-Caniego,  M.; Luzzi, G.; Macias-Perez, J.  F.; Maino, D.; Mandolesi, N.;  Marleau, F.;  MartinezGonzalez, E.; Masi,  S.;  Matarrese, S.; Mazzotta, P.;  Meinhold, P. R.; Melchiorri,  A.; Melin, J. -B.; Mendes, L.;  Mennella, A.;  MivilleDeschenes, M. -A.;  Moneti,  A.; Montier, L.; Morgante, G.;  Mortlock, D.; Munshi, D.;  Naselsky, P.; Natoli, P.;  Nevalainen, J.;  NorgaardNielsen, H. U.;  Noviello, F.;  Novikov, D.; Novikov, I.;</p>			
---	--	--	--

	<p>O'Dwyer, I. J.; Osborne, S.; Paladini, R.; Pasian, F.; Patanchon, G.; Pearson, T. J.; Perdereau, O.; Perotto, L.; Perrotta, F.; Piacentini, F.; Pierpaoli, E.; Piffaretti, R.; Platania, P.; Pointecouteau,</p>			
--	--	--	--	--

	E.; Polenta, G.; Ponthieu, N.; Popa, L.; Poutanen, T.; Pratt, G. W.; Prezeau, G.; Prunet, S.; Puget, J. -L.; Rachen, J. P.; Rebolo, R.; Reinecke, M.; Renault, C.; Ricciardi, S.; Riller, T.; Ristorcelli, I.; Rocha, G.; Rubino-Martin, J. A.; Saar, E.; Sandri, M.; Savini, G.; Schaefer, B. M.; Scott, D.; Smoot, G. F.; Starck, J. -L.; Sutton, D.; Sygnet, J. -F.; Tauber, J. A.; Terenzi, L.; Toffolatti, L.; Tomasi, M.; Tristram, M.; Tuerler, M.; Valenziano, L.; Vielva, P.; Villa, F.; Vittorio, N.; Wade, L. A.; Wandelt, B. D.; Weller, J.; White, S. D. M.; White, M.; Yvon, D.; Zacchei, A.; Zonca, A.			
162	Tempel, E.; Saar, E.; Liivamaegi, L. J.; Tamm, A.; Einasto, J.; Einasto, M.; Mueller, V.	Galaxy morphology, luminosity, and environment in the SDSS DR7	ASTRONOMY & ASTROPHYSICS	2011
163	Einasto, M.; Liivamaegi, L. J.; Tempel, E.; Saar, E.; Tago, E.; Einasto, P.; Enkvist, I.; Einasto, J.; Martinez, V. J.; Heinamaki, P.; Nurmi, P.	THE SLOAN GREAT WALL. MORPHOLOGY AND GALAXY CONTENT	ASTROPHYSICAL JOURNAL	2011
164	Einasto, M.; Liivamaegi, L. J.; Tago, E.; Saar, E.; Tempel, E.; Einasto, J.; Martinez, V. J.; Heinamaki, P.	SDSS DR7 superclusters Morphology	ASTRONOMY & ASTROPHYSICS	2011
165	Einasto, J.; Suhhonenko, I.; Huetsi, G.; Saar, E.; Einasto, M.; Liivamaegi, L. J.; Mueller, V.; Starobinsky, A. A.; Tago, E.; Tempel, E.	Towards understanding the structure of voids in the cosmic web	ASTRONOMY & ASTROPHYSICS	2011
166	Lietzen, H.; Heinamaki, P.; Nurmi, P.; Liivamaegi, L. J.; Saar, E.; Tago, E.; Takalo, L. O.; Einasto, M.	Large-scale environments of $z < 0.4$ active galaxies	ASTRONOMY & ASTROPHYSICS	2011

167	Suhhonenko, I.; Einasto, J.; Liivamaegi, L. J.; Saar, E.; Einasto, M.; Huetsi, G.; Mueller, V.; Starobinsky, A. A.; Tago, E.; Tempel, E.	The cosmic web for density perturbations of various scales	ASTRONOMY & ASTROPHYSICS	2011
168	Einasto, J.; Huetsi, G.; Saar, E.; Suhhonenko, I.; Liivamaegi, L. J.; Einasto, M.; Mueller, V.; Starobinsky, A. A.; Tago, E.; Tempel, E.	Wavelet analysis of the cosmic web formation	ASTRONOMY & ASTROPHYSICS	2011
169	Einasto, M.; Liivamaegi, L. J.; Saar, E.; Einasto, J.; Tempel, E.; Tago, E.; Martinez, V. J.	SDSS DR7 superclusters Principal component analysis	ASTRONOMY & ASTROPHYSICS	2011
170	Coziol, R.; Andernach, H.; Caretta, C. A.; Alamo Martinez, K. A.; Tago, E.	THE DYNAMICAL STATE OF BRIGHTEST CLUSTER MEMBERS AND THE FORMATION OF CLUSTERS (vol 137, pg 4795, 2009)	ASTRONOMICAL JOURNAL	2011
171	Einasto, J.	DARK MATTER	BALTIC ASTRONOMY	2011
172	Tempel, E.; Tago, E.; Liivamaegi, L. J.	Groups and clusters of galaxies in the SDSS DR8 Value-added catalogues	ASTRONOMY & ASTROPHYSICS	2012
173	Liivamaegi, L. J.; Tempel, E.; Saar, E.	SDSS DR7 superclusters The catalogues	ASTRONOMY & ASTROPHYSICS	2012
174	Einasto, M.; Vennik, J.; Nurmi, P.; Tempel, E.; Ahvensalmi, A.; Tago, E.; Liivamaegi, L. J.; Saar, E.; Heinamaki, P.; Einasto, J.; Martinez, V. J.	Multimodality in galaxy clusters from SDSS DR8: substructure and velocity distribution	ASTRONOMY & ASTROPHYSICS	2012

175	Einasto, M.; Liivamaegi, L. J.; Tempel, E.; Saar, E.; Vennik, J.; Nurmi, P.; Gramann, M.; Einasto, J.; Tago, E.; Heinamaki, P.; Ahvensalmi, A.; Martinez, V. J.	Multimodality of rich clusters from the SDSS DR8 within the supercluster-void network	ASTRONOMY & ASTROPHYSICS	2012
176	Saar, Eva; Beyer, Jochen; Gerostamoulos, Dimitri; Drummer, Olaf H.	The time-dependant postmortem redistribution of antipsychotic drugs	FORENSIC SCIENCE INTERNATIONAL	2012
177	Lietzen, H.; Tempel, E.; Heinamaki, P.; Nurmi, P.; Einasto, M.; Saar, E.	Environments of galaxies in groups within the supercluster-void network	ASTRONOMY & ASTROPHYSICS	2012

178	Saar, Eva; Gerostamoulos, Dimitri; Drummer, Olaf H.; Beyer, Jochen	Assessment of the stability of 30 antipsychotic drugs in stored blood specimens	FORENSIC SCIENCE INTERNATIONAL	2012
179	Saar, Eva; Beyer, Jochen; Gerostamoulos, Dimitri; Drummer, Olaf H.	The analysis of antipsychotic drugs in human matrices using LCMS(/MS)	DRUG TESTING AND ANALYSIS	2012
180	Saar, Eva; Gerostamoulos, Dimitri; Drummer, Olaf H.; Beyer, Jochen	Identification of 2hydroxymethyl-olanzapine as a novel degradation product of olanzapine	FORENSIC SCIENCE INTERNATIONAL	2012
181	Arnalte-Mur, P.; Labatie, A.; Clerc, N.; Martinez, V. J.; Starck, J. -L.; Lachieze-Rey, M.; Saar, E.; Paredes, S.	Wavelet analysis of baryon acoustic structures in the galaxy distribution	ASTRONOMY & ASTROPHYSICS	2012
182	Tempel, E.; Stoica, R. S.; Saar, E.	Evidence for spin alignment of spiral and elliptical/S0 galaxies in filaments	MONTHLY NOTICES OF THE ROYAL ASTRONOMICAL SOCIETY	2013
183	Nurmi, P.; Heinamaki, P.; Sepp, T.; Tago, E.; Saar, E.; Gramann, M.; Einasto, M.; Tempel, E.; Einasto, J.	Groups in the Millennium Simulation and in SDSS DR7	MONTHLY NOTICES OF THE ROYAL ASTRONOMICAL SOCIETY	2013



184	Einasto, Jaan	Dark Matter	BRAZILIAN JOURNAL OF PHYSICS	2013
185	Pall, Virge; Einasto, Mart	COMPARATIVE ANALYSIS OF FIVE COLLABORATION MODELS FOR INTERNATIONAL ORGAN EXCHANGE - ESTONIA'S POINT OF VIEW	TRANSPLANT INTERNATIONAL	2013
186	Saar, Eva; Beyer, Jochen; Gerostamoulos, Dimitri; Drummer, Olaf H.	The time-dependant postmortem redistribution of antipsychotic drugs (vol 222, pg 223, 2012)	FORENSIC SCIENCE INTERNATIONAL	2013
187	Tempel, E.; Stoica, R. S.; Martinez, V. J.; Liivamaegi, L. J.; Castellan, G.; Saar, E.	Detecting filamentary pattern in the cosmic web: a catalogue of filaments for the SDSS	MONTHLY NOTICES OF THE ROYAL ASTRONOMICAL SOCIETY	2014
188	Einasto, M.; Lietzen, H.; Tempel, E.; Gramann, M.; Liivamaegi, L. J.; Einasto, J.	SDSS superclusters: morphology and galaxy content	ASTRONOMY & ASTROPHYSICS	2014
189	Tempel, E.; Tamm, A.; Gramann, M.; Tuvikene, T.; Liivamaegi, L. J.; Suhhonenko, I.; Kipper, R.; Einasto, M.; Saar, E.	Flux- and volume-limited groups/clusters for the SDSS galaxies: catalogues and mass estimation	ASTRONOMY & ASTROPHYSICS	2014
190	Di Rago, Matthew; Saar, Eva; Rodda, Luke N.; Turfus, Sophie; Kotsos, Alex; Gerostamoulos, Dimitri; Drummer, Olaf H.	Fast targeted analysis of 132 acidic and neutral drugs and poisons in whole blood using LCMS/MS	FORENSIC SCIENCE INTERNATIONAL	2014
191	Einasto, Maret; Tago, Erik; Lietzen, Heidi; Park, Changbom; Heinamaki, Pekka; Saar, Enn; Song, Hyunmi; Juhan Liivamagi, Lauri; Einasto, Jaan	Tracing a high redshift cosmic web with quasar systems	ASTRONOMY & ASTROPHYSICS	2014

192	Tempel, E.; Kipper, R.; Saar, E.; Bussov, M.; Hektor, A.; Pelt, J.	Galaxy filaments as pearl necklaces	ASTRONOMY & ASTROPHYSICS	2014
193	Cohen, Seth A.; Hickox, Ryan C.; Wegner, Gary A.; Einasto, Maret; Vennik, Jaan	STAR FORMATION AND SUBSTRUCTURE IN GALAXY CLUSTERS	ASTROPHYSICAL JOURNAL	2014
194	Pilgrim, Jennifer L.; Yafistham, Sabrina Putrianita; Gaya, Sanjeev; Saar, Eva; Drummer, Olaf H.	An update on oxycodone: lessons for death investigators in Australia	FORENSIC SCIENCE MEDICINE AND PATHOLOGY	2015
195	Park, Changbom; Song, Hyunmi; Einasto, Maret; Lietzen, Heidi; Heinamaki, Pekka	LARGE SDSS QUASAR GROUPS AND THEIR STATISTICAL SIGNIFICANCE	JOURNAL OF THE KOREAN ASTRONOMICAL SOCIETY	2015
196	Stoica, R. S.; Tempel, E.; Liivamaegi, L. J.; Castellan, G.; Saar, E.	SPATIAL PATTERNS ANALYSIS IN COSMOLOGY BASED ON MARKED POINT PROCESSES	STATISTICS FOR ASTROPHYSICS: METHODS AND APPLICATIONS OF THE REGRESSION	2015

## Lisa 6 E-hääletamise tarkvaralahendusega seotud artiklite nimekiri

# Autorid	Pealkiri	Ajakiri	Aasta
1 Ansper, Arne; Heiberg, Sven; Lipmaa, Helger; Overland, Tom Andre; van Laenen, Filip	Security and Trust for the Norwegian E-Voting Pilot Project E-valg 2011	IDENTITY AND PRIVACY IN THE INTERNET AGE, PROCEEDINGS	2009

## Lisa 7 Taimede fotosünteesi uurimiseks mõeldud aparatuurikomplektiga seotud artiklite nimekiri

	<b>Autorid</b>	<b>Pealkiri</b>	<b>Ajakiri</b>	<b>Aasta</b>
<b>1</b>	Laisk, A	Matematicheskaia Model' Fotosinteza I Fotodykhaniia. Obratimaia Fosforibulokinaznaia Reaktsiia.. [Mathematical Model Of Photosynthesis And Photorespiration. Reversible Phosphoribulokinase Reaction].	Biofizika	1973
<b>2</b>	Laisk, A; Oja, V; Kull, K	Statistical Distribution Of Stomatal Apertures Of Vicia-Faba And Hordeum-Vulgare And The Spannungsphase Of Stomatal Opening	JOURNAL OF EXPERIMENTAL BOTANY	1980
<b>3</b>	Laisk, A	Calculation Of Leaf Photosynthetic Parameters Considering The Statistical Distribution Of Stomatal Apertures	JOURNAL OF EXPERIMENTAL BOTANY	1983
<b>4</b>	Laisk, Ak	Biochemical Structure And Kinetic Function Of The Photosynthetic Apparatus Of Plants	SOVIET PLANT PHYSIOLOGY	1983
<b>5</b>	Rasulov, Bk; Laisk, Ak; Asrorov, Ka	Changes Of Photosynthetic Indexes During Ontogenesis Of The Leaf In 2 Species Of Cotton	SOVIET PLANT PHYSIOLOGY	1983
<b>6</b>	Rasulov, Bk; Laisk, Ak; Asrorov, Ka	Photosynthesis And Photorespiration During Ontogenesis Of Several Species Of Cotton	SOVIET PLANT PHYSIOLOGY	1983
<b>7</b>	Laisk, A; Kiirats, O; Oja, V	Assimilatory Power (Postillumination Co-2 Uptake) In Leaves - Measurement, Environmental Dependencies, And Kinetic-Properties	PLANT PHYSIOLOGY	1984
<b>8</b>	Laisk, A; Walker, Da	Control Of Phosphate Turnover As A Rate-Limiting Factor And Possible Cause Of Oscillations In Photosynthesis - A Mathematical-	PROCEEDINGS OF THE ROYAL SOCIETY SERIES B-BIOLOGICAL SCIENCES	1986

		Model		
<b>9</b>	Oja, V; Laisk, A; Heber, U	Light-Induced Alkalization Of The Chloroplast Stroma In vivo As Estimated From The Co2 Capacity Of Intact Sunflower Leaves	BIOCHIMICA ET BIOPHYSICA ACTA	1986

10	Osmond, Cb; Oja, V; Laisk, A	Regulation Of Carboxylation And Photosynthetic Oscillations During Sun Shade Acclimation In HelianthusAnnuus Measured With A Rapid-Response Gas-Exchange System	AUSTRALIAN JOURNAL OF PLANT PHYSIOLOGY	1988
11	Oja, Vm; Rasulov, Bh; Laisk, Ah	An Analysis Of The Temperature-Dependence Of Photosynthesis Considering The Kinetics Of Rub2 Carboxylase And The Pool Of Rub2 In Intact Leaves	AUSTRALIAN JOURNAL OF PLANT PHYSIOLOGY	1988
12	Laisk, A; Pfanz, H; Heber, U	Sulfur-Dioxide Fluxes Into Different Cellular Compartments Of Leaves Photosynthesizing In A Polluted Atmosphere .2. Consequences Of So2 Uptake As Revealed By ComputerAnalysis	PLANTA	1988
13	Laisk, A; Pfanz, H; Schramm, Mj; Heber, U	Sulfur-Dioxide Fluxes Into Different Cellular Compartments Of Leaves Photosynthesizing In A Polluted Atmosphere .1. Computer-Analysis	PLANTA	1988
14	Laisk, A; Eichelmann, H	Towards Understanding Oscillations - A Mathematical-Model Of The Biochemistry Of Photosynthesis	PHILOSOPHICAL TRANSACTIONS OF THE ROYAL SOCIETY OF LONDON SERIES B-BIOLOGICAL SCIENCES	1989
15	Laisk, A; Kull, O; Moldau, H	Ozone Concentration In Leaf Intercellular Air Spaces Is Close To Zero	PLANT PHYSIOLOGY	1989
16	Laisk, A; Oja, V; Kiirats, O; Raschke, K; Heber, U	The State Of The Photosynthetic Apparatus In Leaves As Analyzed By Rapid Gas-Exchange And Optical Methods - The Ph Of The Chloroplast Stroma And Activation Of Enzymes In vivo	PLANTA	1989
17	Laisk, A; Eichelmann, H; Oja, V; Eatherall, A; Walker, Da	A Mathematical-Model Of The Carbon Metabolism In Photosynthesis - Difficulties In Explaining Oscillations By Fructose 2,6-Bisphosphate Regulation	PROCEEDINGS OF THE ROYAL SOCIETY SERIES B-BIOLOGICAL SCIENCES	1989
18	Laisk, A; Walker, Da	A Mathematical-Model Of ElectronTransport - Thermodynamic Necessity For Photosystem-Ii Regulation - Light Stomata	PROCEEDINGS OF THE ROYAL SOCIETY SERIES B-BIOLOGICAL SCIENCES	1989

<b>19</b>	Eichelmann, H; Weis, E; Laisk, A	The Effect Of Electron Cycling Around Psii On Fluorescence Induction - Mathematical-Modeling	CURRENT RESEARCH IN PHOTOSYNTHESIS, VOLS 1-4	1990
<b>20</b>	Wagner, U; Kolbowski, J; Oja, V; Laisk, A; Heber, U	Ph Homeostasis Of The Chloroplast Stroma Can Protect Photosynthesis Of Leaves During The Influx Of Potentially Acidic Gases	BIOCHIMICA ET BIOPHYSICA ACTA	1990
<b>21</b>	Siebke, K; Laisk, A; Oja, V; Kiirats, O; Raschke, K; Heber, U	Control Of Photosynthesis In Leaves As Revealed By Rapid Gas-Exchange And Measurements Of The Assimilatory Force $F_a$	PLANTA	1990
<b>22</b>	Eichelmann, H; Laisk, A	Content Of Ribulose-1,5-Bisphosphate Carboxylase And Kinetic Characteristics Of Photosynthesis Of Leaves	SOVIET PLANT PHYSIOLOGY	1990
<b>23</b>	Laisk, A; Siebke, K; Gerst, U; Eichelmann, H; Oja, V; Heber, U	Oscillations In Photosynthesis Are Initiated And Supported By Imbalances In The Supply Of Atp And NADPH To The Calvin Cycle	PLANTA	1991
<b>24</b>	Siebke, K; Laisk, A; Neimanis, S; Heber, U	Regulation Of Chloroplast Metabolism In Leaves - Evidence That NADP-Dependent Glyceraldehydephosphate Dehydrogenase, But Not Ferredoxin-NADP Reductase, Controls Electron Flow To Phosphoglycerate In The Dark-Light Transition	PLANTA	1991
<b>25</b>	Rasulov, Bk; Oja, Vm; Laisk, Ak	Temperature-Dependence Of Photosynthesis In Relation To Kinetics Of Rubisco And The Pool Of Ribulose-1,5-Bisphosphate In Intact Leaves	SOVIET PLANT PHYSIOLOGY	1991
<b>26</b>	Laisk, A; Oja, V; Walker, D; Heber, U	Oscillations In Photosynthesis And Reduction Of Photosystem-1 Acceptor Side In Sunflower Leaves - Functional Cytochrome B6/FPhotosystem-1 Ferredoxin-NADP Reductase Supercomplexes	PHOTOSYNTHETICA	1992
<b>27</b>	Laisk, A; Oja, V; Heber, U	Steady-State And Induction Kinetics Of The Photosynthetic Electron Transport Related To Donor Side Oxidation And Acceptor Side Reduction Of Photosystem-1 In Sunflower Leaves	PHOTOSYNTHETICA	1992

<b>28</b>	Laisk, A; Kiirats, O; Oja, V; Gerst, U; Weis, E; Heber, U	Analysis Of Oxygen Evolution During Photosynthetic Induction And In Multiple-Turnover Flashes In Sunflower Leaves	PLANTA	1992
<b>29</b>	Laisk, A	Mathematical-Modeling Of Free-Pool And Channeled Electron-Transport In Photosynthesis - Evidence For A	PROCEEDINGS OF THE ROYAL SOCIETY BIOLOGICAL SCIENCES	1993

		Functional Supercomplex Around Photosystem-1		
<b>30</b>	Price, Gd; Voncaemmerer, S; Evans, Jr; Yu, Jw; Lloyd, J; Oja, V; Kell, P; Harrison, K; Gallagher, A; Badger, Mr	Specific Reduction Of Chloroplast Carbonic-Anhydrase Activity By Antisense Rna In Transgenic Tobacco Plants Has A Minor Effect On Photosynthetic Co2 Assimilation	PLANTA	1994
<b>31</b>	Laisk, A; Oja, V	Range Of Photosynthetic Control Of Postillumination P700(+) Reduction Rate In Sunflower Leaves	PHOTOSYNTHESIS RESEARCH	1994
<b>32</b>	Ruuska, Sa; Vapaavuori, Em; Laisk, A	Reactions Of Birch Leaves To Changes In Light During Early Ontogeny - Comparison Between In-Vivo And InVitro Techniques To Measure Carbon Uptake	JOURNAL OF EXPERIMENTAL BOTANY	1994
<b>33</b>	Laisk, A; Sumberg, A	Partitioning Of The Leaf Co2 Exchange Into Components Using Co2 Exchange And Fluorescence Measurements	PLANT PHYSIOLOGY	1994
<b>34</b>	Eichelmann, H; Laisk, A	Co2 Uptake And Electron- Transport Rates In Wild-Type And A Starchless Mutant Of Nicotiana-Sylvestris - The Role And Regulation Of Starch Synthesis At Saturating Co2 Concentrations	PLANT PHYSIOLOGY	1994
<b>35</b>	Oja, V; Laisk, A	Gas System And Method For Titration Of Intact Leaves With Carbon-Dioxide	PHOTOSYNTHEICA	1995

36	Heber, U; Hauser, M; Oja, V; Laisk, A; Bligny, R; Douce, R	Photosynthesis And Ph Regulation In Leaves	PHOTOSYNTHESIS: FROM LIGHT TO BIOSPHERE, VOL 5	1995
37	Laisk, A	Control And Organization Of Electron Transport And Carbon Assimilation In Leaves	PHOTOSYNTHESIS: FROM LIGHT TO BIOSPHERE, VOL II	1995
38	Oja, V; Laisk, A	Measurement Of The Rate Of Co2 Solubilization In Leaf Tissue With The Help Of A Zirconium-Oxide Oxygen Analyzer	JOURNAL OF EXPERIMENTAL BOTANY	1995
39	Hauser, M; Eichelmann, H; Oja, V; Heber, U; Laisk, A	Stimulation By Light Of Rapid Ph Regulation In The Chloroplast Stroma In-Vivo As Indicated By Co2 Solubilization In Leaves	PLANT PHYSIOLOGY	1995
40	Laisk, A; Oja, V	Coregulation Of Electron-Transport Through Ps-I By Cyt-B(6)F, Excitation Capture By P700 And Acceptor Side Reduction - Time Kinetics And Electron-Transport Requirement	PHOTOSYNTHESIS RESEARCH	1995
41	Eichelmann, H; Gais, Hj	Palladium-Catalyzed Asymmetric Allylic Sulfonylation	TETRAHEDRONASYMMETRY	1995

42	Hauser, M; Eichelmann, H; Heber, U; Laisk, A	Chloroplast Ph Values And Buffer Capacities In Darkened Leaves As Revealed By Co2 Solubilization In-Vivo	PLANTA	1995
43	Suuberg, Em; Milosavljevic, I; Oja, V	Two-Regime Global Kinetics Of Cellulose Pyrolysis: The Role Of Tar Evaporation	TWENTY-SIXTH SYMPOSIUM (INTERNATIONAL) ON COMBUSTION, VOLS 1 AND 2	1996
44	Laisk, A; Loreto, F	Determining Photosynthetic Parameters From Leaf Co2 Exchange And Chlorophyll Fluorescence - Ribulose-1,5-Bisphosphate Carboxylase Oxygenase Specificity Factor, Dark Respiration In The Light, Excitation Distribution Between Photosystems, Alternative Electron Transport Rate, And Mesophyll Diffusion Resistance	PLANT PHYSIOLOGY	1996

45	Oja, V; Suuberg, Em	Measurements Of Vapor Pressures Of Heteroatom-Containing Pah And Coal-Tar Model Mixtures.	ABSTRACTS OF PAPERS OF THE AMERICAN CHEMICAL SOCIETY	1996
46	Laisk, A; Edwards, Ge	Co2 And Temperature-Dependent Induction In C-4 Photosynthesis: An Approach To The Hierarchy Of RateLimiting Processes	AUSTRALIAN JOURNAL OF PLANT PHYSIOLOGY	1997
47	Laisk, A; Edwards, Ge	Post-Illumination Co2 Exchange And Light-Induced Co2 Bursts During C-4 Photosynthesis	AUSTRALIAN JOURNAL OF PLANT PHYSIOLOGY	1997
48	Oja, V; Suuberg, Em	Measurements Of Vapor Pressures Of Coal Tars Using The Continuous Knudsen Effusion Method.	ABSTRACTS OF PAPERS OF THE AMERICAN CHEMICAL SOCIETY	1997
49	Oja, V; Suuberg, Em	Development Of A Nonisothermal Knudsen Effusion Method And Application To Pah And Cellulose Tar Vapor Pressure Measurement	ANALYTICAL CHEMISTRY	1997
50	Laisk, A; Oja, V; Rasulov, B; Eichelmann, H; Sumberg, A	Quantum Yields And Rate Constants Of Photochemical And Nonphotochemical Excitation Quenching - Experiment And Model	PLANT PHYSIOLOGY	1997
51	Ruuska, S; Andrews, TJ; Badger, MR; Hudson, GS; Laisk, A; Price, GD; Von Caemmerer, S	The Interplay Between Limiting Processes In C-3 Photosynthesis Studied By Rapid-Response Gas Exchange Using Transgenic Tobacco Impaired In Photosynthesis	AUSTRALIAN JOURNAL OF PLANT PHYSIOLOGY	1998
52	Laisk, A; Oja, V	Oxygen Evolution, Chlorophyll Fluorescence And Electron Transport Through Photosystem Ii In Light Pulses: Acceptor Resistance Is Dependent On Nonphotochemical Excitation Quenching	PHOTOSYNTHESIS: MECHANISMS AND EFFECTS, VOLS I-V	1998

53	Oja, V; Laisk, A	Oxygen Evolution, Chlorophyll Fluorescence And Electron Transport Through Photosystem Ii In Light Pulses: Quantification Of The Donor Resistance In Leaves	PHOTOSYNTHESIS: MECHANISMS AND EFFECTS, VOLS I-V	1998
54	Eichelmann, H; Laisk, A	Ribulose-1,5-Bisphosphate Carboxylase/Oxygenase (Rubisco) Content In Leaves, Assimilatory Charge And Mesophyll Conductance	PHOTOSYNTHESIS: MECHANISMS AND EFFECTS, VOLS I-V	1998



55	Laisk, A; Edwards, Ge	Oxygen And Electron Flow In C-4 Photosynthesis: Mehler Reaction, Photorespiration And Co2 Concentration In The Bundle Sheath	PLANTA	1998
56	Matto, J; Saarela, M; Alaluusua, S; Oja, V; Jousimies-Somer, H; Asikainen, S	Detection Of Porphyromonas Gingivalis From Saliva By Pcr By Using A Simple Sample-Processing Method	JOURNAL OF CLINICAL MICROBIOLOGY	1998
57	Gais, Hj; Eichelmann, H; Spalthoff, N; Gerhards, F; Frank, M; Raabe, G	Pd-Catalyzed Asymmetric Synthesis Of Allylic Tert-Butyl Sulfones And Sulfides: Kinetic Resolution Of The Allylic Substrate By A Chiral PdComplex	TETRAHEDRONASYMMETRY	1998
58	Laisk, A; Rasulov, Bh; Loreto, F	Thermoinhibition Of Photosynthesis As Analyzed By Gas Exchange And Chlorophyll Fluorescence	RUSSIAN JOURNAL OF PLANT PHYSIOLOGY	1998
59	Oja, V; Suuberg, Em	Vapor Pressures And Enthalpies Of Sublimation Of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons And Their Derivatives	JOURNAL OF CHEMICAL AND ENGINEERING DATA	1998
60	Oja, V; Suuberg, Em	Measurements Of The Vapor Pressures Of Coal Tars Using The Nonisothermal Knudsen Effusion Method	ENERGY & FUELS	1998
61	Oja, V; Savchenko, G; Jakob, B; Heber, U	Ph And Buffer Capacities Of Apoplastic And Cytoplasmic Cell Compartments In Leaves	PLANTA	1999
62	Niinemets, U; Oja, V; Kull, O	Shape Of Leaf Photosynthetic Electron Transport Versus Temperature Response Curve Is Not Constant Along Canopy Light Gradients In Temperate Deciduous Trees	PLANT CELL AND ENVIRONMENT	1999
63	Eichelmann, H; Laisk, A	Ribulose-1,5-Bisphosphate Carboxylase/Oxygenase Content, Assimilatory Charge, And Mesophyll Conductance In Leaves	PLANT PHYSIOLOGY	1999
64	Oja, V; Suuberg, Em	Vapor Pressures And Enthalpies Of Sublimation Of D-Glucose, D-Xylose, Cellobiose, And Levoglucosan	JOURNAL OF CHEMICAL AND ENGINEERING DATA	1999
65	Laisk, A; Edwards, Ge	A Mathematical Model Of C-4 Photosynthesis: The Mechanism Of	PHOTOSYNTHESIS RESEARCH	2000

		Concentrating Co <sub>2</sub> In Nadp-Malic Enzyme Type Species		
66	Edwards, Ge; Kiirats, O; Laisk, A; Okita, Tw	Requirements For The Co <sub>2</sub> Concentrating Mechanism In C-4 Plants Relative To Limitations On Carbon Assimilation In Rice	REDESIGNING RICE PHOTOSYNTHESIS TO INCREASE YIELD	2000
67	Eichelmann, H; Price, Gd; Badger, M; Laisk, A	Photosynthetic Parameters Of Leaves Of Wild Type And Cyt B(6)/F Deficient Transgenic Tobacco Studied By Co(2) Uptake And Transmittance At 800 Nm	PLANT AND CELL PHYSIOLOGY	2000
68	Eichelmann, H; Laisk, A	Cooperation Of Photosystems Ii And I In Leaves As Analyzed By Simultaneous Measurements Of Chlorophyll Fluorescence And Transmittance At 800 Nm	PLANT AND CELL PHYSIOLOGY	2000
69	Oja, V; Laisk, A	Oxygen Yield From Single Turnover Flashes In Leaves: Non-Photochemical Excitation Quenching And The Number Of Active Psii	BIOCHIMICA ET BIOPHYSICA ACTA-BIOENERGETICS	2000
70	Laisk, A; Oja, V	Electron Transport Through Photosystem Ii In Leaves During Light Pulses: Acceptor Resistance Increases With Nonphotochemical Excitation Quenching	BIOCHIMICA ET BIOPHYSICA ACTA-BIOENERGETICS	2000
71	Laisk, A; Oja, V	Alteration Of Photosystem Ii Properties With Non-Photochemical Excitation Quenching	PHILOSOPHICAL TRANSACTIONS OF THE ROYAL SOCIETY OF LONDON SERIES B BIOLOGICAL SCIENCES	2000
72	Barber, J; Peltier, G; Niyogi, K; Foyer, Ch; Laisk, A; Matthijs, Hcp	Flexibility In Photosynthetic Electron Transport: A Newly Identified Chloroplast Oxidase Involved In Chlororespiration - Discussion	PHILOSOPHICAL TRANSACTIONS OF THE ROYAL SOCIETY OF LONDON SERIES B BIOLOGICAL SCIENCES	2000
73	Critchley, C; Laisk, A; Osmond, Cb; Richter, M	Alteration Of Photosystem Ii Properties With Non-Photochemical Excitation Quenching - Discussion	PHILOSOPHICAL TRANSACTIONS OF THE ROYAL SOCIETY OF LONDON SERIES B BIOLOGICAL SCIENCES	2000
74	Laisk, A; Cogdell, Rj; Barber, J; Buc, C	How Carotenoids Protect Bacterial Photosynthesis - Discussion	PHILOSOPHICAL TRANSACTIONS OF THE ROYAL SOCIETY OF LONDON SERIES B BIOLOGICAL SCIENCES	2000

<b>75</b>	Laisk, A; Allen, Jf; Osmond, B; Foyer, Ch; Garcia-Mendoza, E	Balancing The Two Photosystems: Photosynthetic Electron Transfer Governs Transcription Of Reaction Centre Genes In Chloroplasts - Discussion	PHILOSOPHICAL TRANSACTIONS OF THE ROYAL SOCIETY OF LONDON SERIES BBIOLOGICAL SCIENCES	2000
<b>76</b>	Laisk, A; Badger, Mr; Allen, Jf; Matthijs, Hcp; Griffiths, H	Electron Flow To Oxygen In Higher Plants And Algae: Rates And Control Of Direct Photoreduction (Mehler Reaction) And Rubisco Oxygenase - Discussion	PHILOSOPHICAL TRANSACTIONS OF THE ROYAL SOCIETY OF LONDON SERIES BBIOLOGICAL SCIENCES	2000
<b>77</b>	Peterson, Rb; Oja, V; Laisk, A	Chlorophyll Fluorescence At 680 And 730 Nm And Leaf Photosynthesis	PHOTOSYNTHESIS RESEARCH	2001
<b>78</b>	Oja, V	Some Semantic Problems In The Translation Of Colour Terms	SYMPOSIUM ON LEXICOGRAPHY X	2002
<b>79</b>	Laisk, A; Oja, V; Rasulov, B; Ramma, H; Eichelmann, H; Kasparova, I; Pettai, H; Padu, E; Vapaavuori, E	A Computer-Operated Routine Of Gas Exchange And Optical Measurements To Diagnose Photosynthetic Apparatus In Leaves	PLANT CELL AND ENVIRONMENT	2002
<b>80</b>	Oja, V; Eichelmann, H; Peterson, Rb; Rasulov, B; Laisk, A	Deciphering The 820 Nm Signal: Redox State Of Donor Side And Quantum Yield Of Photosystem I In Leaves	PHOTOSYNTHESIS RESEARCH	2003
<b>81</b>	Shim, Hs; Oja, V; Hajaligol, M	Vapor Pressure Measurements Of Tobacco Pyrolysis Tar By A NonIsothermal Knudsen Effusion Method	JOURNAL OF ANALYTICAL AND APPLIED PYROLYSIS	2003
<b>82</b>	Oja, V; Suuberg, Em	Vapor Liquid Equilibrium In Polycyclic Aromatic Compound Mixtures And In Coal Tars	ABSTRACTS OF PAPERS OF THE AMERICAN CHEMICAL SOCIETY	2003
<b>83</b>	Nedbal, L; Brezina, V; Adamec, F; Stys, D; Oja, V; Laisk, A; Govindjee	Negative Feedback Regulation Is Responsible For The Non-Linear Modulation Of Photosynthetic Activity In Plants Dynamic Light And Cyanobacteria Exposed To A Environment	BIOCHIMICA ET BIOPHYSICA ACTA-BIOENERGETICS	2003

<b>84</b>	Eichelmann, H; Oja, V; Rasulov, B; Padu, E; Bichele, I; Pettai, H; Mols, T; Kasparova, I; Vapaavuori, E; Laisk, A	Photosynthetic Parameters Of Birch (Betula Pendula Roth) Leaves Growing In Normal And In Co <sub>2</sub> - And O-3-Enriched Atmospheres	PLANT CELL AND ENVIRONMENT	2004
<b>85</b>	Eichelmann, H; Oja, V; Rasulov, B; Padu, E; Bichele, I; Pettai, H; Niinemets, U; Laisk, A	Development Of Leaf Photosynthetic Parameters In Betula Pendula Roth Leaves: Correlations With Photosystem I Density	PLANT BIOLOGY	2004
<b>86</b>	Oja, V; Bichele, I; Huve, K; Rasulov, B; Laisk, A	Reductive Titration Of Photosystem I And Differential Extinction Coefficient Of P700(+) At 810-950 Nm In Leaves	BIOCHIMICA ET BIOPHYSICA ACTA-BIOENERGETICS	2004
<b>87</b>	Oja, V	Characterization Of Tars From Estonian Kukersite Oil Shale Based On Their Volatility	JOURNAL OF ANALYTICAL AND APPLIED PYROLYSIS	2005
<b>88</b>	Kirschbaum, Muf; Oja, V; Laisk, A	The Quantum Yield Of Co <sub>2</sub> Fixation Is Reduced For Several Minutes After Prior Exposure To Darkness. Exploration Of The Underlying Causes	PLANT BIOLOGY	2005
<b>89</b>	Pettai, H; Oja, V; Freiberg, A; Laisk, A	Photosynthetic Activity Of Far-Red Light In Green Plants	BIOCHIMICA ET BIOPHYSICA ACTA-BIOENERGETICS	2005
<b>90</b>	Pettai, H; Oja, V; Freiberg, A; Laisk, A	The Long-Wavelength Limit Of Plant Photosynthesis	FEBS LETTERS	2005
<b>91</b>	Laisk, A; Eichelmann, H; Oja, V; Peterson, Rb	Control Of Cytochrome B(6)F At Low And High Light Intensity And Cyclic Electron Transport In Leaves	BIOCHIMICA ET BIOPHYSICA ACTA-BIOENERGETICS	2005
<b>92</b>	Eichelmann, H; Oja, V; Rasulov, B; Padu, E; Bichele, I; Pettai, H; Mand, P; Kull, O; Laisk, A	Adjustment Of Leaf Photosynthesis To Shade In A Natural Canopy: Reallocation Of Nitrogen	PLANT CELL AND ENVIRONMENT	2005
<b>93</b>	Laisk, A; Eichelmann, H; Oja, V; Rasulov, B; Padu, E; Bichele, I; Pettai, H; Kull, O	Adjustment Of Leaf Photosynthesis To Shade In A Natural Canopy: Rate Parameters	PLANT CELL AND ENVIRONMENT	2005
<b>94</b>	Rang, H.; Kann, J.; Oja, V.	Advances In Desulfurization Research Of Liquid Fuel	OIL SHALE	2006

95	Laisk, Agu; Eichelmann, Hillar; Oja, Vello; Rasulov, Bakhtier; Ramma, Heikko	Photosystem Ii Cycle And Alternative Electron Flow In Leaves	PLANT AND CELL PHYSIOLOGY	2006
96	Oja, V; Hajaligol, Mr; Waymack, Be	The Vaporization Of Semi-Volatile Compounds During Tobacco Pyrolysis	JOURNAL OF ANALYTICAL AND APPLIED PYROLYSIS	2006
97	Pettai, H; Oja, V; Freiberg, A; Laisk, A	Response To The Comments To Water-Splitting Activity Of Photosystem Ii By Far-Red Light In Green Plant By H.-W. Trissl	BIOCHIMICA ET BIOPHYSICA ACTA- BIOENERGETICS	2006
98	Chen, X; Oja, V; Chan, Wg; Hajaligol, Mr	Vapor Pressure Characterization Of Several Phenolics And Polyhydric Compounds By Knudsen Effusion Method	JOURNAL OF CHEMICAL AND ENGINEERING DATA	2006
99	Laisk, Agu; Eichelmann, Hillar; Oja, Vello	C-3 Photosynthesis In Silico	PHOTOSYNTHESIS RESEARCH	2006
100	Oja, V.; Elenurm, A.; Rohtla, I.; Tali, E.; Tearo, E.; Yanchilin, A.	Comparison Of Oil Shales From Different Deposits: Oil Shale Pyrolysis And Co-Pyrolysis With Ash	OIL SHALE	2007
101	Kollist, Triin; Moldau, Heino; Rasulov, Bahtijor; Oja, Vello; Ramma,	A Novel Device Detects A Rapid Ozone-Induced Transient Stomatal Closure In Intact Arabidopsis And Its Absence In Abi2 Mutant	PHYSIOLOGIA PLANTARUM	2007

	Heikko; Huve, Katja; Jaspers, Pinja; Kangasjarvi, Jaakko; Kollist, Hannes			
102	Eichelmann, H.; Talts, E.; Oja, V.; Padu, E.; Laisk, A.	Rubisco activation state and its relationship to photosystem I in leaves	PHOTOSYNTHESIS RESEARCH	2007
103	Laisk, A.; Oja, V.; Eichelmann, H.; Talts, E.; Scheibe, R.	Rates and roles of cyclic and alternative electron flow in leaves (of potato with altered content of chloroplast NADP-malate dehydrogenase)	PHOTOSYNTHESIS RESEARCH	2007
104	Oja, V.; Ramma, H.; Anijalg, A.; Laisk, A.	Dual-wavelength analysis of photosystem I electron transport	PHOTOSYNTHESIS RESEARCH	2007

<b>105</b>	Talts, E.; Oja, V.; Laisk, A.	Dark inactivation of ferredoxin-NADP reductase and cyclic electron flow under far-red light in sunflower leaves	PHOTOSYNTHESIS RESEARCH	2007
<b>106</b>	Savest, N.; Oja, V.; Kaevand, T.; Lille, U.	Interaction of Estonian kukersite with organic solvents: A volumetric swelling and molecular simulation study	FUEL	2007
<b>107</b>	Oja, Vello; Eichelmann, Hillar; Laisk, Agu	Calibration of simultaneous measurements of photosynthetic carbon dioxide uptake and oxygen evolution in leaves	PLANT AND CELL PHYSIOLOGY	2007
<b>108</b>	Laisk, Agu; Eichelmann, Hillar; Oja, Vello; Talts, Eero; Scheibe, Renate	Rates and roles of cyclic and alternative electron flow in potato leaves	PLANT AND CELL PHYSIOLOGY	2007
<b>109</b>	Talts, Eero; Oja, Vello; Raemma, Heikko; Rasulov, Bahtijor; Anijalg, Agu; Laisk, Agu	Dark inactivation of ferredoxin-NADP reductase and cyclic electron flow under far-red light in sunflower leaves	PHOTOSYNTHESIS RESEARCH	2007
<b>110</b>	Laisk, Agu; Oja, Vello; Eichelmann, Hillar	Kinetics of leaf oxygen uptake represent in planta activities of respiratory electron transport and terminal oxidases	PHYSIOLOGIA PLANTARUM	2007
<b>111</b>	Elenurm, A.; Oja, V.; Tali, E.; Tearo, E.; Yanchilin, A.	Thermal processing of dictyonema argillite and kukersite oil shale: Transformation and distribution of sulfur compounds in pilot-scale Galoter process	OIL SHALE	2008
<b>112</b>	Eichelmann, H.; Talts, E.; Oja, V.; Padu, E.; Laisk, A.	Rubisco in planta k(cat) is regulated in balance with photosynthetic electron transport	JOURNAL OF EXPERIMENTAL BOTANY	2009
<b>113</b>	Laisk, Agu; Eichelmann, Hillar;	Leaf C(3) Photosynthesis in silico: Integrated Carbon/Nitrogen	PHOTOSYNTHESIS IN SILICO:	2009

	Oja, Vello	Metabolism	UNDERSTANDING COMPLEXITY FROM MOLECULES TO ECOSYSTEMS	
--	------------	------------	---	--

114	Laisk, Agu; Edwards, Gerald	Leaf C(4) Photosynthesis in silico: The CO <sub>2</sub> Concentrating Mechanism	PHOTOSYNTHESIS IN SILICO: UNDERSTANDING COMPLEXITY FROM MOLECULES TO ECOSYSTEMS	2009
115	Laisk, Agu; Nedbal, Ladislav; Govindjee	Photosynthesis in silico Understanding Complexity from Molecules to Ecosystems Preface	PHOTOSYNTHESIS IN SILICO: UNDERSTANDING COMPLEXITY FROM MOLECULES TO ECOSYSTEMS	2009
116	Rasulov, Bahtijor; Copolovici, Lucian; Laisk, Agu; Niinemets, Uelo	Postillumination Isoprene Emission: In Vivo Measurements of Dimethylallyldiphosphate Pool Size and Isoprene Synthase Kinetics in Aspen Leaves	PLANT PHYSIOLOGY	2009
117	Oja, Vahur; Chen, Xu; Hajaligol, Mohammad R.; Chan, W. Geoffrey	Sublimation Thermodynamic Parameters for Cholesterol, Ergosterol, beta-Sitosterol, and Stigmasterol	JOURNAL OF CHEMICAL AND ENGINEERING DATA	2009
118	Rasulov, Bahtijor; Hueve, Katja; Vaelbe, Mikk; Laisk, Agu; Niinemets, Uelo	Evidence That Light, Carbon Dioxide, and Oxygen Dependencies of Leaf Isoprene Emission Are Driven by Energy Status in Hybrid Aspen	PLANT PHYSIOLOGY	2009
119	Laisk, Agu; Talts, Eero; Oja, Vello; Eichelmann, Hillar; Peterson, Richard B.	Fast cyclic electron transport around photosystem I in leaves under far-red light: a proton-uncoupled pathway?	PHOTOSYNTHESIS RESEARCH	2010
120	Oja, Vello; Eichelmann, Hillar; Anijalg, Agu; Ramma, Heikko; Laisk, Agu	Equilibrium or disequilibrium? A dualwavelength investigation of photosystem I donors	PHOTOSYNTHESIS RESEARCH	2010
121	Rasulov, Bahtijor; Hueve, Katja; Bichele, Irina; Laisk, Agu; Niinemets, Uelo	Temperature Response of Isoprene Emission in Vivo Reflects a Combined Effect of Substrate Limitations and Isoprene Synthase Activity: A Kinetic Analysis	PLANT PHYSIOLOGY	2010
122	Oja, Vello; Eichelmann, Hillar; Laisk, Agu	Oxygen evolution from single- and multiple-turnover light pulses: temporal kinetics of electron transport through PSII in sunflower leaves	PHOTOSYNTHESIS RESEARCH	2011

<b>123</b>	Oja, Vello; Eichelmann, Hillar; Laisk, Agu	The size of the luminal proton pool in leaves during induction and steady-state photosynthesis	PHOTOSYNTHESIS RESEARCH	2011
<b>124</b>	Rasulov, Bahtijor; Hueve, Katja; Laisk, Agu; Niinemets, Uelo	Induction of a Longer Term Component of Isoprene Release in Darkened Aspen Leaves: Origin and Regulation under Different Environmental Conditions	PLANT PHYSIOLOGY	2011
<b>125</b>	Eichelmann, H.; Oja, V.; Peterson, R. B.; Laisk, A.	The rate of nitrite reduction in leaves as indicated by O <sub>2</sub> and CO <sub>2</sub> exchange during photosynthesis	JOURNAL OF EXPERIMENTAL BOTANY	2011
<b>126</b>	Tosens, Tiina; Niinemets, Uelo; Vislap, Vivian; Eichelmann, Hillar; Castro Diez, Pilar	Developmental changes in mesophyll diffusion conductance and photosynthetic capacity under different light and water availabilities in <i>Populus tremula</i> : how structure constrains function	PLANT CELL AND ENVIRONMENT	2012
<b>127</b>	Oja, Vello; Laisk, Agu	Photosystem II antennae are not energetically connected: evidence based on flash-induced O <sub>2</sub> evolution and chlorophyll fluorescence in sunflower leaves	PHOTOSYNTHESIS RESEARCH	2012
<b>128</b>	Laisk, Agu; Oja, Vello; Eichelmann, Hillar	Oxygen evolution and chlorophyll fluorescence from multiple turnover light pulses: charge recombination in photosystem II in sunflower leaves	PHOTOSYNTHESIS RESEARCH	2012
<b>129</b>	Laisk, Agu; Oja, Vello	Thermal phase and excitonic connectivity in fluorescence induction	PHOTOSYNTHESIS RESEARCH	2013
<b>130</b>	Traumann, Ada; Tint, Piia; Jaervik, Oliver; Oja, Vahur	Determination of Vaporization Properties and Volatile Hazardous Components Relevant to Kukersite Oil Shale Derived Fuel Oil Handling	MATERIALS SCIENCE MEDZIAGOTYRA	2014
<b>131</b>	Laisk, Agu; Oja, Vello; Eichelmann, Hillar; Dall'Osto, Luca	Action spectra of photosystems II and I and quantum yield of photosynthesis in leaves in State 1	BIOCHIMICA ET BIOPHYSICA ACTA- BIOENERGETICS	2014
<b>132</b>	Hruljova, Jelena; Jaervik, Oliver; Oja, Vahur	Application of Differential Scanning Calorimetry to Study Solvent Swelling of Kukersite Oil Shale Macromolecular Organic Matter: A Comparison with the Fine-Grained Sample Volumetric Swelling Method	ENERGY & FUELS	2014



133	Rasulov, Bahtijor; Bichele, Irina; Laisk, Agu; Niinemets, Uelo	Competition between isoprene emission and pigment synthesis during leaf development in aspen	PLANT CELL AND ENVIRONMENT	2014
134	Peterson, Richard B.; Oja, Vello; Eichelmann, Hillar; Bichele, Irina;	Fluorescence F-0 of photosystems II and I in developing C-3 and C-4 leaves, and implications on regulation of excitation balance	PHOTOSYNTHESIS RESEARCH	2014
	Dall'Osto, Luca; Laisk, Agu			
135	Laisk, Agu; Eichelmann, Hillar; Oja, Vello	Oxidation of plastoquinone by photosystem II and by dioxygen in leaves	BIOCHIMICA ET BIOPHYSICA ACTA- BIOENERGETICS	2015

### Lisa 8 Ülikiire proovirotatsiooni tehnikaga seotud artiklite nimekiri

#	Autorid	Pealkiri	Ajakiri	Aasta
1	Lippmaa, E; Magi, M; Samoson, A; Engelhardt, G; Grimmer, Ar	Structural Studies Of Silicates By Solid-State High-Resolution Si29 Nmr	JOURNAL OF THE AMERICAN CHEMICAL SOCIETY	1980
2	Kundla, E; Samoson, A; Lippmaa, E	High-Resolution Nmr Of Quadrupolar Nuclei In Rotating Solids	CHEMICAL PHYSICS LETTERS	1981
3	Lippmaa, E; Magi, M; Samoson, A; Tarmak, M; Engelhardt, G	Investigation Of The Structure Of Zeolites By Solid-State HighResolution Si-29 NmrSpectroscopy	JOURNAL OF THE AMERICAN CHEMICAL SOCIETY	1981
4	Engelhardt, G; Zeigan, D; Lippmaa, E; Magi, M; Samoson, A	Structural Studies Of Alumosilicate Lattices Of Zeolites Using High-Resolution Si-29-Nmr On A Solid	ZEITSCHRIFT FUR CHEMIE	1981
5	Engelhardt, G; Jancke, H; Lippmaa, E; Samoson, A	Structure Investigations Of Solid Organo-Silicon Polymers By High-Resolution Solid-State Si29 Nmr	JOURNAL OF ORGANOMETALLIC CHEMISTRY	1981
6	Engelhardt, G; Zeigan, D; Hoebbel, D; Samoson, A; Lippmaa, E	Detection Of Structure Deformation Of Organo-Silicon Cage Compounds By HighResolution Silicon-29-Nmr	ZEITSCHRIFT FUR CHEMIE	1982
7	Samoson, A; Kundla, E; Lippmaa, E	High-Resolution Mas-Nmr Of Quadrupolar Nuclei In Powders	JOURNAL OF MAGNETIC RESONANCE	1982

8	Engelhardt, G; Lohse, U; Samoson, A; Magi, M; Tarmak, M; Lippmaa, E	High-Resolution Si-29 Nmr Of Dealuminated And Ultrastable Y-Zeolites	ZEOLITES	1982
9	Lippmaa, E; Samoson, A; Magi, M; Teeaar, R; Schraml, J; Gotz, J	High-Resolution Si-29 Nmr Study Of The Structure And Devitrification Of Lead-Silicate Glasses	JOURNAL OF NONCRYSTALLINE SOLIDS	1982
10	Engelhardt, G; Hoebbel, D; Tarmak, M; Samoson, A; Lippmaa, E	Si-29 Nmr Investigations On The Anion Structure Of Crystalline Tetramethylammonium- Aluminosilicates And Aluminosilicate Solutions	ZEITSCHRIFT FUR ANORGANISCHE UND ALLGEMEINE CHEMIE	1982
11	Samoson, A; Lippmaa, E	Central Transition Nmr Excitation-Spectra Of Half-Integer Quadrupole Nuclei	CHEMICAL PHYSICS LETTERS	1983
12	Samoson, A; Lippmaa, E	Excitation Phenomena And Line-	PHYSICAL REVIEW	1983

		Intensities In High-Resolution Nmr Powder Spectra Of Half- Integer Quadrupolar Nuclei	B	
13	Grimmer, Ar; Magi, M; Hahnert, M; Stade, H; Samoson, A; Wieker, W; Lippmaa, E	High-Resolution Solid-State Si29 Nuclear Magnetic-Resonance Spectroscopic Studies Of Binary Alkali Silicate-Glasses	PHYSICS AND CHEMISTRY OF GLASSES	1984
14	Past, J; Puskar, J; Schraml, J; Lippmaa, E	Assignment Techniques For Si- 29 Nmr-Spectra Of Pertrimethylsilylated Products - Si-29 Satellites In C-13 Nmr- Spectra Measured With Selective Si-29 Decoupling	COLLECTION OF CZECHOSLOVAK CHEMICAL COMMUNICATION S	1985
15	Engelhardt, G; Radeaglia, R; Lohse, U; Samoson, A; Lippmaa, E	Determination Of Mean Siosi Bond Angles In Dealuminated Zsm-5 Zeolites (Silicalite) From Highly Resolved Si-29 Mas Nmr Spectra	ZEITSCHRIFT FUR CHEMIE	1985
16	Samoson, A	Satellite Transition High- Resolution Nmr Of Quadrupolar Nuclei In Powders	CHEMICAL PHYSICS LETTERS	1985
17	Engelhardt, G; Nofz, M; Forkel, K; Wihsmann, Fg; Magi, M; Samoson, A; Lippmaa, E	Structural Studies Of Calcium Aluminosilicate Glasses By High-Resolution Solid-State Si-29 And Al-27 Magic Angle Spinning Nuclear Magnetic-Resonance	PHYSICS AND CHEMISTRY OF GLASSES	1985

18	Lippmaa, E; Samoson, A; Magi, M	High-Resolution Al-27 Nmr Of Aluminosilicates	JOURNAL OF THE AMERICAN CHEMICAL SOCIETY	1986
19	Muller, D; Gessner, W; Samoson, A; Lippmaa, E; Scheler, G	Solid-State Al-27 Nmr-Studies On Polycrystalline Aluminates Of The System Cao-Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	POLYHEDRON	1986
20	Muller, D; Gessner, W; Samoson, A; Lippmaa, E; Scheler, G	Solid-State Al-27 Nuclear-Magnetic-Resonance ChemicalShift And Quadrupole Coupling Data For Condensed Aio <sub>4</sub> Tetrahedra	JOURNAL OF THE CHEMICAL SOCIETY-DALTON TRANSACTIONS	1986
21	Engelhardt, G; Jerschke, W; Lohse, U; Sarv, P; Samoson, A; Lippmaa, E	500 Mhz H-1-Mas Nmr-Studies Of Dealuminated H <sub>2</sub> Sm-5 Zeolites	ZEOLITES	1987
22	Schraml, J; Past, J; Puskar, J; Pehk, T; Lippmaa, E; Brezny, R	Assignment Of Si-29 Nmr Lines And Determination Of Si-29-C-13 Coupling-Constants In Pertrimethylsilylated LigninRelated Phenol-Carboxylic Acids By Selective Heteronuclear Inadequate Method	COLLECTION OF CZECHOSLOVAK CHEMICAL COMMUNICATIONS	1987
23	Samoson, A; Lippmaa, E; Engelhardt, G; Lohse, U; Jerschke, W	Quantitative High-Resolution Al-27 Nmr - Tetrahedral Nonframework Aluminum In	CHEMICAL PHYSICS LETTERS	1987

		Hydrothermally Treated Zeolites		
24	Samoson, A; Lippmaa, E	2d Nmr Nutation Spectroscopy In Solids	JOURNAL OF MAGNETIC RESONANCE	1988
25	Samoson, A; Lippmaa, E; Pines, A	High-Resolution Solid-State Nmr Averaging Of 2nd-Order Effects By Means Of A Double-Rotor	MOLECULAR PHYSICS	1988
26	Blumenthal, G; Wegner, G; Muller, D; Samoson, A; Kranz, G	Al-27 Mas Nmr-Studies On The Thermolysis Of The Hexaaqua Aluminum-Chloride [Al(H <sub>2</sub> O) <sub>6</sub> ]Cl <sub>3</sub>	ZEITSCHRIFT FUR ANORGANISCHE UND ALLGEMEINE CHEMIE	1989
27	Samoson, A; Pines, A	Double Rotor For Solid-State Nmr	REVIEW OF SCIENTIFIC INSTRUMENTS	1989
28	Samoson, A; Lippmaa, E	Synchronized Double-Rotation Nmr-Spectroscopy	JOURNAL OF MAGNETIC RESONANCE	1989

29	Wu, Y; Sun, Bq; Pines, A; Samoson, A; Lippmaa, E	Nmr Experiments With A New Double Rotor	JOURNAL OF MAGNETIC RESONANCE	1990
30	Grobet, Pj; Samoson, A; Geerts, H; Martens, Ja; Jacobs, Pa	Crystallographic Site Discrimination In Aluminophosphate MolecularSieves By Solid-State Nmr - Influence Of The Field-Dependent Isotropic 2nd-Order Quadrupolar Shift On High-Resolution Al-27 Dor Nmr	JOURNAL OF PHYSICAL CHEMISTRY	1991
31	Engelhardt, G.; Keller, H.; Sieger, P.; Depmeier, W.; Samoson, A.	Al-27 And Na-23 Double-Rotation Nmr Of Sodalites	SOLID STATE NUCLEAR MAGNETIC RESONANCE	1992
32	Sun, B. Q.; Baltisberger, J. H.; Wu, Y.; Samoson, A.; Pines, A.	Sidebands In Dynamic Angle Spinning (Das) And Double Rotation (Dor) Nmr	SOLID STATE NUCLEAR MAGNETIC RESONANCE	1992
33	Samoson, A	Approximate Approach To Dor Side-Band Suppression	CHEMICAL PHYSICS LETTERS	1993
34	Ray, Gj; Samoson, A	Double-Rotation And Variable Field Al-27 Nmr-Study Of Dealuminated Y-Zeolites	ZEOLITES	1993
35	Samoson, A	Introduction To Dor Nmr	NUCLEAR MAGNETIC RESONANCE IN MODERN TECHNOLOGY	1994
36	Sarv, P; Tuherm, T; Lippmaa, E; Keskinen, K; Root, A	Mobility Of The Acidic Proton In Bronsted Sites Of H-Y, HMordenite, And H-Zsm-5	JOURNAL OF PHYSICAL CHEMISTRY	1995

		Zeolites, Studied By High-Temperature H-1 Mas Nmr		
37	Samoson, A	Multiquantum NMR Of Quadrupole Nuclei With Strong Pulses	CHEMICAL PHYSICS LETTERS	1995
38	Samoson, A; Tegenfeldt, J	Optimizing Magic-Angle-Spinning Side-Band Suppression	SOLID STATE NUCLEAR MAGNETIC RESONANCE	1995

39	Samoson, A	Two-Dimensional Isotropic NMR Of Quadrupole Nuclei In Solids	JOURNAL OF MAGNETIC RESONANCE SERIES A	1996
40	Hunger, M; Sarv, P; Samoson, A	Two-Dimensional TripleQuantum Na-23 Mas Nmr Spectroscopy Of Sodium Cations In Dehydrated Zeolites	SOLID STATE NUCLEAR MAGNETIC RESONANCE	1997
41	Anupold, T; Reinhold, A; Sarv, P; Samoson, A	A Comparison Of Double Rotation And Multi-Quantum Magic Angle Spinning Spectra	SOLID STATE NUCLEAR MAGNETIC RESONANCE	1998
42	Bull, Lm; Cheetham, Ak; Anupold, T; Reinhold, A; Samoson, A; Sauer, J; Bussemer, B; Lee, Y; Gann, S; Shore, J; Pines, A; Dupree, R	A High-Resolution(17)O Nmr Study Of Siliceous Zeolite Faujasite	JOURNAL OF THE AMERICAN CHEMICAL SOCIETY	1998
43	Pingel, Ut; Amoureux, Jp; Anupold, T; Bauer, F; Ernst, H; Fernandez, C; Freude, D; Samoson, A	High-Field O-17 Nmr Studies Of The Sioal Bond In Solids	CHEMICAL PHYSICS LETTERS	1998
44	Taulelle, F; Samoson, A; Loiseau, T; Ferey, G	Ulm-18, A Fluorinated Gallium Phosphate With Perforated Layers: Xrd And Nmr, Structure Determination, And Hf Localization In A D4r	JOURNAL OF PHYSICAL CHEMISTRY B	1998
45	Engelhardt, G; Kentgens, Apm; Koller, H; Samoson, A	Strategies For Extracting Nmr Parameters From Na-23 Mas, Dor And Mqmas Spectra. A Case Study For Na4p2o7	SOLID STATE NUCLEAR MAGNETIC RESONANCE	1999
46	Bull, Lm; Bussemer, B; Anupold, T; Reinhold, A; Samoson, A; Sauer, J; Cheetham, Ak; Dupree, R	A High-Resolution O-17 And Si-29 Nmr Study Of Zeolite Siliceous Ferrierite And Ab Initio Calculations Of Nmr Parameters	JOURNAL OF THE AMERICAN CHEMICAL SOCIETY	2000
47	Du, Ls; Samoson, A; Tuherm, T; Grey, Cp	F-19/Na-23 Double Resonance Mas Nmr Study Of Oxygen/Fluorine Ordering In The Oxyfluoride Na5w3o9f5	CHEMISTRY OF MATERIALS	2000
48	Samoson, A; Anupold, T	Synchronized Double Rotation 2d Nmr	SOLID STATE NUCLEAR MAGNETIC	2000

			RESONANCE	
--	--	--	-----------	--

49	Samoson, A; Tuherm, T; Gan, Z	High-Field High-Speed Mas Resolution Enhancement In H-1 Nmr Spectroscopy Of Solids	SOLID STATE NUCLEAR MAGNETIC RESONANCE	2001
50	Ernst, M; Samoson, A; Meier, Bh	Low-Power Decoupling In Fast Magic-Angle Spinning Nmr	CHEMICAL PHYSICS LETTERS	2001
51	Samoson, A; Tuherm, T; Past, J	Ramped-Speed Cross Polarization Mas Nmr	JOURNAL OF MAGNETIC RESONANCE	2001
52	Mackenzie, KJD; Smith, ME; Schmucker, M; Schneider, H; Angerer, P; Gan, Z; Anupold, T; Reinhold, A; Samoson, A	Structural Aspects Of MulliteType Naal9o14 Studied By Al-27 And Na-23 Solid-State MAS And DOR NMR Techniques	PHYSICAL CHEMISTRY CHEMICAL PHYSICS	2001
53	Samoson, A; Tuherm, T; Past, J	Rotation Sweep Nmr	CHEMICAL PHYSICS LETTERS	2002
54	Gan, Zh; Gor'kov, P; Cross, Ta; Samoson, A; Massiot, D	Seeking Higher Resolution And Sensitivity For Nmr Of Quadrupolar Nuclei At Ultrahigh Magnetic Fields	JOURNAL OF THE AMERICAN CHEMICAL SOCIETY	2002
55	Kafalak-Hachulska, A; Samoson, A; Kolodziejski, W	H-1 Mas And H-1 -> P-31 Cp/Mas Nmr Study Of Human Bone Mineral	CALCIFIED TISSUE INTERNATIONAL	2003
56	Ernst, M; Samoson, A; Meier, Bh	Low-Power Xix Decoupling In Mas Nmr Experiments	JOURNAL OF MAGNETIC RESONANCE	2003
57	Lemaitre, V; Pike, Kj; Watts, A; Anupold, T; Samoson, A; Smith, Me; Dupree, R	New Insights Into The Bonding Arrangements Of L- And DGlutamates From Solid State O17 Nmr	CHEMICAL PHYSICS LETTERS	2003
58	Readman, Je; Grey, Cp; Ziliox, M; Bull, Lm; Samoson, A	Comparison Of The O-17 Nmr Spectra Of Zeolites Lta And Lsx	SOLID STATE NUCLEAR MAGNETIC RESONANCE	2004
59	Ernst, M; Meier, Ma; Tuherm, T; Samoson, A; Meier, Bh	Low-Power High-Resolution Solid-State Nmr Of Peptides And Proteins	JOURNAL OF THE AMERICAN CHEMICAL SOCIETY	2004
60	Nieminen, V; Karhu, H; Kumar, N; Heinmaa, I; Ek, P; Samoson, A; Salmi, T; Murzin, Dy	Physico-Chemical And Catalytic Properties Of Zr- And Cu-Zr IonExchanged H-Mcm-41	PHYSICAL CHEMISTRY CHEMICAL PHYSICS	2004

61	Carravetta, M; Murata, Y; Murata, M; Heinmaa, I; Stern, R; Tontcheva, A; Samoson, A; Rubin, Y; Komatsu, K; Levitt, Mh	Solid-State Nmr Spectroscopy Of Molecular Hydrogen Trapped Inside An Open-Cage Fullerene	JOURNAL OF THE AMERICAN CHEMICAL SOCIETY	2004
62	Pike, Kj; Lemaitre, V; Kukol, A; Anupold, T; Samoson, A; Howes, Ap; Watts, A; Smith,	Solid-State O-17 Nmr Of Amino Acids	JOURNAL OF PHYSICAL CHEMISTRY B	2004

	Me; Dupree, R			
63	Thomas, Pa; Baldwin, A; Dupree, R; Blaha, P; Schwarz, K; Samoson, A; Gan, Zh	Structure-Property Relationships In The Nonlinear Optical Crystal Ktiopo4 Investigated Using Nmr And A Initio Dft Calculations	JOURNAL OF PHYSICAL CHEMISTRY B	2004
64	Ernst, M; Samoson, A; Meier, Bh	Decoupling And Recoupling Using Continuous-Wave Irradiation In Magic-Angle Spinning Solid-State Nmr: A Unified Description Using Bimodal Floquet Theory	JOURNAL OF CHEMICAL PHYSICS	2005
65	Cahill, Ls; Yin, Sc; Samoson, A; Heinmaa, I; Nazar, Lf; Goward, Gr	Li-6 Nmr Studies Of Cation Disorder And Transition Metal Ordering In Li[Ni <sup>1/3</sup> Mn <sup>1/3</sup> Co <sup>1/3</sup> ]O <sub>2</sub> Using Ultrafast Magic Angle Spinning	CHEMISTRY OF MATERIALS	2005
66	Samoson, A; Tuherm, T; Past, J; Reinhold, A; Anupold, T; Heinmaa, I	New Horizons For Magic-Angle Spinning Nmr	NEW TECHNIQUES IN SOLID-STATE NMR	2005
67	Kropman, D; Abru, U; Karner, T; Ugaste, U; Mellikov, E; Kauk, M; Heinmaa, I; Samoson, A	Point Defects Interaction With Extended Defects And Impurities And Its Influence On The Sisio <sub>2</sub> System Properties.	Semiconductor Defect Engineering Materials, Synthetic Structures and Devices	2005
68	Hung, I.; Howes, A. P.; Anupold, T.; Samoson, A.; Massiot, D.; Smith, M. E.; Brown, S. P.; Dupree, R.	Al-27 Double Rotation TwoDimensional Spin Diffusion Nmr: Complete Unambiguous Assignment Of Aluminium Sites In 9al(2)O(3) Center Dot 2b(2)O(3)	CHEMICAL PHYSICS LETTERS	2006

69	Carravetta, M; Johannessen, Og; Levitt, Mh; Heinmaa, I; Stern, R; Samoson, A; Horsewill, Aj; Murata, Y; Komatsu, K	Cryogenic Nmr Spectroscopy Of Endohedral Hydrogen-Fullerene Complexes	JOURNAL OF CHEMICAL PHYSICS	2006
70	Howes, Ap; Anupold, T; Lemaitre, V; Kukol, A; Watts, A; Samoson, A; Smith, Me; Dupree, R	Enhancing Resolution And Sensitivity Of O-17 Solid-State Nmr Through Combining Double Rotation, H-1 Decoupling And Satellite Modulation For Biomolecular Applications	CHEMICAL PHYSICS LETTERS	2006
71	Wong, A; Pike, Kj; Jenkins, R; Clarkson, Gj; Anupold, T; Howes, Ap; Crout, Dhg; Samoson, A; Dupree, R; Smith, Me	Experimental And Theoretical O-17 Nmr Study Of The Influence Of Hydrogen-Bonding On C=O And O-H Oxygens In Carboxylic Solids	JOURNAL OF PHYSICAL CHEMISTRY A	2006
72	Wong, Alan; Howes, Andy P.; Pike, Kevin J.; Lemaitre,	New Limits For Solid-State O-17 Nmr Spectroscopy: Complete	JOURNAL OF THE AMERICAN	2006

	Vincent; Watts, Anthony; Anupold, Tiit; Past, Jaan; Samoson, Ago; Dupree, Ray; Smith, Mark E.	Resolution Of Multiple Oxygen Sites In A Simple Biomolecule	CHEMICAL SOCIETY	
73	Kentgens, APM; Van Eck, ERH; Ajithkumar, TG; Anupold, T; Past, J; Reinhold, A; Samoson, A	New Opportunities For Double Rotation NMR Of Half-Integer Quadrupolar Nuclei	JOURNAL OF MAGNETIC RESONANCE	2006
74	Traer, Jason W.; Montoneri, Enzo; Samoson, Ago; Past, Jaan; Tuherm, Tiit; Goward, Gillian R.	Unraveling The Complex Hydrogen Bonding Of A DualFunctionality Proton Conductor Using Ultrafast Magic Angle Spinning Nmr	CHEMISTRY OF MATERIALS	2006
75	Hung, I.; Wong, A.; Howes, A. P.; Anupold, T.; Past, J.; Samoson, A.; Mo, X.; Wu, G.; Smith, M. E.; Brown, S. P.; Dupree, R.	Determination Of Nmr Interaction Parameters From Double Rotation Nmr	JOURNAL OF MAGNETIC RESONANCE	2007
76	Griffin, John M.; Tripon, Carmen; Samoson, Ago; Filip, Claudiu; Brown, Steven P.	Low-Load Rotor-Synchronised Hahn-Echo Pulse Train (Rs-Hept) H-1 Decoupling In Solid-State Nmr: Factors Affecting Mas Spin-Echo Dephasing Times	MAGNETIC RESONANCE IN CHEMISTRY	2007



77	Wickramasinghe, Nalinda P.; Kotecha, Mrignayani; Samoson, Ago; Past, Jaan; Ishii, Yoshitaka	Sensitivity Enhancement In C-13 Solid-State Nmr Of Protein Microcrystals By Use Of Paramagnetic Metal Ions For Optimizing H-1 T-1 Relaxation	JOURNAL OF MAGNETIC RESONANCE	2007
78	Carravetta, M.; Danquigny, A.; Mamone, S.; Cuda, F.; Johannessen, O. G.; Heinmaa, I.; Panesar, K.; Stern, R.; Grossel, M. C.; Horsewill, A. J.; Samoson, A.; Murata, M.; Murata, Y.; Komatsu, K.; Levitt, M. H.	Solid-State Nmr Of Endohedral Hydrogen-Fullerene Complexes	PHYSICAL CHEMISTRY CHEMICAL PHYSICS	2007
79	Wong, Alan; Hung, Ivan; Howes, Andy P.; Anupold, Tiit; Past, Jaan; Samoson, Ago; Brown, Steven P.; Smith, Mark E.; Dupree, Ray	The Determination Of O-17 Nmr Parameters Of Hydroxyl Oxygen: A Combined Deuteration And Dor Approach	MAGNETIC RESONANCE IN CHEMISTRY	2007
80	Link, Siim; Arvelakis, Stelios; Spliethoff, Hartmut; De Waard, Pieter; Samoson, Ago	Investigation Of Biomasses And Chars Obtained From Pyrolysis Of Different Biomasses With Solid-State C-13 And Na-23 Nuclear Magnetic Resonance Spectroscopy	ENERGY & FUELS	2008
81	Uldry, Anne-Christine; Griffin, John M.; Yates, Jonathan R.; Perez-Torralba,	Quantifying Weak Hydrogen Bonding In Uracil And 4-Cyano-4'-Ethynylbiphenyl: A Combined	JOURNAL OF THE AMERICAN CHEMICAL SOCIETY	2008

	Marta; Maria, M. Dolores Santa; Webber, Amy L.; Beaumont, Maximus L. L.; Samoson, Ago; Claramunt, Rosa Maria; Pickard, Chris J.; Brown, Steven P.	Computational And Experimental Investigation Of Nmr Chemical Shifts In The Solid State		
82	Peng, Weng Kung; Samoson, Ago; Kitagawa, Masahiro	Simultaneous Adiabatic SpinLocking Cross Polarization In Solid-State Nmr Of Paramagnetic Complexes	CHEMICAL PHYSICS LETTERS	2008
83	Brinkmann, Andreas; Kentgens, Arno P. M.; Anupold, Tiit; Samoson, Ago	Symmetry-Based Recoupling In Double-Rotation Nmr Spectroscopy	JOURNAL OF CHEMICAL PHYSICS	2008

84	Hung, I.; Howes, A. P.; Parkinson, B. G.; Anupold, T.; Samoson, A.; Brown, S. P.; Harrison, P. F.; Holland, D.; Dupree, R.	Determination Of The BondAngle Distribution In Vitreous B2o3 By B-11 Double Rotation (Dor) Nmr Spectroscopy	JOURNAL OF SOLID STATE CHEMISTRY	2009
85	Wong, Alan; Howes, Andy P.; Parkinson, Ben; Anupold, Tiit; Samoson, Ago; Holland, Diane; Dupree, Ray	High-Resolution O-17 DoubleRotation Nmr Characterization Of Ring And Non-Ring Oxygen In Vitreous B2o3	PHYSICAL CHEMISTRY CHEMICAL PHYSICS	2009
86	Wickramasinghe, Nalinda P.; Parthasarathy, Sudhakar; Jones, Christopher R.; Bhardwaj, Chhavi; Long, Fei; Kotecha, Mrignayani; Mehboob, Shahila; Fung, Leslie W-M; Past, Jaan; Samoson, Ago; Ishii, Yoshitaka	Nanomole-Scale Protein SolidState Nmr By Breaking Intrinsic H-1 T-1 Boundaries	NATURE METHODS	2009
87	Schneider, Denis; Toufar, Helge; Samoson, Ago; Freude, Dieter	O-17 Dor And Other Solid-State Nmr Studies Concerning The Basic Properties Of Zeolites Lsx	SOLID STATE NUCLEAR MAGNETIC RESONANCE	2009
88	Hung, Ivan; Wong, Alan; Howes, Andy P.; Anupold, Tiit; Samoson, Ago; Smith, Mark E.; Holland, Diane; Brown, Steven P.; Dupree, Ray	Separation Of Isotropic Chemical And Second-Order Quadrupolar Shifts By MultipleQuantum Double Rotation Nmr	JOURNAL OF MAGNETIC RESONANCE	2009
89	Howes, A. P.; Vedishcheva, N. M.; Samoson, A.; Hanna, J. V.; Smith, M. E.; Holland, D.; Dupree, R.	Boron Environments In Pyrex (R) Glass-A High Resolution, Double-Rotation Nmr And Thermodynamic Modelling Study	PHYSICAL CHEMISTRY CHEMICAL PHYSICS	2011
90	Nielsen, Ulla Gro; Heinmaa, Ivo; Samoson, Ago; Majzlan, Juraj; Grey, Clare P.	Insight Into The Local Magnetic Environments And Deuteron Mobility In Jarosite (Afe(3)(So4)(2)(Od,Od2)(6), A =	CHEMISTRY OF MATERIALS	2011

		K, Na, D3o) And Hydronium Alunite ((D3o)Al3(So4)(2)(Od)(6)), From Variable-Temperature H-2 Mas Nmr Spectroscopy		
--	--	---	--	--

91	Becker-Baldus, Johanna; Kemp, Thomas F.; Past, Jaan; Reinhold, Andres; Samoson, Ago; Brown, Steven P.	Longer-Range Distances By Spinning-Angle-Encoding SolidState Nmr Spectroscopy	PHYSICAL CHEMISTRY CHEMICAL PHYSICS	2011
92	Hou, Guangjin; Yan, Si; Sun, Shangjin; Han, Yun; Byeon, In-Ja L.; Ahn, Jinwoo; Concel, Jason; Samoson, Ago; Gronenborn, Angela M.; Polenova, Tatyana	Spin Diffusion Driven By RSymmetry Sequences: Applications To Homonuclear Correlation Spectroscopy In Mas Nmr Of Biological And Organic Solids	JOURNAL OF THE AMERICAN CHEMICAL SOCIETY	2011
93	Wong, Alan; Howes, Andy P.; Yates, Jonathan R.; Watts, Anthony; Anupold, Tiit; Past, Jaan; Samoson, Ago; Dupree, Ray; Smith, Mark E.	Ultra-High Resolution O-17 Solid-State Nmr Spectroscopy Of Biomolecules: A Comprehensive Spectral Analysis Of Monosodium L-Glutamate Center Dot Monohydrate	PHYSICAL CHEMISTRY CHEMICAL PHYSICS	2011
94	Agarwal, Vipin; Tuherm, Tiit; Reinhold, Andres; Past, Jaan; Samoson, Ago; Ernst, Matthias; Meier, Beat H.	Amplitude-Modulated LowPower Decoupling Sequences For Fast Magic-Angle Spinning Nmr	CHEMICAL PHYSICS LETTERS	2013
95	Bratman, V. L.; Fedotov, A. E.; Kalynov, Yu. K.; Makhlov, P. B.; Samoson, A.	Thz Gyrotron And Bwo Designed For Operation In Dnp-Nmr Spectrometer Magnet	JOURNAL OF INFRARED MILLIMETER AND TERAHERTZ WAVES	2013
96	Strobridge, Fiona C.; Middlemiss, Derek S.; Pell, Andrew J.; Leskes, Michal; Clement, Raphaele J.; Pourpoint, Frederique; Lu, Zhouguang; Hanna, John V.; Pintacuda, Guido; Emsley, Lyndon; Samoson, Ago; Grey, Clare P.	Characterising Local Environments In High Energy Density Li-Ion Battery Cathodes: A Combined Nmr And First Principles Study Of Lifexco1Xpo4	JOURNAL OF MATERIALS CHEMISTRY A	2014
97	Stoyanova, Radostina; Ivanova, Svetlana; Zhecheva, Ekaterina; Samoson, Ago; Simova, Svetlana; Tzvetkova, Pavleta; Barra, Anne-Laure	Correlations Between Lithium Local Structure And Electrochemistry Of Layered Lico1-2xnixmnxo2 Oxides: Li-7 Mas Nmr And Epr Studies	PHYSICAL CHEMISTRY CHEMICAL PHYSICS	2014

98	Agarwal, Vipin; Penzel, Susanne; Szekely, Kathrin; Cadalbert, Riccardo; Testori, Emilie; Oss, Andres; Past, Jaan; Samoson, Ago; Ernst, Matthias; Boeckmann, Anja;	De Novo 3d Structure Determination From SubMilligram Protein Samples By Solid-State 100 Khz Mas Nmr Spectroscopy	ANGEWANDTE CHEMIEINTERNATIONAL EDITION	2014
	Meier, Beat H.			
99	Lamley, Jonathan M.; Iuga, Dinu; Oester, Carl; Sass, Hans-Juergen; Rogowski, Marco; Oss, Andres; Past, Jaan; Reinhold, Andres; Grzesiek, Stephan; Samoson, Ago; Lewandowski, Jozef R.	Solid-State Nmr Of A Protein In A Precipitated Complex With A Fulllength Antibody	JOURNAL OF THE AMERICAN CHEMICAL SOCIETY	2014

### Lisa 9 Röntgenluminofooriga seotud artiklite nimekiri

	Autorid	Pealkiri	Ajakiri	Aasta
1	Krustok, J; Valdna, V; Hjelt, K; Collan, H	Deep center luminescence in p-type CdTe	JOURNAL OF APPLIED PHYSICS	1996
2	Valdna, V; Buschmann, F; Mellikov, E	Conductivity conversion in CdTe layers	JOURNAL OF CRYSTAL GROWTH	1996
3	Valdna, V; Hiie, J; Kallavus, U; Mere, A; Piibe, T	ZnSe <sub>1-x</sub> Te <sub>x</sub> solid solutions	JOURNAL OF CRYSTAL GROWTH	1996
4	Krustok, J; Collan, H; Hjelt, K; Madasson, J; Valdna, V	Photoluminescence from deep acceptor deep donor complexes in CdTe	JOURNAL OF LUMINESCENCE	1997
5	Valdna, V	Effect of the vacuum annealing on p-type CdTe	PHYSICA SCRIPTA	1997
6	Hiie, J; Valdna, V; Mellikov, E; Altosaar, M	Photoconductivity formation in CdTe in the annealing process.	OPTICAL ORGANIC AND SEMICONDUCTOR INORGANIC MATERIALS	1997

7	Valdna, V; Mellikov, E; Mere, A	Photoluminescence of Zn(SeTe) annealed phosphors	PHYSICA SCRIPTA	1997
8	Valdna, V	Complex defects in Cl doped ZnTe and CdTe	DEFECTS IN ELECTRONIC MATERIALS II	1997
9	Valdna, V; Gavrish, T; Hiie, J; Mellikov, E; Mere, A	Group II-VI downconverting phosphors	INFRARED APPLICATIONS OF SEMICONDUCTORS - MATERIALS, PROCESSING AND DEVICES	1997
10	Valdna, V; Hiie, J; Mellikov, E; Mere, A	(ZnCd)S, (ZnCd)Se and Zn(SeTe) downconverting phosphors	PHYSICA SCRIPTA	1997
11	Valdna, V	p-type doping of CdTe	SOLID STATE PHENOMENA	1999

12	Valdna, V	Defects in CdTe-based photodetectors	INFRARED APPLICATIONS OF SEMICONDUCTORS III	2000
13	Valdna, V; Hiie, J; Gavrilov, A	Defects in chlorinedoped CdTe thin films	POLYCRYSTALLINE SEMICONDUCTORS IV MATERIALS, TECHNOLOGIES AND LARGE AREA ELECTRONICS	2001
14	Valdna, V	Influence of copper and oxygen on the optoelectronic properties of chlorine doped CdTe thin films.	THIN SOLID FILMS	2001
15	Valdna, V	Stability of chlorinebased complex defects in group II-VI semiconductors	PHYSICA B- CONDENSED MATTER	2001
16	Hiie, J; Valdna, V; Taklaja, A	Modeling of flux composition for thermal CdCl <sub>2</sub> : O-2 annealing of polycrystalline CdTe	COMPOUND SEMICONDUCTOR PHOTOVOLTAICS	2003
17	Diawara, Y; Durst, RD; Mednikova, G; Thorson, T; Hiie, J; Valdna, V	Scintillators for high efficiency and high	HARD X-RAY AND GAMMA-RAY DETECTOR PHYSICS V	2004

		spatial resolution in xray imaging applications		
18	Valdna, V	Optoelectronic properties of chlorine- and oxygen-doped CdTe thin films	SOLAR ENERGY MATERIALS AND SOLAR CELLS	2005
19	Kang, ZT; Menkara, H; Wagner, BK; Summers, CJ; Valdna, V	Synthesis and characterization of oxygen doped ZnTe for powder phosphor application	JOURNAL OF MATERIALS RESEARCH	2005
20	Hiie, J; Dedova, T; Valdna, V; Muska, K	Comparative study of nano-structured CdS thin films prepared by CBD and spray pyrolysis: Annealing effect	THIN SOLID FILMS	2006
21	Valdna, Vello; Hiie, Jaan; Strandberg, Marek; Traksmaa, Rainer; Viljus, Mart	ZnCdSeTe radiation detectors	OPTOELECTRONIC DEVICES: PHYSICS, FABRICATION, AND APPLICATION III	2006
22	Hiie, J.; Muska, K.; Valdna, V.; Mikli, V.; Taklaja, A.; Gavrilov, A.	Thermal annealing effect on structural and electrical properties of chemical bath-deposited CdS films	THIN SOLID FILMS	2008
23	Valdna, Vello; Grossberg,	CdTe Films on Mo/Glass	PHOTOVOLTAIC	2009

	Maarja; Hiie, Jaan; Kallavus, Urve; Mikli, Valdek; Traksmaa, Rainer; Viljus, Mart	Substrates: Preparation and Properties	MATERIALS AND MANUFACTURING ISSUES	
24	Mikli, V.; Hiie, J.; Valdna, V.; Viljus, M.; Traksmaa, R.; Kallavus, U.	Formation of structure of the CdTe film, recrystallized on Mo/glass substrate under high temperature and mechanical pressure	THIN SOLID FILMS	2009
25	Hiie, Jaan; Quinci, Federico; Lughì, Vanni; Sergo, Valter; Valdna, Vello; Mikli, Valdek; Kaerber, Erki; Raadik, Taavi	Chlorine Doping of Cadmium Sulfide on the Example of CBD CdS	THIN-FILM COMPOUND SEMICONDUCTOR VOLTAICS-2009	2010

26	Valdna, Vello; Grossberg, Maarja; Hiie, Jaan; Kallavus, Urve; Mikli, Valdek; Traksmaa, Rainer; Viljus, Mart	Preparation and Properties of CdTe Films on Mo/Glass Substrates	THIN-FILM COMPOUND SEMICONDUCTOR VOLTAICS-2009	2010
27	Scortescu, D.; Maticiu, N.; Nicorici, V.; Spalatu, N.; Potlog, Tamara; Hiie, J.; Valdna, V.	ELECTRICAL PROPERTIES OF THERMALLY ANNEALED CdS THIN FILMS OBTAINED BY CHEMICAL BATH DEPOSITION	2011 INTERNATIONAL SEMICONDUCTOR CONFERENCE (CAS 2011), 34TH EDITION, VOLS 1 AND 2	2011
28	Potlog, T.; Spalatu, N.; Maticiu, N.; Hiie, J.; Valdna, V.; Mikli, V.; Mere, A.	Structural reproducibility of CdTe thin films deposited on different substrates by close space sublimation method	PHYSICA STATUS SOLIDI A- APPLICATIONS AND MATERIALS SCIENCE	2012
29	Maticiu, Natalia; Kukk, Mart; Spalatu, Nicolae; Potlog, Tamara; Krunks, Malle; Valdna, Vello; Hiie, Jaan	Comparative study of CdS films annealed in neutral, oxidizing and reducing atmospheres	PROCEEDINGS OF E-MRS SPRING MEETING 2013 SYMPOSIUM D ADVANCED INORGANIC MATERIALS AND STRUCTURES FOR PHOTOVOLTAICS	2014
30	Spalatu, Nicolae; Hiie, Jaan; Valdna, Vello; Caraman, Mihail; Maticiu, Natalia; Valdek, Mikli; Potlog, Tamara; Krunks, Malle; Lugh, Vanni	Properties of the CdCl <sub>2</sub> air-annealed CSS CdTe thin films	PROCEEDINGS OF E-MRS SPRING MEETING 2013 SYMPOSIUM D ADVANCED INORGANIC MATERIALS AND STRUCTURES FOR PHOTOVOLTAICS	2014
31	Maticiu, Natalia; Hiie, Jaan; Mikli, Valdek; Potlog, Tamara; Valdna, Vello	Structural and optical properties of cadmium sulfide thin films modified by hydrogen annealing	MATERIALS SCIENCE IN SEMICONDUCTOR PROCESSING	2014

32	Spalatu, N.; Hiie, J.; Mikli, V.; Krunks, M.; Valdna, V.; Maticiuc, N.; Raadik, T.; Caraman, M.	Effect of CdCl <sub>2</sub> annealing treatment on structural and optoelectronic properties of close spaced sublimation CdTe/CdS thin film solar cells vs deposition conditions	THIN SOLID FILMS	2015
----	---	---	------------------	------

### Lisa 10 Mikroelektroonika testitarkvaraga Turbo Tester seotud artiklite nimekiri

	Autorid	Pealkiri	Ajakiri	Aasta
1	Jervan, G; Markus, A;	Turbo tester: A CAD MICROELECTRONICS digital test system for teaching EDUCATION	DESIGN, AUTOMATION AND TEST IN EUROPE CONFERENCE AND EXHIBITION 1999, PROCEEDINGS	1998
2	Ubar, R; Morawiec, A; Raik, J	Cycle-based simulation with Decision Diagrams	DESIGN, AUTOMATION AND TEST IN EUROPE CONFERENCE AND EXHIBITION 1999, PROCEEDINGS	1999
3	Raik, J; Ubar, R	Sequential circuit test generation using decision diagram models	DESIGN, AUTOMATION AND TEST IN EUROPE CONFERENCE AND EXHIBITION 1999, PROCEEDINGS	1999
4	Raik, J; Ubar, R	Fast test pattern generation for sequential circuits using decision diagram representations	JOURNAL OF ELECTRONIC TESTING-THEORY AND APPLICATIONS	2000
5	Blyzniuk, M; Cibakova, T; Gramatova, E; Kuzmicz, W; Lobur, M; Pleskacz, W; Raik, J; Ubar, R	Hierarchical defect-oriented fault simulation for digital circuits	IEEE EUROPEAN TEST WORKSHOP, PROCEEDINGS	2000
6	Ubar, R; Raik, J; Morawiec, A	Back-tracing and event-driven techniques in high-level simulation with decision diagrams	ISCAS 2000: IEEE INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON CIRCUITS AND SYSTEMS - PROCEEDINGS, VOL I: EMERGING TECHNOLOGIES FOR THE 21ST CENTURY	2000
7	Blyzniuk, M; Kazymyra, I; Kuzmicz, W; Pleskacz, WA; Raik, J; Ubar, R	Probabilistic analysis of CMOS physical defects in VLSI	MICROELECTRONICS RELIABILITY	2001



circuits for test coverage improvement				
8	Kuzmicz, W; Pleskacz, W; Raik, J; Ubar, R	Defect-oriented fault simulation and test generation in digital circuits	INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON QUALITY ELECTRONIC DESIGN, PROCEEDINGS	2001
9	Cibakova, T; Fischerova, M; Gramatova, E; Kuzmicz, W; Pleskauz, WA; Raik, J; Ubar, R	Hierarchical test generation for combinational circuits with real defects coverage	MICROELECTRONICS RELIABILITY	2002
10	Raik, J; Jutman, A; Ubar, R	Fast static compaction of tests composed of independent sequences: Basic properties and comparison of methods	ICES 2002: 9TH IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON ELECTRONICS, CIRCUITS AND SYSTEMS, VOLS I-111, CONFERENCE PROCEEDINGS	2002
11	Schneider, A; Ivask, E; Miklos, P; Raik, J; Diener, KH; Ubar, R; Cibakova, T; Gramatova, E	Internet-based collaborative test generation with MOSCITO	DESIGN, AUTOMATION AND TEST IN EUROPE CONFERENCE AND EXHIBITION, 2002 PROCEEDINGS	2002
12	Jutman, A; Raik, J; Ubar, R	On efficient logiclevel simulation of digital circuits represented by the SSBDD model	2002 23RD INTERNATIONAL CONFERENCE ON MICROELECTRONICS, VOLS 1 AND 2, PROCEEDINGS	2002
13	Raik, J; Jutman, A; Ubar, R	Exact static compaction of independent test sequences	BEC 2002: PROCEEDINGS OF THE 8TH BIENNIAL BALTIC ELECTRONIC CONFERENCE	2002
14	Schneider, A; Diener, KH; Jervan, G; Peng, Z; Raik, J; Ubar, R; Hollstein, T; Glesner, M	High-level synthesis and test in the MOSCITO-based virtual laboratory	BEC 2002: Proceedings of the 8th Biennial Baltic Electronic Conference	2002
15	Ubar, R; Raik, J; Ivask, E; Brik, M	Mixed-level defect simulation in data-digital systems	2002 23RD INTERNATIONAL paths of MICROELECTRONICS, VOLS 1 AND 2, PROCEEDINGS	
16	Ubar, R; Raik, J; Ivask, E; Brik, M	Multi-level fault simulation of digital systems on decision diagrams	FIRST IEEE INTERNATION WORKSHOP ON ELECTRONIC DESIGN, TEST AND APPLICATIONS, PROCEEDINGS	2002
17	Mekler, A; Raik, J	Multiple-objective	INTERNATIONAL	2003



constraints

18	Schneider, A; Diener, KH; Elst, G; Ivask, E; Raik, J; Ubar, R	Integration of digital test tools to the Internet-based environment MOSCITO	7TH WORLD MULTICONFERENCE ON SYSTEMICS, CYBERNETICS AND INFORMATICS, VOL VIII, PROCEEDINGS	2003
19	Ivask, E; Raik, J; Ubar, R; 2004 Schneider, A	Web-based environment for digital electronics test tools	VIRTUAL ENTERPRISES AND COLLABORATIVE NETWORKS	
20	Ubar, R; Vassijeva, T; Raik, J; Jutman, A; Tombak, M; Peder, A	Optimization of structurally synthesized BDDS	PROCEEDINGS OF THE FOURTH IASTED INTERNATIONAL CONFERENCE ON MODELLING, SIMULATION, AND OPTIMIZATION	2004
21	Brik, M; Raik, J; Ubar, R; Ivask, E	On using genetic algorithm for test generation	BEC 2004: Proceeding of the 9th Biennial Baltic Electronics Conference	2004
22	Ellervee, P; Raik, J; Tihhomirov, V; Ubar, R	FPGA based fault emulation of synchronous sequential circuits	22ND NORCHIP CONFERENCE, PROCEEDINGS	2004
23	Ellervee, P; Raik, J; Tihhomirov, V	Environment for fault simulation acceleration on FPGA	BEC 2004: PROCEEDING OF THE 9TH BIENNIAL BAL TIC ELECTRONICS CONFERENCE	2004
24	Ellervee, P; Raik, J; Tihhomirov, V; Tammema e, K	Evaluating fault emulation on FPGA	FIELD-PROGRAMMABLE LOGIC AND APPLICATIONS, PROCEEDINGS	2004
25	Raik, J; Krivenko, A; Ubar, R	Comparative analysis of sequential circuit test generation approaches	BEC 2004: Proceeding of the 9th Biennial Baltic Electronics Conference	2004
26	Raik, J; Govind, V; Ubar, R	RT-level test point insertion for sequential circuits	IWoTA 2004: 1st International Workshop on Testability Assessment, Proceedings	2004
27	Ubar, R; Aarna, M; Kruus, H; Raik, J	How to generate high quality tests for digital systems	2004 INTERNATIONAL SEMICONDUCTOR CONFERENCE, VOLS 1AND 2, PROCEEDINGS	2004
28	Vislogubov, V; Jutman, A; Kruus, H; Orasson, E; Raik, J; Ubar, R	Diagnostic software with WEB interface for teaching purposes	BEC 2004: PROCEEDING OF THE 9TH BIENNIAL BAL TIC ELECTRONICS CONFERENCE	2004

<b>29</b>	Raik, J; Nommeots, T; Ubar, R	A new testability calculation method to guide RTL test generation	JOURNAL OF ELECTRONIC TESTING-THEORY AND APPLICATIONS	2005
<b>30</b>	Raik, J; Ellervee, P; Tihhomirov, V; Ubar, R	Improved fault emulation for synchronous sequential circuits	DSD 2005: 8TH EUROMICRO CONFERENCE ON DIGITAL SYSTEM DESIGN, PROCEEDINGS	2005
<b>31</b>	Jutman, A; Raik, J; Ubar, R; Vislogubov, V	An educational environment for digital testing: Hardware, tools, and web-based runtime platform	DSD 2005: 8TH EUROMICRO CONFERENCE ON DIGITAL SYSTEM DESIGN, PROCEEDINGS	2005
<b>32</b>	Jutman, Artur; Ubar, Raimund; Raik, Jaan	New built-in self-test scheme for SoC interconnect	WMSCI 2005: 9TH WORLD MULTI-CONFERENCE ON SYSTEMICS, CYBERNETICS AND INFORMATICS, VOL 4	2005
<b>33</b>	Raik, J; Ubar, R; Devadze, S; Jutman, A	Efficient singlepattern fault simulation on structurally synthesized BDDs	DEPENDABLE COMPUTING - EDCC-5, PROCEEDINGS	2005
<b>34</b>	Raik, J; Ubar, R; Sudbrock, J; Kuzmich, W; Pleskacz, W	DOT: New deterministic defectoriented ATPG tool	ETS 2005:10TH IEEE EUROPEAN TEST SYMPOSIUM, PROCEEDINGS	2005
<b>35</b>	Raik, Jaan; Jenihhin, Maksim; Adelbert, Rain	Sequential circuits BIST synthesis from	Norchip 2005, Proceedings	2005

<b>40</b>	Raik, Jaan; Ubar, Raimund; Viilukas, Taavi	High-level decision diagram based fault models for targeting FSMs	DSD 2006: 9TH EUROMICRO CONFERENCE ON DIGITAL SYSTEM DESIGN: ARCHITECTURES,	2006
-----------	---	--	--	------

METHODS AND TOOLS,  
PROCEEDINGS

signal specifications				
36	Sudbrock, J; Raik, J; Ubar, R; Kuzmicz, W; Pleskacz, W	Defect-oriented test- and layout-generation for standard-cell ASIC designs	DSD 2005: 8th Euromicro Conference on Digital System Design, Proceedings	2005
37	Raik, Jaan; Govind, Vineeth; Ubar, Raimund	An external test approach for Network-on-a-Chip switches	PROCEEDINGS OF THE 15TH ASIAN TEST SYMPOSIUM	2006
38	Govind, Vineeth; Raik, Jaan; Ubar, Raimund	A generic synthesizable NoC switch with a scalable testbench	2006 INTERNATIONAL BALTIC ELECTRONICS CONFERENCE, PROCEEDINGS	2006
39	Hermann, K.; Raik, J.; 2006 Jenihhin, M.	TTBist: a DfT tool for enhancing functional test for SoC	2006 INTERNATIONAL BALTIC ELECTRONICS CONFERENCE, PROCEEDINGS	
41	Ubar, R.; Brik, M.; Jutman, A.; Raik, J.; Bengtsson, T.; Kumar, S.	Functional test generation for finite state machines	2006 International Baltic Electronics Conference, Proceedings	2006
42	Ubar, R.; Raik, J.; Evaratson, T.; Kruus, M.; Lensem, H.	Diagnostic modelling of digital systems with multi-level decision diagrams	PROCEEDINGS OF THE 17TH IASTED INTERNATIONAL CONFERENCE ON MODELLING AND SIMULATION	2006
43	Ellervee, P.; Raik, J.; Tammenae, K.; Ubar, R.-J.	FPGA-based fault emulation of synchronous sequential circuits	IET COMPUTERS AND DIGITAL TECHNIQUES	2007
44	Raik, Jaan; Ubar, Raimund; Govind, Vineeth	Test configurations for diagnosing faulty links in NoC switches	ETS 2007: 12TH IEEE EUROPEAN TEST SYMPOSIUM, PROCEEDINGS	2007
45	Jenihhin, Maksim; Raik, Jaan; Ubar, Raimund; Pleskacz, Witold A.; Rakowski, Michal	Layout to logic defect analysis for hierarchical test generation	PROCEEDINGS OF THE 2007 IEEE WORKSHOP ON DESIGN AND DIAGNOSTICS OF ELECTRONIC CIRCUITS AND SYSTEMS	2007

<b>46</b>	Raik, Jaan; Ubar, Raimund; Krivenko, Anna; Kruus, Margus	Hierarchical identification of untestable faults in sequential circuits	DSD 2007: 10TH EUROMICRO CONFERENCE ON DIGITAL SYSTEM DESIGN ARCHITECTURES, METHODS AND TOOLS, PROCEEDINGS	2007
<b>47</b>	Ubar, Raimund; Kostin, Sergei; Raik, Jaan; Evertson, Teet; Lensen, Harri	Fault diagnosis in integrated circuits with BIST	DSD 2007: 10TH EUROMICRO CONFERENCE ON DIGITAL SYSTEM DESIGN ARCHITECTURES, METHODS AND TOOLS, PROCEEDINGS	2007
<b>48</b>	Ubar, Raimund; Devadze, Sergei; Raik, Jaan; Jutman, Artur	Ultra fast parallel fault analysis on structurally synthesized BDDs	ETS 2007: 12TH IEEE EUROPEAN TEST SYMPOSIUM, PROCEEDINGS	2007
<b>49</b>	Ubar, Raimund; Kostin, Sergei; Raik, Jaan; Kruus, Margus	Experimental comparison of different diagnosis algorithms in the bist environment	PROCEEDINGS OF THE 16TH IASTED INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SIMULATION AND MODELLING	2007
<b>50</b>	Ubar, Raimund; Kostin, Sergei; Raik, Jaan	Embedded fault diagnosis in digital systems with BIST	MICROPROCESSORS AND MICROSYSTEMS	2008
<b>51</b>	Minakova, Karina; Reinsalu, Uljana; Chepurov, Anton; Raik, Jaan; Jenihhin, Maksim; Ubar, Raimund;	High-Level Decision Diagram Manipulations for Code Coverage	BEC 2008: 2008 INTERNATIONAL BIENNIAL BALTIC ELECTRONICS CONFERENCE,	2008

	Ellervee, Peeter	Analysis	PROCEEDINGS	
52	Raik, Jaan; Fujiwara, Hideo; Ubar, Raimund; Krivenko, Anna	Untestable Fault Identification in Sequential Circuits Using ModelChecking	PROCEEDINGS OF THE 17TH ASIAN TEST SYMPOSIUM	2008
53	Raik, Jaan; Ubar, Raimund; Villukas, Taavi; Jenihhin, Maksim	Mixed hierarchicalfunctional fault models for targeting sequential cores	JOURNAL OF SYSTEMS ARCHITECTURE	2008
54	Jenihhin, Maksim; Raik, Jaan; Chepurov, Anton; Ubar, Raimund	Temporally extended High-Level Decision Diagrams for PSL assertions simulation	PROCEEDINGS OF THE 13TH IEEE EUROPEAN TEST SYMPOSIUM: ETS 2008	2008
55	Chepurov, A.; Di Guglielmo, G.; Fummi, F.; Pravadelli, G.; Raik, J.; Ubar, R.; Viilukas, T.	Automatic Generation of EFSMs and HLDDs for Functional ATPG	BEC 2008: 2008 INTERNATIONAL BIENNIAL BALTIC ELECTRONICS CONFERENCE, PROCEEDINGS	2008
56	Ivask, Eero; Raik, Jaan; Ubar, Raimund	Web-based framework for parallel distributed test	2008 IEEE WORKSHOP ON DESIGN AND DIAGNOSTICS OF ELECTRONIC CIRCUITS AND SYSTEMS, PROCEEDINGS	2008
57	Ivask, Eero; Raik, Jaan; Ubar, Raimund	Distributed Approach for Genetic Test Generation in the Field of Digital Electronics	INTELLIGENT DISTRIBUTED COMPUTING, SYSTEMS AND APPLICATIONS	2008
58	Jenihhin, Maksim; Raik, Jaan; Ubar, Raimund; Chepurov, Anton	On reusability of verification assertions for testing	BEC 2008: 2008 INTERNATIONAL BIENNIAL BALTIC ELECTRONICS CONFERENCE, PROCEEDINGS	2008
59		Mellik, A.; Raik, J. 2008: 2008 Tool-set for Mixed-Signal and Digital Devices	Test Development and Deployment 2008 and Deployment INTERNATIONAL BIENNIAL BALTIC ELECTRONICS CONFERENCE, PROCEEDINGS	BEC 2008: 2008



60	Mellik, Andres; Raik, Jaan	An XML-based Test Development and Deployment Framework for Mixed-Signal and Digital Devices	2008 IEEE AUTOTESTCON, VOLS 1 AND 2	2008
61	Pleskacz, Witold A.; Jenihhin, Maksim; Raik, Jaan; Rakowski, Michal; Raimund; Kuzmicz, in CMOS IC METHODS AND TOOLS :	Hierarchical Analysis of Short Defects between Metal Lines	11TH EUROMICRO CONFERENCE ON DIGITAL SYSTEM DESIGN - Ubar, ARCHITECTURES, Wieslaw DSD 2008, PROCEEDINGS	2008
62	Raik, Jaan; Reinsalu, Uljana; Ubar, Raimund; Jenihhin, Maksim; Ellervee, Peeter	Code coverage analysis using High-Level Decision Diagrams	2008 IEEE WORKSHOP ON DESIGN AND DIAGNOSTICS OF ELECTRONIC CIRCUITS AND SYSTEMS, PROCEEDINGS	2008
63		Ubar, R.; Kostin, S.; Raik, J. Embedded diagnosis systems	2008 26TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON MICROELECTRONICS, VOLS 1 AND 2, PROCEEDINGS	2008 in digital
64	Ubar, R.; Raik, J.; Jutman, A.; Jenihhin, M.; Brik, M.; Instenberg, M.; Wuttke, H-D.	Diagnostic Modeling of Microprocessors with High-Level Decision Diagrams	BEC 2008: 2008 INTERNATIONAL BIENNIAL BALTIC ELECTRONICS CONFERENCE, PROCEEDINGS	2008
65	Ubar, R.; Kostin, S.; Raik, J.	Calculation of the Diagnosibility of Digital Circuits without Using Fault PROCEEDINGS	BEC 2008: 2008 INTERNATIONAL BIENNIAL BALTIC ELECTRONICS CONFERENCE, Models	2008
66	Ubar, Raimund; Devadze, Sergei; Raik, Jaan; Jutman, Artur	Parallel fault backtracing for calculation of fault coverage	2008 ASIA AND SOUTH PACIFIC DESIGN AUTOMATION CONFERENCE, VOLS 1 AND 2	2008
67	Ubar, Raimund; Raik, Jaan; Kruus, Helena; Lensen, Harri; Evertson, Teet	Diagnostic modelling of digital systems with binary and high-level decision diagrams	PROGRESS IN INDUSTRIAL MATHEMATICS AT ECMI 2006	2008
68	Raik, J.; Govind, V.; Ubar, R.	Design-for-testability-based external test and diagnosis of meshlike network-on-chips	IET COMPUTERS AND DIGITAL TECHNIQUES	2009

69	Devadze, Sergei; Ubar, Raimund; Raik, Jaan; Jutman, Artur	Parallel Exact Critical Path Tracing Fault Simulation with Reduced Memory Requirements	DTIS: 2009 4TH IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON DESIGN & TECHNOLOGY OF INTEGRATED SYSTEMS IN NANOSCALE PROCEEDINGS	2009 ERA,
70	Jenihhin, Maksim; Raik, Jaan; Chepurov, Anton; Ubar, Raimund	PSL Assertion Checking Using Temporally Extended High-Level Decision Diagrams	JOURNAL OF ELECTRONIC TESTING-THEORY AND APPLICATIONS	2009
71	Jenihhin, Maksim; Raik, Jaan; Chepurov, Anton; Reinsalu, Uljana; Ubar, Raimund	High-Level Decision Diagrams based Coverage Metrics for Verification and Test	LATW: 2009 10TH LATIN AMERICAN TEST WORKSHOP	2009
72	Kostin, Sergei; Ubar, Raimund; Raik, Jaan; Aarna, Margit; Brik, Marina; Wuttke, H-D	Teaching Research in the Laboratory Using Diagnosis Environment for Digital Systems	2009 EAEEIE ANNUAL CONFERENCE	2009
73	Ubar, Raimund; Kostin, Sergei; Raik, Jaan	Combined Fault-Model Free Cause-Effect and Effect-Cause Fault Diagnosis in Block-Level Digital Networks	2009 1ST ASIA SYMPOSIUM ON QUALITY ELECTRONIC DESIGN	2009
74	Ubar, Raimund; Jutman, Artur; Raik, Jaan; Kostin, Sergei; Wuttke, H. -D.	DIAGNOZER: a Laboratory Tool for Teaching Research in Diagnosis of Electronic Systems	2009 IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON MICROELECTRONIC SYSTEMS EDUCATION	2009
75	Ubar, Raimund; Kostin, Sergei; Raik, Jaan	Investigations of the Diagnosibility of Digital Networks with BIST	LATW: 2009 10TH LATIN AMERICAN TEST WORKSHOP	2009
76	Ubar, Raimund; Raik, Jaan; Karputkin, Anton; Tombak, Mati	Synthesis of HighLevel Decision Diagrams for Functional Test Pattern Generation	MIXDES 2009: PROCEEDINGS OF THE 16TH INTERNATIONAL CONFERENCE MIXED DESIGN OF INTEGRATED CIRCUITS AND SYSTEMS	2009
77	Ubar, Raimund; Kostin, Sergei; Raik, Jaan	Block-Level Fault Model-Free Debug Diagnosis in Digital Systems	PROCEEDINGS OF THE 2009 12TH EUROMICRO and CONFERENCE ON DIGITAL SYSTEM DESIGN,	

ARCHITECTURES, METHODS AND TOOLS				
78	Ubar, R.; Mironov, D.; Raik, J.; Jutman, A.	Fault Collapsing with Linear Complexity in Digital Circuits	2010 IEEE INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON CIRCUITS AND SYSTEMS	2010
79	Raik, Jaan; Rannaste, Anna;	Hierarchical	TEST SYMPOSIUM (ETS)	
80	Karputkin, Anton; Ubar, Raimund; Tombak, Mati; Raik, Jaan	Probabilistic Equivalence Checking Based on High-Level Decision Diagrams	2011 IEEE 14TH INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON DESIGN AND DIAGNOSTICS OF ELECTRONIC CIRCUITS AND SYSTEMS (DDECS)	2011
	Jenihhin, Maksim; Viilukas, Taavi; Ubar, Raimund; Fujiwara, Hideo	Untestability Identification for Synchronous Sequential Circuits	2011 16TH IEEE EUROPEAN	2011
81	Kostin, Sergei; Ubar, Raimund; Raik, Jaan	Defect-Oriented Module-Level Fault Diagnosis in Digital Circuits	2011 IEEE 14TH INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON DESIGN AND DIAGNOSTICS OF ELECTRONIC CIRCUITS AND SYSTEMS (DDECS)	2011
82	Reinsalu, Uljana; Raik, Jaan; Ubar, Raimund; Ellervee, Peeter	Fast RTL Fault Simulation Using Decision Diagrams and Bitwise Set Operations	2011 IEEE INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON DEFECT AND FAULT TOLERANCE IN VLSI AND NANOTECHNOLOGY SYSTEMS (DFT)	2011
83	Guarnieri, Valerio; Di Guglielmo, Giuseppe; Bombieri, Nicola; Pravadelli, Graziano; Fummi, Franco; Hantson, Hanno; Raik, Jaan; Jenihhin, Maksim; Ubar, Raimund	On the Reuse of TLM Mutation Analysis at RTL	JOURNAL OF ELECTRONIC TESTING-THEORY AND APPLICATIONS	2012
84	Viilukas, Taavi; Karputkin, Anton; Raik, Jaan; Jenihhin, Maksim; Ubar, Raimund; Fujiwara, Hideo	Identifying Untestable Faults in Sequential Circuits Using Test Path Constraints	JOURNAL OF ELECTRONIC TESTING-THEORY AND APPLICATIONS	2012
85	Karputkin, Anton; Ubar, Raimund; Tombak, Mati;	Automated Correction of Design	2012 13TH INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON QUALITY	2012

	Raik, Jaan	Errors by Edge Redirection on High-Level Decision Diagrams	ELECTRONIC DESIGN (ISQED)	
<b>86</b>	Raik, Jaan	FP7 Collaborative Research Project DIAMOND Diagnosis, Error Modeling and Correction for Reliable Systems Design	2012 17TH IEEE EUROPEAN TEST SYMPOSIUM (ETS)	2012
<b>87</b>	Raik, Jaan; Govind, Vineeth	Low-Area Boundary BIST Architecture for Mesh-like Networkon-Chip	2012 IEEE 15TH INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON DESIGN AND DIAGNOSTICS OF ELECTRONIC CIRCUITS & SYSTEMS (DDECS)	2012
<b>88</b>	Repinski, Urmas; Hantson, Hanno; Jenihhin, Maksim; Raik, Jaan; Ubar, Raimund; Di Guglielmo, Giuseppe; Pravadelli, Graziano; Fummi, Franco	Combining Dynamic Slicing and Mutation Operators for ESL Correction	2012 17TH IEEE EUROPEAN TEST SYMPOSIUM (ETS)	2012
<b>89</b>	Tsepurov, Anton; Tihhomirov, Valentin; Jenihhin, Maksim; Raik, Jaan; Bartsch, Guenter; Escobar, Jorge Hernan Meza; Wuttke, Heinz-Dietrich	Localization of Bugs in Processor Designs Using zamiaCAD Framework	PROCEEDINGS OF THE 13TH INTERNATIONAL WORKSHOP ON MICROPROCESSOR TEST AND VERIFICATION (MTV 2012)	2012
<b>90</b>	Ubar, Raimund; Kostin, Sergei; Raik, Jaan	Multiple Stuck-at-Fault Detection Theorem	2012 IEEE 15TH INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON DESIGN AND DIAGNOSTICS OF ELECTRONIC CIRCUITS & SYSTEMS (DDECS)	2012
<b>91</b>	Raik, Jaan; Repinski, Urmas; Chepurov, Anton; Hantson, Hanno; Ubar, Raimund; Jenihhin, Maksim	Automated design error debug using high-level decision diagrams and mutation operators	MICROPROCESSORS AND MICROSYSTEMS	2013
<b>92</b>	Abrar, Syed Saif; Kiran, Shyam A.; Jenihhin, Maksim; Raik, Jaan; Babu, C.	Performance Analysis of Cosimulating Processor Core in VHDL and SystemC	2013 INTERNATIONAL CONFERENCE ON ADVANCES IN COMPUTING, COMMUNICATIONS AND INFORMATICS (ICACCI)	2013

<b>93</b>	Abrar, Syed Saif; Jenihhin, Maksim; Raik, Jaan	Extensible OpenSource Framework for Translating RTL VHDL IP Cores to SystemC	PROCEEDINGS OF THE 2013 IEEE 16TH INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON DESIGN AND DIAGNOSTICS OF ELECTRONIC CIRCUITS & SYSTEMS (DDECS) 2013 NORCHIP	2013
<b>94</b>	Gorev, Maksim; Ubar, Raimund; Ellervee, Peeter; Devadze, Sergei; Raik, Jaan; Min, Mart	At-Speed Self-Testing of High-Performance Pipe-Lined Processing Architectures		2013
<b>95</b>	Repinski, Urmaz; Raik, Jaan	Comparison of Model-Based Error Localization Algorithms for C Designs	PROCEEDINGS OF IEEE EAST-WEST DESIGN & TEST SYMPOSIUM (EWDTS 2013)	2013
<b>96</b>	Tihhomirov, Valentin; Tsepurov, Anton; Jenihhin, Maksim; Raik, Jaan; Ubar, Raimund	Assessment of Diagnostic Test for Automated Bug Localization	2013 14TH IEEE LATIN-AMERICAN TEST WORKSHOP (LATW2013)	2013
<b>97</b>	Ubar, Raimund; Vargas,	Identifying NBTI-	16TH EUROMICRO	2013



Sergei; Raik, Jaan	Fault Oriented Test Groups from Single Fault Test Sets	CONFERENCE ON DESIGN & TECHNOLOGY OF INTEGRATED SYSTEMS IN NANOSCALE ERA (DTIS)
Fabian; Jenihhin, Maksim; Raik, Jaan; Kostin, Sergei; Poehls, Leticia Bolzani	Critical Paths in Nanoscale Logic	CONFERENCE ON DIGITAL SYSTEM DESIGN (DSD 2013)

99	Jenihhin, Maksim; Tsepurov, Anton; Tihhomirov, Valentin; Raik, Jaan; Hantson, Hanno; Ubar, Raimund; Bartsch, Guenter; Escobar, Jorge Hernan Meza; Wuttke, Heinz-Dietrich	Automated Design Error Localization in RTL Designs	IEEE DESIGN & TEST	2014
100	Abrar, Syed Saif; Jenihhin, Maksim; Raik, Jaan	Abstraction of Clock Interface for Conversion of RTL VHDL to SystemC	SOUVENIR OF THE 2014 IEEE INTERNATIONAL ADVANCE COMPUTING CONFERENCE (IACC)	2014
101	Gaudesi, Marco; Jenihhin, Maksim; Raik, Jaan; Sanchez, Ernesto; Squillero, Giovanni; Tihhomirov, Valentin; Ubar, Raimund	Diagnostic Test Generation for Statistical Bug Localization Using Evolutionary Computation	APPLICATIONS OF EVOLUTIONARY COMPUTATION	2014
102	Vierhaus, Heinrich T.; Schoelzel, Mario; Raik, Jaan; Ubar, Raimund	Advanced Technical Education in the Age of Cyber Physical Systems	10TH EUROPEAN WORKSHOP ON MICROELECTRONICS EDUCATION (EWME)	2014

## Lisa 11 Intervjueeritavate nimekiri

**Aben, Hillar.** (Tallinna Tehnikaülikool, TTÜ Küberneetika Instituut, juhtivteadur). Autori intervjuu. Helisalvestis. Tallinn, 26 mai 2015.

**Ansper, Arne.** (Cybernetica AS, arendusjuht). Autori intervjuu. Helisalvestis. Tartu, 11 mai 2015.

**Einasto, Jaan.** (Tartu Observatoorium, vanemteadur). Autori intervjuu. Helisalvestis. 17. aprill 2015.

**Laisk, Agu.** (Tartu Ülikooli Tehnoloogiainstituut, taimebioloogia vanemteadur). Autori intervjuu. Helisalvestis. Tartu, 12. juuni 2015.

**Lõhmus, Ants.** (Tartu Ülikool, Loodus- ja tehnoloogiateaduskond, Tartu Ülikooli Füüsika Instituut, Nanostruktuuride füüsika labor, vanemteadur). Autori intervjuu. Helisalvestis. Tartu, 2 aprill 2015.

**Raik, Jaan.** (Tallinna Tehnikaülikooli Arvutitehnika instituut, professor). Autori intervjuu. Helisalvestis. Tallinn, 26 mai 2015.

**Reinhold, Andres.** (Tallinna Tehnikaülikool, TTÜ Tehnomeedikum, insener). Autori intervjuu. Helisalvestis. Tallinn, 26 mai 2015.

**Samoson, Ago.** (Tallinna Tehnikaülikool, TTÜ Tehnomeedikum, juhtivteadur). Telefoni- ja emailivestlus. September 2015.



**Valdna, Vello.** (Tallinna Tehnikaülikool, Materjaliteaduse Instituut, vanemteadur). Autori intervjuu. Helisalvestis. Tallinn, 26 mai 2015.