

Teadusaparatuuri ja -infrastruktuuride kasutamise hindamise meetodika väljatöötamine

RITA 4: TAI poliitika seire

Lõpparuanne

Tartu Ülikool

Kaia Kask, Siim Espenberg, Tarmo Puolokainen, Elvo Themas

Uuringu tellis SA Eesti Teadusagentuur.

Tööd rahastatakse „Valdkondliku teadus- ja arendustegevuse tugevdamise (RITA)“ tegevuse 4 raames Euroopa Regionaalarengu Fondist.

Uuringu tegi Tartu Ülikool.

Uuringu autorid: Kaia Kask
 Siim Espenberg
 Tarmo Puolokainen
 Elvo Themas

Viitamine: Kask, K., Espenberg, S., Puolokainen, T., Themas, E. (2018). Teadusaparatuuri ja -infrastruktuuride kasutamise hindamise meetoodika väljatöötamine. Tartu: Tartu Ülikool.

RITA on Euroopa Regionaalarengu Fondist toetatav programm, mille eesmärk on suurendada riigi rolli teaduse strateegilisel suunamisel ning teadus- ja arendusasutuste võimekust ühiskondlikult oluliste uuringute läbiviimisel. Programmi kaudu rahastab SA Eesti Teadusagentuur Eesti riigi vajadustest lähtuvaid sotsiaal-majanduslike eesmärkidega rakendusuringuid.

Tegevus 4: Teadus- ja arendustegevuse ning innovatsiooni (TAI) poliitika seire. RITA tegevus 4 eesmärk on jälgida TAI poliitika elluviimist ning anda soovitusi uute poliitikate kujundamiseks. Analüüse ja uuringuid teevad Tallinna Ülikool, Tartu Ülikool, Tallinna Tehnikaülikool, Teaduste Akadeemia ning Eesti Teadusagentuur.

Tänuõnad

Uuringu autorid tänavad tellija esindajaid Karmen Kerti, Liina Eeki ja Priit Tamme Eesti Teadusagentuurist ning Toivo Räime Haridus- ja Teadusministeeriumist sisuka tagasiside eest analüüsi kirjutamise protsessis. Ühtlasi täname Edgar Hamburgi Tartu Ülikooli Ettevõtlus- ja Innovatsioonikeskusest kommentaaride eest. Suur aitäh ka teadusinfrastruktuuri kasutajatele, kes olid valmis oma teadusinfrastruktuuri kohapeal tutvustama. Samuti avaldame suurt tänu ka kõikidele intervjuudes ning fookusgruppides osalejatele. Tänu teile sai uuringu aruanne oluliselt sisukam!

SISUKORD

Mõisted	6
Sissejuhatus	7
1. Uuringu eesmärk, ülesanded ja metoodika	10
1.1. Uuringu eesmärk ja uurimisülesanded	10
1.2. Uuringu läbiviimise etapid, tegevused ja kasutatav metoodika	10
2. Teadusaparatuuri ja -infrastruktuuri hindamise teoreetilis-metoodiline raamistik	13
2.1. Teadusaparatuuri ja -infrastruktuuri hindamine juhtimistasandilt	13
2.2. Teadusaparatuuri ja -infrastruktuuri loogilisest mudelist lähtuv hindamine	14
3. Teaduse mõiste, teadus- ja uurimistegevus ning selle väljundid	16
3.1. Teaduse mõiste ning teadus- ja uurimistegevus avatud teaduse kontekstis	16
3.2. Teadustegevuse väljundid ja avaldamise kanalid	18
3.2.1. Teaduspublikatsioonid	18
3.2.2. Teadusandmed ja -andmebaasid	20
4. Teadusaparatuur ja -infrastruktuur kui teadustegevuse oluline sisend: mõiste, klassifikatsioon, elutsükkel	23
4.1. Teadusaparatuuri ja -infrastruktuuri mõiste ja teadustaristu teekaart	23
4.1.1. Teadusaparatuuri ja -infrastruktuuri mõiste, olulisus ning seotud huvigrupid	23
4.1.2. Teadusaparatuuri ja -infrastruktuuri teekaardi eesmärk ja protsess	26
4.2. Teadusaparatuuri ja -infrastruktuuri klassifikatsioon	27
4.3. Teadusaparatuuri ja -infrastruktuuri elutsükkel ja selle faasid	37
5. Teadusaparatuuri ja -infrastruktuuri elutsükli põhine hindamine	42
5.1. Teadusaparatuuri ja -infrastruktuuri hindamine planeerimisfaasis	42
5.1.1. TI teekaardi hindamisprotsess	42
5.1.2. TI planeerimisindikaatorid	45
5.2. Teadusaparatuuri ja -infrastruktuuri hindamine tegevusfaasis	45
5.2.1. TI kasutamise indikaatorid	45
5.2.2. TI väljundindikaatorid	46
5.3. Teadusaparatuuri ja -infrastruktuuri indikaatorite valiku- ja otsustusprotsess	52
6. Uuringu tulemused ja järeldused	55
6.1. Uuringust tulenevad üldised tulemused ja järeldused	55
6.2. Uuringu tulemused ja -järeldused seoses TI kategoriseerimisega	55
6.3. Uuringu tulemused ja -järeldused seoses TI kasutuse hindamisega	56

7. Uuringust tulenevad ettepanekud ja soovitused.....	58
7.1. Soovitused ja ettepanekud poliitikakujundajatele	58
7.2. Soovitused ja ettepanekud Eesti Teadusagentuurile	58
7.3. Soovitused ja ettepanekud ülikoolidele ning teadus- ja uurimisasutustele.....	59
8. Potentsiaalsed uurimisteemad	61
Kokkuvõte.....	63
Kasutatud kirjandus.....	66
Lisa 1. Intervjuu plaan – vaatlus ja seire.....	85
Lisa 2. Intervjuu plaan – eksperdid.....	86
Lisa 3. Intervjuu plaan – fookusgrupid	87
Lisa 4. Eesti teadusinfrastruktuuri teekaardi uuendamise protsess 2013. aastal.....	90
Lisa 5. Teadusaparatuuri ja -infrastruktuuri kasutamise väljundnäitajad	91

Mõisted

Alljärgnevas tabelis on esitatud olulisemad aruande tekstis kasutatavad mõisted.

Mõiste	Selgitus
Eesti teaduse infrastruktuuri teekaart	Vabariigi Valitsuse poolt kinnitatud pikaajaline (10–20 aasta perspektiiviga) planeerimisvahend, mis sisaldab loetelu uutest või kaasajastamist vajavatest riiklikult olulistest teaduse infrastruktuuri objektidest (RT 2015, § 2, lg 7).
e-IRG	e-Infrastructures Reflection Group
ERA	European Research Area
ERIC	European Research Infrastructure Consortium
ESFRI	Euroopa Teaduse Infrastruktuuride Strateegiafoorum (ingl k <i>European Strategy Forum on Research Infrastructures, ESFRI</i>) on Euroopa Liidu algatatud riikide mitteformaalne koostööorgan teaduse infrastruktuuride strateegiliseks loomiseks ja koostöök (RT 2015, § 2, lg 7). ESFRI loomise algust loetakse 25. aprilli, 2002. aastal; ning ta liidab hetkel 27 ELi riigi teadustaristute esindajaid, kelle on nimetanud ametisse vastava riigi teadustegevuse eest vastutav ministeerium (EC 2010b: 39).
ESFRI teekaart	Euroopa Komisjoni pikaajaline abivahend otsuste tegemiseks, mis sisaldab loendit uutest või kaasajastamist vajavatest üle-euroopalise tähtsusega teaduse infrastruktuuridest (RT 2015, § 2, lg 7).
Hajusinfrastruktuur	Teaduse infrastruktuur, mille komponendid asuvad erinevates füüsilistes kohtades, kuid moodustavad kokku ühtse süsteemi, millel on keskne/ühine teenus ja ühine juhtimisstruktuur (RT 2015, § 2, lg 2).
MERIL	Mapping of the European Research Infrastructure Landscape
Teaduse infrastruktuur	Teaduse infrastruktuur on vahendid (labor, aparatuur, seadmed, kollektsioonid, arhiivid, struktureeritud informatsioon või nende kompleks) ning nende vahenditega seotud tingimused, oskusteave, meetodid, materjalid, tegevused ja teenused, mida kasutatakse teadus- ja arendustegevuses uute teadmiste loomisel, teadmiste ülekandmiseks, vahetamiseks ja/või säilitamiseks (RT 2015, § 2, lg 1).

Sissejuhatus

Tänapäeval on tipptasemel teadustegevus koondunud peamiselt teaduse tippkeskustesse (ingl k *Centres of Excellence in Research*). Tipptasemel teaduse tegemisel on oluliseks sisendiks kõrgtasemel teadusaparatuuri ja -infrastruktuuri ehk teadusinfrastruktuuri (TI)¹ olemasolu. Samas ei ole ükski ülikool ega ka riik Euroopas nii rikas, et suudaks lubada iseseisvalt kogu vajaliku tipptasemel teadusaparatuuri ja -infrastruktuuri soetust ning selle elukaarepõhist ülalpidamist. Seetõttu on Euroopa Liidu erinevad teadusasutused koondanud oma ressursid ühtseks tervikuks, et olla konkurentsivõimeline teiste kõrgtasemel teaduspiirkondadega, mis on koondunud peamiselt Aiasse ja Põhja-Ameerikasse. Teadusasutuste koondumine Euroopa siseselt toimus 2002. aastal, kui loodi Euroopa Liidu tasemel Teadustaristu Euroopa Strateegiafoorum (edaspidi ESFRI – ingl k *European Strategy Forum on Research Infrastructures*), mille eesmärk, missioon ja visioon on koordineerida ühiselt ja ühtsetel alustel Euroopa Liidu riikide teadusaparatuuri ja -infrastruktuuri, et üle saada üksikute riikide siseriiklikest piirangutest teadustaristutesse investeerimisel, nende arendamisel ning ülalpidamisel (ESFRI 2015). ESFRI tasemel koostöö eesmärgiks on stimuleerida TI ressursside kaudu Euroopa Liidu strateegilises agendas väljatoodud teadus- ja arendustegevuse ning innovatsiooni (ingl k *research, development and innovation, RD&I*) eelisarendamist.

Kuigi teadusaparatuur ja -infrastruktuur võib olla vähem nähtavam kui ülikoolid või suured uurimis- asutused ja -laboratooriumid, on nad strateegiliselt väga suure tähtsusega varad riigi kui terviku seisukohast. Seetõttu investeerivad kõik arenenud riigid regulaarselt väga kulukatesse ja keerulistesse teadusinfrastruktuuridesse, mis aitavad tagada teaduse tipptaset ja rahvusvahelist konkurentsivõimet. Ilma märkimisväärsete riiklike ressursside paigutamiset teadustegevusse (sh ka TIsse) oleks teadusasutusel väga raske kestvalt kõrgel teaduslikul tasemel toimida.

Aastatel 2014–2020 lähtub Eesti teadus- ja arendustegevuse kujundamisel teadus- ja arendustegevuse ning innovatsioonistrateegiast "Teadmistepõhine Eesti", mis on Riigikogus heaks kiidetud 22. jaanuaril 2014. Kui varasemates strateegiates on keskendutud eelkõige teadus- ja arendustegevuse ning innovatsiooni võimekuse arendamisele, siis käesolev strateegia seab eesmärgiks loodud potentsiaali kasutamise Eesti arengu ja majanduskasvu heaks. Prioriteetide seadmisel on aluseks uus, nutika spetsialiseerumise meetodika (HTM 2018).

Kuivõrd teadusaparatuur ja -infrastruktuur on äärmiselt oluline nii teaduspoliitika kui ka rahvusliku majanduse instrument, siis selle arendamine ja rajamine nõuab riigilt hoolikat planeerimist. Sealjuures tuleb silmas pidada, et prioriteetide seadmine uutele TI objektidele peab olema avatud ja läbi- paiste protsess. Et teadusaparatuuri ja -infrastruktuuri investeringute planeerimine ja nende rajamine nõuab märkimisväärsel hulgal avaliku sektori poolset rahastamist, peavad TI investeringud olema hoolega läbi kaalutud. Arvestada tuleb, et mitte kõik TI projektitaotlused ei pruugi eelarveliste piirangute tõttu saada rahastust.

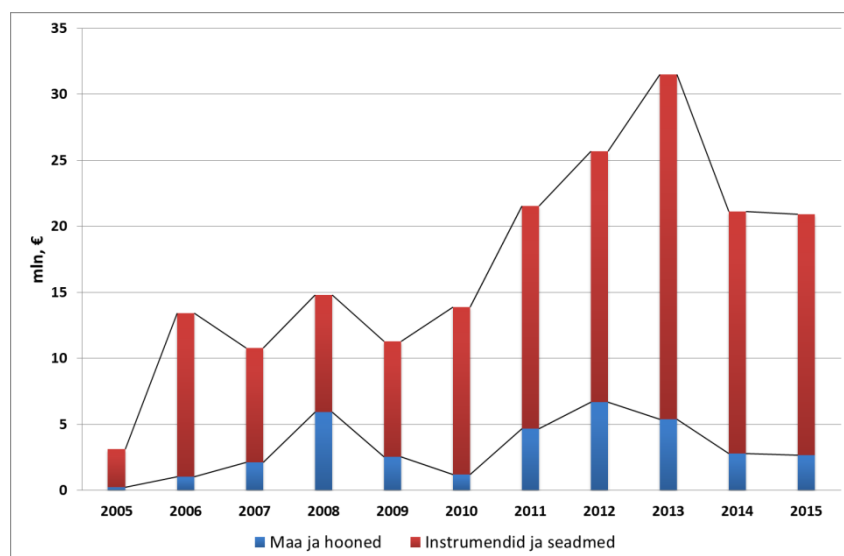
Käesoleva uuringu on ellu kutsunud Eesti Teadusagentuur (ETAg), mis on asutatud Haridus- ja Teadusministeeriumi haldusalas avalikes huvides riikliku teaduspoliitika elluviimise toetamiseks Eesti Vabariigis. Uuringu lõpparuanne on osa RITA programmist, mille vahendusel toetab Eesti Teadusagen-

¹ Käesolevas meetodilises juhendis käsitletakse ja kasutatakse mõistet „teadusaparatuur ja -infrastruktuur“, rahvusvaheliselt enim tuntud mõistet „teaduse infrastruktuur“ või „teadusinfrastruktuur“ (TI) (ingl k *research infrastructure, RI*) ning ka Eestikeelses kirjanduses kasutatavat mõistet „teadustaristu“ omavaheliste sünonüümidena.

tuur Eesti riigi vajadustest lähtuvate sotsiaal-majanduslike eesmärkidega rakendusüritingute läbiviimist (vt nt ka Toom jt 2018: 5).

2018. aasta seisuga on Eesti Vabariigis kokku kuus avalik-õiguslikku ülikooli (Tartu Ülikool, Tallinna Tehnikaülikool, Eesti Maaülikool, Tallinna Ülikool, Eesti Kunstiakadeemia, Eesti Muusika- ja Teatriakadeemia) ning mitmed teadus- ja uurimisasutused (KBFI, Keeleinstituut, jt), keda käesolev üring otseselt puudutab. Üringu temaatikaga seonduvalt on oluline märkida, et üheks Eesti Teadusagentuuri ülesandeks on koostada ja uuendada regulaarselt (3-aastase tsükliga) Eesti teadustaristu teekaarti (esimene teekaart valmis 2010. aastal), mis sisaldab loetelu uutest või kaasajastamist vajavatest riiklikult olulistest teaduse infrastruktuuriüksustest ning on aluseks TIga seotud rahastamisotsuste tegemiseks. Teekaart on seega otseseks sisendiks teadustaristute riiklikele investeeringuotsustele. Lisaks on ETAgil ülesandeks koordineerida teekaardi objektide ja teiste suuremahuliste teadustaristu objektide ettevalmistamist ja rakendamist ning jälgida taristuobjektide elluviimist (ETAg 2018).

Eesti teadus-, arendustegevuse ning innovatsiooni (TAI) teise strateegia perioodil (aastatel 2007–2013) toimus väga mahukas infrastruktuuri loomine (investeeringud teadusaparatuuri ja -infrastruktuuri, kinnisvaraarendusse ja muudesse põhivaradesse) teaduse arendamise ja innovatsiooni toetamiseks, milleks kasutati suures mahus Euroopa Liidu (EL) tõukefondide tuge koos riikliku rahastusega (vt ka Eesti teadustaristute teekaarti) (ETAg 2013). Seega on nii Eesti ülikoolides kui ka teadus- ja arendusasutustes (TA&A) viimase kümnendi jooksul loodud ELi tõukefondide suuremahuliste investeeringute kaasabil kaasagne teadustaristu, mis kuulub mitmetes valdkondades maailma tippu. Selleks, et ilmestada teadusaparatuuri ja -infrastruktuuri olulisust Eesti kõrgharidussüsteemis ning kogu ühiskonnas, on joonisel 1 esitatud illustreerivalt aastatel 2005–2015 Eesti kõrgharidusse tehtud investeeringute mahud maa ja hoonete grupi ning instrumentide ja seadmete grupi lõikes, miljonites eurodes.



Joonis 1. Kapitaliinvesteeringud Eesti kõrgharidussüsteemi infrastruktuuri aastatel 2005–2015. (Allikas: autorite koostatud, OECD 2018 andmete² põhjal)

Joonis 1 illustreerib OECD andmete põhjal ELi struktuurifondide rahastust erinevatel rahastusperioodidel (periood aastatel 2007–2013 ning osaliselt ka perioodidel 2000–2006 ja 2014–2020) ning selle

² Joonise 1 koostamisel kasutatud sisendandmed on kättesaadavad veebiaadressilt: http://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=GERD_COST#

kaasabil tehtud soetuste mahtusid Eesti kõrgharidussüsteemi infrastruktuuri, sealhulgas ka teadusaparatuuri ja -infrastruktuuri. Jooniselt selgub, et kumulatiivne investeeringute maht Eesti teadusaparatuuri ja -infrastruktuuri aastatel 2005–2015 oli kokku ca 153 miljonit eurot, mis ületab enam kui neljakordselt kapitaliinvesteeringuid maasse ja hoonetesse samal perioodil. Tegemist on investeeringutega, mis nõuavad selle lõpptarbijalt (ülikool, teadus- ja uurimisasutus) pikaajalisi täiendavaid ressursipaigutusi – nii tööjõudu, kes oskavad olemasolevat infrastruktuuri kasutada ja seda ka oskuslikult majandada kui ka olemasoleva infrastruktuuri ülalpidamiseks ning taastamiseks ja asendamiseks minevaid täiendavaid rahalisi ressursse.

Et hinnata seni soetatud teadusaparatuuri ja -infrastruktuuri kasutust, viidi 2015. aastal Tartu Ülikooli siseauditi toel läbi teaduse infrastruktuuri kasutamise analüüs, mille lõppraportis viidati teatud riskidele, mis võivad tuleneda seoses tehtud suuremahulistest investeeringutest kaasaegsesse teadusaparatuuri ja -infrastruktuuri. Üheks väljatoodud probleemiks oli võimalus, et elluviidud investeeringud ei pruugi alati end piisavalt õigustada, kuivõrd soetatud teadusaparatuurile ja -infrastruktuurile ei tarvitse leiduda küllaldaselt rakendust ning seetõttu võivad oodatud tulemused tehtud investeeringutest Tlisse jääda kesiseks. Teiseks osutatud murekohaks oli võimalus, et teadusasutustes võib tekkida raskusi soetatud TI objektide perioodiliste hoolduskulude katmisega. Kolmanda probleemina toodi esile, et teave ülikooli tehnoloogilistest võimalustest ei ole sageli kättesaadav potentsiaalsetele tellijatele ning seetõttu võib osa soetatud teadustaristust jääda piisava kasutuskoomuseta. Et sarnaseid probleeme on täheldatud ka teistes Eesti ülikoolides ning teadus- ja uurimisasutustes, siis võib Tartu Ülikoolis läbiviidud analüüsitulemusi üldistavalt üle kanda teistele Eestis asuvatele teadusasutustele.

Käesolev uuring on ellu kutsutud selleks, et teatud määral kaasa aidata ülalmainitud probleemide leevendamisele ja lahendamisele, mis omakorda võimaldaks Eesti teadustaristul pakkuda kõikidele osapooltele võimalikult pika perioodi jooksul maksimaalset kasu. Väljatöötatud meetodika aitab hinnata teadusaparatuuri ja -infrastruktuuri kasutamist ja kasutamise väljundeid Eesti ülikoolides ning teadus- ja uurimisasutustes.

Järgnevates uuringuosades tuuakse välja uuringu eesmärk, sellele vastavad uurimisülesanded ja meetodika (peatükk 1). Sellele järgneb teadusaparatuuri ja -infrastruktuuri hindamise teoreetiline raamistik, mis tugineb erinevatele juhtimistasanditele ja sisend-väljund mudelile (peatükk 2). Kolmas peatükk selgitab teaduse eripalgelisust, defineerides teadusega tihedalt seotud mõisted ning seejärel analüüsitakse neljandas peatükis TI klassifitseerimise võimalusi, lähtudes erinevatest definitsioonidest ja alustest. Viiendas peatükis keskendutakse erinevatele võimalikele indikaatoritele, mis iseloomustaksid TI kasutamist ja kasutamise seonduvaid väljundeid. Sellele järgnevas peatükis tuuakse välja uuringu peamised tulemused ja järeldused. Seitsmes peatükk on pühendatud soovitudele ning viimases peatükis kaardistatakse võimalikud uurimisteed, millele edaspidi suuremat rõhku pöörata.

1. Uuringu eesmärk, ülesanded ja meetodika

1.1. Uuringu eesmärk ja uurimisülesanded

Uuringu eesmärk on töötada välja metoodilis-kontseptuaalne raamistik teadusaparatuuri ja -infrastruktuuri kasutamise hindamiseks.

Väljatöötatav metoodiline raamistik võtab arvesse rahvusvahelisi (nt ESFRI, OECD, teised riigid jne) kogemusi ja praktikat teaduse infrastruktuuri objektide kasutamise hindamisel ning on kohandatud erinevate teadustaristute kasutuse ja kasutuse tulemuslikkuse hindamisel.

Uuringu eesmärgi saavutamiseks on püstitatud alljärgnevad uurimisülesanded:

- 1) defineerida teadusaparatuuri ja infrastruktuuri (TI) mõiste antud uuringu kontekstis (lähtudes valitsuse määrusest „Riikliku tähtsusega teaduse infrastruktuuri toetamine teekaardi alusel“);
- 2) analüüsida teadusaparatuuri ja infrastruktuuri (TI) koosseisu, kasutustingimusi ja osutatavaid teenuseid suuremates teadus- ja arendusasutustes Eestis;
- 3) määratleda dokumendianalüüsi, ekspertide antud hinnangute ja arvamuste ning uurijate endi osalusvaatluse ja seire tulemuste põhjal TI objektide kategooriad (TI objektide kategoriseerimine/klasterdamine) teatud eripäraste tunnuste alusel, moodustades seeläbi kindlaksmääratud homogeensetele tunnustele vastavad TI grupid);
- 4) määratleda indikaatorid TI objektide kasutusintensiivsuse, -efektiivsuse ja tulemuslikkuse mõõtmiseks;
- 5) koostada väliskirjanduse ja muude allikate põhjal TI objektide kasutuse hindamiseks terviklik kontseptuaalne hindamismetoodikate komplekt;
- 6) tuua välja TI objektide kasutamise hindamiseks väljapakutud meetodite rakendamise eelised ja puudused;
- 7) moodustada iga TI kategooria kasutuse ja kasutuse tulemuslikkuse hindamiseks sobilik hindamismetodite ja indikaatorite/mõõdikute pakett (TI kategooriate sidumine hindamismetodite gruppidega);
- 8) anda soovitusi olemasolevate infosüsteemide täiustamiseks uuringus väljapakutud hindamismetodite ja -mõõdikute rakendamise võimaluste parandamiseks (nt ETISs siduda teaduspublikatsioonid kindla TI objektiga jms).

1.2. Uuringu läbiviimise etapid, tegevused ja kasutatav meetodika

Teadusaparatuuri ja -infrastruktuuri hindamise metoodilise raamistiku väljatöötamine viidi läbi kaheksa teineteisele loogiliselt järgneva etapina. Uuringu etapid on esitatud alljärgnevalt:

1. Etapp: Dokumendianalüüs.
2. Etapp: Andmete kogumine, sh-s tutvumine kohapeal TI objektidega, intervjuude läbiviimine ja analüüs.
3. Etapp: Uuringu fookuse täpsustamine.
4. Etapp: Uuringu fookusele vastavate hindamismetoodikate süstematiseerimine ja väljatöötamine.
5. Etapp: Vahearuande esitamine.

6. Etapp: Vahearuaude tagasiside põhjal järelduste tegemine ja paranduste sisseviimine.
7. Etapp: Väljatöötatud hindamismetoodika ja TI objektide kategoriseerimise valideerimine (sh-s täiendavate intervjuude ja fookusgruppiintervjuude läbiviimine).
8. Etapp: Lõpparuande koostamine ja esitamine.

Käesolev uuring viidi läbi, kasutades eelkõige kvalitatiivseid uurimismeetodeid. Teostamise käigus rakendati alljärgnevat andmekogumise viise:

- Asjakohaste dokumentide analüüs, mille alla kuuluvad nii akadeemiline teaduskirjandus (nt asjakohased teadusartiklid), välisriikides läbiviidud uuringud ja parima praktika raportid (nt Technopolis Group, RAMIRI Handbook jt), ESFRI ja OECD raportid ja uuringud, kui ka riigisisesed seadused ja määrused ning ELi seadusandlus. Täiendavaid materjale jagasid mitmed välisriikide eksperdid, kellega intervjuusid läbi viidi.
- Vaatluste ja seire läbiviimine erinevate TI objektidega. Kohapeal tutvuti kolme Eesti ning nelja Hollandi teekaardi objektiga, mille haldajad ja kasutajad tutvustasid objektide olemust, kasutusotstarvet ning objekti toimimise loogikat (kes on kasutajad, kuidas toimub ligipääs, kuidas on organiseeritud teenuste eest tasumine, milline on objektiga seotud tulude ja kulude struktuur jms).
- Poolstruktureeritud intervjuud ekspertidega, kelleks olid:
 - Eesti (neli), Hollandi (kolm) TI haldajad ja kasutajad,
 - välisriikide (Soome, Rootsi, Taani, Tšehhi) riikliku teaduse rahastamisega tegelevate institutsioonide esindajad (kokku viis intervjuueeritavat),
 - Eesti TI haldajad (teadus- ja arendusosakonna spetsialistid).

Märkus: Eestis viidi läbi silmast-silma intervjuud, välisriikide ekspertidega teostati kas telefoni- või Skype'i intervjuud; v.a Holland, kus käidi kohapeal.
- Täiendavalt viidi läbi neli fookusgruppi intervjuud (kaks Tartus, üks Tallinnas, üks Roomas (Itaalia)) TI haldajate ja kasutajatega, selgitamaks välja võimalikke lahendusi tulemusindikaatorite kasutuselevõtmiseks ning erinevate karakteristikutega TI ühisosa väljaselgitamiseks.

Dokumendianalüüsi käigus analüüsiti ja sünteesiti ülevaade sarnaste uuringute tulemustest. Sarnaste varasemate uuringute tulemuste kombineerimine aitas parandada uurimistulemuste täpsust ja süsteemsust, andes põhjaliku ülevaate sellest, kuidas erinevates riikides on TI objekte klassifitseeritud ning milliseid meetodeid on TI objektide kasutamise hindamiseks senini kasutatud või kasutusele võtmisel. Täiendavalt analüüsiti võimalikke analoogseid situatsioone (erasektori praktika, nt tööstuse sisseseade hindamine, varade juhtimise ja haldamise parim praktika ja standardid jms).

Vaatlusel ja seirel tutvuti mitmete TI objektidega kohapeal, mis oli aluseks, et mõista võimaliku TI klassifikatsiooni loomist. Küllastuste käigus tutvuti ning määratleti erinevate objektide olulised tunnused, selgitati senist praktikat protsessi toimimisel (kasutajate ligipääs objektile, (tugi)teenuste olemasolu ja toimimine jms). Ühtlasi arutati võimalikke indikaatoreid objektide kasutamise hindamiseks (võttes arvesse seesuguseid võimalikke tunnuseid nagu näiteks füüsiline ja ruumiline mõõde, kasutuskõormuse hindamisel ajaline ja rahaline mõõde, samuti bibliomeetriliste andmetega sidumise võimalus). Vaatluse ja seire aluseks olev intervjuukava on leitav lisast 1.

Ekspertidega viidi läbi poolstruktureeritud intervjuud, saamaks sisendit TI objektide kasutuse hindamise võimalustest. Kaardistati senine praktika (mida mõõdetakse, mida saaks mõõta) ning hinnangud erinevate indikaatorite(süsteemi) sobilikkusele ja mõttekusele. Ühtlasi analüüsiti erineva TI ühtlusta-

tud hindamise võimalusi, st kas erineva iseloomuga objektidel on ühisosa, mida saaks sarnastel alustel hinnata. Välisriikide ekspertidest kaasati eelkõige riikliku teaduse rahastamisega tegelevate institutsioonide esindajad, kellel on põhjalik ülevaade kogu riigis toimiva TI objektide hindamise osas. Intervjuukava on leitav lisast 2.

Fookusgruppide käigus selgitati võimalikke ühisosi erinevate TI hindamiste läbiviimiseks ning TI kasutajate hinnangut ja meelsust selle võimalikkusele. Kaardistati võimalikud kitsaskohad sellise hindamise läbiviimiseks ning tulemuste võrreldavaks esitamiseks. Fookusgruppide sisendiks olev intervjuukava on leitav lisast 3.

Nii poolstruktureeritud intervjuude kui ka fookusgrupi intervjuude peamiseks uurimisküsimusteks olid teadusinfrastruktuuri kategoriseerimise võimalused ning nendele kategooriatele vastavate teadusinfrastruktuuri kasutamist hindavate sobiva meetodikate ja/või mõõdikute väljapakkumine. Saadud teadmised viidi üldistatud kujule ning on esitatud uuringus läbivalt.

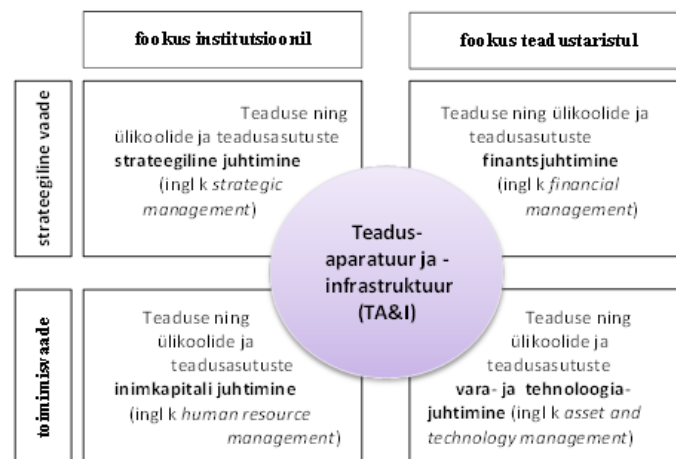
Uurimisülesannete täitmiseks kaardistati ja koguti esmalt olemasolev dokumentatsioon, samal ajal toimus teiseste andmete analüüs, st varasemate uuringute ja materjalide alusel tutvuti välisriikide ja -organisatsioonide kogemusega TI hindamisel. Need teadmised olid sisendiks ekspertintervjuude ja ekspertidega läbiviidavate fookusgrupiintervjuu materjalide ettevalmistamisele ja läbiviimisele. Seejärel viidi läbi intervjuud ning koostati kirjeldav ülevaade hetkeolukorrast. Dokumendianalüüsi, ekspertidega läbiviidud intervjuude, osalusvaatluse, seire ja fookusgruppide läbiviimise käigus kogutud infot kasutati võimalike hindamismetoodikate väljatöötamiseks, lõppraporti koostamiseks ning uuringu tulemuste, järelduste ja soovitude tegemiseks.

2. Teadusaparatuuri ja -infrastruktuuri hindamise teoreetilis- metoodiline raamistik

2.1. Teadusaparatuuri ja -infrastruktuuri hindamine juhtimistasandilt

Nii Euroopa Liidu, riigi kui ka üksiku institutsiooni tasandil peaks olema teadusaparatuur ja –infrastruktuur juhitud selliselt, et see looks kõikidel tasanditel TIga seotud huvigruppidele (ühiskond, kodanikud, teadlased, õppejõud, üliõpilased jne) väärtust juurde, mitte ei kahandaks seda. Selline olukord saab tekkida parimal moel juhul, kui suudetakse leida optimaalne tasakaal (ingl k *alignment*) TIga seotud nelja, omavahel integreeritud, juhtimistasandi – strateegilise juhtimise, finantsjuhtimise (sh-s TI rahastamismudel), inimkapitali juhtimise ning vara- ja tehnoloogiajuhtimise – vahel ning seda nii teaduse kui terviku, aga ka institutsionaalsel tasandil, olgu selleks institutsiooniks EL, riik, ülikool või muu teadusasutus (vt joonist 2).

Käesolevas uuringus käsitletav TI kasutuse hindamine on seotud kõige otsesemalt joonisel 2 kujutatud vara- ja tehnoloogiajuhtimisega seotud küsimustega, kuid sellega seoses seondub ja tegeleb ta samas ka kõikide ülejäänud joonisel 2 kujutatud juhtimistasanditel üleskerkivate TIga seotud probleemidega. Samas, valitud TI kasutamise seotud hindamismetoodika peab olema kujundatud selliselt, et see võtaks harmooniliselt arvesse kõiki nelja joonisel 2 kujutatud juhtimistasandit, mis omakorda seonduvad vähemalt viie erineva TI huvigruppide rühmaga: teadlased ja doktorandid, poliitikakujundajad ja rahastajad, ülikoolide ja teadusasutuste juhid, TIga seotud tehnilised töötajad ja kasutajad (s.o TI nõudluspoole esindajad, nii era- kui ka avalikus sektoris), TI tootjad ja arendajad (s.o TI pakku- mise poole esindajad, enamasti erasektoris).



Joonis 2. Teadusaparatuuri ja -infrastruktuuri seos teaduse ning ülikoolide ja teadusasutuste nelja juhtimisvaldkonnaga. (Allikas: autorite koostatud, ettevõtte kinnisvarajuhtimise (ingl k *corporate real estate management, CREM*) mudeli (De Jonge et al. 2009) baasil³)

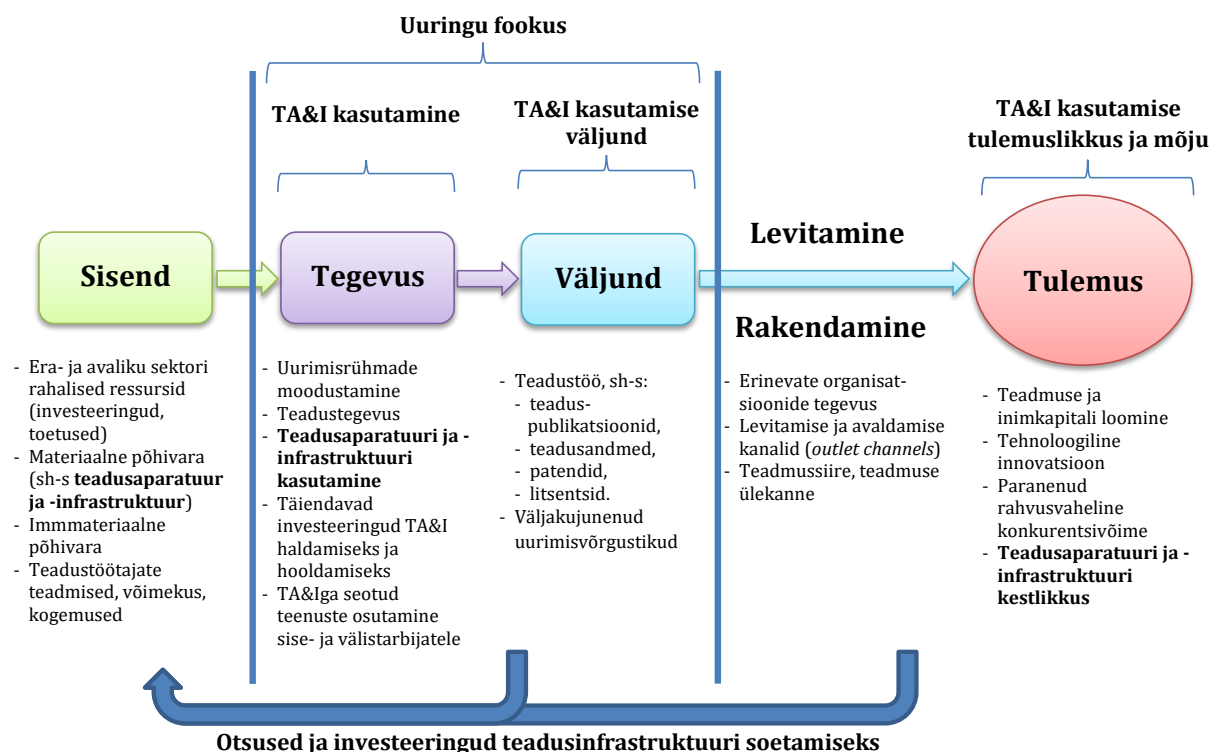
Juhtimistasandilt vaadatuna on TI-le kaks vaadet: 1) strateegiline vaade ja 2) TI igapäevategevusega seotud toimimisvaade. Strateegilisest vaatest lähtuvalt on olulisteks küsimusteks, kas institutsiooni tasandil on investeeritud ja soetatud seesugune TI, mis toetab igakülgsest antud institutsiooni

³ Vt samal teemal veel Den Heijer 2011 ja Kask 2014.

eesmärki, visiooni ja missiooni ning kas olemasoleva ja kasutatava TI rahastamismudel on seesugune, mis tagab TI igakülgse jätkusuutliku arengu. Igapäevasest toimimisvaatest lähtuvalt on olulised eelkõige TI kasutamisest tulenevad inimkapitali ja vara haldamise ning tehnoloogilise tasemega seotud probleemid. Üles kerkivad ja tähelepanu vajavad küsimused on: kas olemasoleva ja soetatud TI jaoks jätkub piisavalt kvalifitseeritud kasutajaid (teadlasi, doktorante, üliõpilasi), kas soetatud TI vastab kaasaja tippteaduse kõrgetele nõuetele, ning kas on nõudlust ja vajadust soetatud TI kasutamise järele (sh-s ka erasektori huvi), kas TI on piisavalt töökindel ning samas ka igapäevase tegevuse käigus õigesti hallatud ja hooldatud (sh-s kas TIga seotud kulud on igakülgsest kontrolli all ja juhitud).

2.2. Teadusaparatuuri ja -infrastruktuuri loogilisest mudelist lähtuv hindamine

Uuringu koostajate hinnangul sobib teadusaparatuuri ja -infrastruktuuri kasutamise ja kasutamise hindamise kirjeldamiseks süsteemiteooriast⁴ pärinev loogilise mudeli (teise nimega ka sisend-väljund mudel) raamistik (vt joonis 3). Loogilise mudeli kaudu on võimalik kujutada lihtsustatult protsesse, kuidas teatud sisenditest saab teatud tegevuste käigus teatud väljund. Kokkuvõtvalt on tegemist sooritusega (ingl k *performance*) ehk millegi kuidagi tegemisega. Seoseid erinevate (tootmis)protsesside vahel võib kirjeldada erinevate kriteeriumite ja indikaatorite kaasabil. Alljärgnevalt kirjeldatakse lühidalt loogilise mudeli lähtealuseid.



Joonis 3. Loogilisel mudelil põhinev teadusaparatuuri ja -infrastruktuuri kasutamise, kasutamise väljundi ning tulemuslikkuse ja mõju hindamise meetoodiline raamistik (Allikas: autorite koostatud, kohandatud Harland ja O'Connor 2015: 6, Griniece *et al.* 2015: 2, Ukrainski *et al.* 2017; Ferguson 2017: 12 ja Puolokainen 2018 põhjal)

⁴ Vajadusel saab siia sisse tuua ka erinevate tasandite soorituse kirjeldamise (makro, meso, mikro), mida annaks siduda nõ „teekaardist mikrokoobini“ lähenemisega.

Esmalt on olemas vajadus/nõudlus (ingl k *needs*) (probleem vms)⁵, mille rahuldamiseks tuleb püstitada sellekohane eesmärk (ingl k *objective*). TI näitel võib selleks olla nii ühiskondlik vajadus uue teadmise järele või ka teaduslik uurimisküsimus, mille lahendamiseks on vaja kindlat aparatuuri. Kui on soov hinnata vajaduste ja püstitatud eesmärkide kattuvust, kutsutakse seda relevanttsuse ehk eesmärgipärasuse hindamiseks (ingl k *relevance*).

Lähtuvalt eesmärgist, eraldatakse vajaduse rahuldamiseks sisendeid (ingl k *inputs*), millena tüüpiliselt käsitletakse finantsilisi ressursse (võimalust soetada TI) ja inimkapitali (teadlaste, tudengite hulk ja võimekus). Sisendite hindamise kriteeriumiks on ökonoomsus (ingl k *economy*, nt kas sama võimeka teadusaparatuuri oleks saanud soodsamalt; sisendi-sisendi suhe nagu arvuti hind). Antud sisendid on vajalikud, et toimuks transformatsioon väljunditeks, st teostatakse mingisuguseid tegevusi (ingl k *processes/activities*, toimuvad protsessid), mille toimel saadakse väljundid (ingl k *outputs*). Protsessideks võib liigitada teadustöö tegemist vastavate vahenditega (TI kasutamine). Väljunditeks on osutatud teenused ja teadustöö tulemus (publikatsioon, andmed, patendid, litsentsid). Väljundite (ja ka tegevuste) suhe sisenditesse on kriteeriumina hinnatav tõhususena (ingl k *efficiency*) ja tootlikkusena (ingl k *productivity*). Tõhususe definitsioon võiks olla saavutatu võrdlemine (hüpoteetiliselt) saavutatavaga (nt kasutuskooormus – seadme kasutamise aeg võrreldes maksimaalse võimaliku, ehk 8 või 24 tunniga ööpäevas). Tootlikkus on väljundite ja sisendite suhe (nt publikatsioonide arv ühe seadme kohta).

Siinkohal tasub rõhutada taolise süsteemi kompleksust – kuigi esmapilgul võib selline kontseptsioon olla paljulubav TI kasutamise hindamisel, ei ole väljundite mõõtmine sugugi lihtne. Erinevalt näiteks eraettevõttest, mille tulemust võib hinnata üpris lihtsalt käibe- ja kasuminäitajatega (rahaline väärtus on olemas ja mõõdetav), on subjektiivse „teadustegevuse“ hindamine raskendatud. Väljunditest võib, aga ei pruugi, tulla tulemust (ingl k *outcome*). Tulemused (või teatud kontekstis ka välised kõrvalmõjud – ingl k *externalities*) on teadustöö tagajärjel (enamasti pikema aja möödudes) toimunud muutused, mida kriteeriumina kirjeldavad tulemuslikkus (ingl k *effectiveness*) ja mõju (ingl k *impact*), sh-s eraldi mõju teadusele, majandusele, ühiskonnale, sotsiaal- ja inimkapitalile. Tulemusi saab veel kategoriseerida eraldi vahe- ja lõpptulemusteks. Kuna tulemuste defineerimine ja kvantifitseerimine on üldjoontes võimatu (nt TI valdkonnas oleks tulemuseks ühiskonna heaolu paranemine teadustöö tulemusena), on ka tulemuslikkust ja mõju väga keeruline nii TI üksikobjekti kui ka agregeeritud tasandil hinnata. Selleks tuleks igal üksikjuhul läbi viia põhjalik eraldi uurimus. Seetõttu võib eeldada, et antud uuringu kontekstis ei ole see ratsionaalne. Lihtsustatud kujul võib tulemuslikkuse indikaatorina käsitleda näiteks viidete arvu (mida rohkem artiklile on viidatud, seda laiemat kõlapinda vastav uurimus ühiskonnas tekitab). Lähtuvalt tulemuslikkuse ja mõju hindamise keerukusest ning juhtumipõhisest käsitusest, tuleks piiritleda TI hindamine tegevus- ja väljundindikaatoritega, mida oleks teatud ulatuses võimalik standardiseerida ning süstematiseerida.

⁵ Hollandis, Delfti ülikoolis, on teadlaste poolt välja töötatud mudelid, mis selgitavad nii nõudluse (vajaduse) kui ka pakkumise poole hindamist vara järele (lõppkasutaja vaatest lähtuvalt). Nendeks mudeliteks on DAS-mudel (ingl k *Designing an Accommodation Strategy Framework, DAS-Frame*) ja PAS-mudel (ingl k *preference-based asset strategy model*), mida saab kasutada nii üksiku vara kui ka varade kogumi põhiseks analüüsiks ning seda kõike kohandatult ka TI puhul.

3. Teaduse mõiste, teadus- ja uurimistegevus ning selle väljundid

3.1. Teaduse mõiste ning teadus- ja uurimistegevus avatud teaduse kontekstis

Teadustaristu ja -infrastruktuuri kasutamise hindamise paremaks mõistmiseks on oluline selgitada TI olemasolu ja kasutamise peamist eesmärki – teaduse tegemist, lähtudes aga ennekõike teaduse enese mõistest. Etümoloogiliselt on sõna „teadus“ tuletatud ladinakeelsest sõnast *scientia*, mis tähendab teadmist. Teadus viitab süstemaatilisele ja organiseeritud teadmiste kogumile mistahes uurimisvaldkonnas, milles teadmisi omandatakse teadusliku meetodi abil. Kaasaegne teadus jaotub reeglina kolme suuremasse alamkategoriasse: (1) loodusteadused, mis uurivad materiaalsel maailmal; (2) sotsiaalteadused, mis uurivad inimesi ja ühiskondi ning (3) reaalteadused, nagu näiteks matemaatika. Loodusteadus on looduslikult esinevate objektide või nähtuste, näiteks valgus, esemed, asjad, maa, taevakehad või inimese keha, teadused. Loodusteadusi on võimalik edasi klassifitseerida füüsikateaduseks, maateaduseks, bioteaduseks, ja muuks. Füüsikateadused omakorda jagunevad erinevateks distsipliinideks, nagu nt füüsika (teadus füüsilistest objektidest), keemia (teadus materiasest) ning astronoomia (teadus taevakehadest). Maateadused jagunevad aga seesugustest distsipliinidest nagu geoloogia (teadus maapinnast- ja koorest). Seevastu sotsiaalteadus on kas üksikute inimeste või inimeste kogumite, näiteks rühmade, ettevõtete, ühiskondade või majanduse, teadus, milles uuritakse nende kas individuaalset või kollektiivset käitumist (Bhattacharjee 2012).

Teadust saab klassifitseerida ka selle eesmärgist lähtuvalt baasteadusteks (nim ka puhtaks teaduseks, ingl k *pure science*), mis selgitavad kõige põhilisemaid objekte, jõude ja nendevahelisi seoseid (nt füüsika, matemaatika, bioloogia) ning rakendusteadusteks (nim ka praktiliseks teaduseks, ingl k *applied science*), mis rakendab baasteadmistest saadavaid teaduslikke teadmisi füüsilises keskkonnas (nt inseneeria, keemia).

Eeltoodud kirjeldus on toodud eesmärgiga mõistmaks erinevate teadusharude olemuslikku eripalgelisust, pöörata tähelepanu teadusharude erisusest tulenevatele teadustegevusega seotud erisustele, mis omakorda kandub edasi käesoleva uuringu fookuses oleva teadusaparatuuri ja -infrastruktuuriga seotud erisustele teadusharuti ja -valdkonniti. Väga oluline on mõista, et vajadused teadusaparatuuri ja -infrastruktuuri järele on väga erinevad. Näiteks on kapitalimahukaimad ja ressursiintensiivseimad teadusharud loodus- ja reaalteadused, samas kui sotsiaal- ja humanitaarteaduste teadusaparatuur ja -infrastruktuuri osatähtsus, sh-s ka nendega seotud kogukulude (soetamine ja perioodiline ülalpidamine) osa on valdkonnas tunduvalt madalam. Viimast kinnitati meile ka ühe fookusgrupiintervjuu käigus, kus selgus, et sotsiaalteadused on seesugune valdkond, kus TI omandamise asemel ostetakse pigem vastav vajaminev teenus teadusasutusse või -üksusesse sisse (seda eelkõige just olemasolevate andmebaaside kasutamise näol). Samasugust teenuse sisseostmise-keskset lähenemist kohtab loodus- ja reaalteadustes kas väga harva või pigem üldse mitte.

Teaduse tegemine on tänapäeval alati väga keerukas ning sageli interdistsiplinaarne. See võib nõuda mitmete partnerite samaaegset panustamist, kes füüsiliselt paiknevad erinevates riikides või ka erinevatel kontinentidel. Paljud uurijad teevad omavahel koostööd selleks, et ühendada võimalikult parimal viisil oma intellektuaalseid ja füüsilisi ressursse. Parima teadustulemuse saavutamiseks otsitakse sobivaid partnereid üle maailma, olenemata nende asukohast (Royal Society 2016: 4). Tiptasemel teaduse ning teadus- ja uurimistegevuse juures on kandev roll ülikoolidel, kes peavad sealjuures

hoolitsema lisaks ka tööjõu ettevalmistamise ning keele ja kultuuri arendamise eest (Tedersoo *et al.* 2017: 225).

Laiemalt vaadatuna on infrastruktuur ja selle olemasolu kogu ühiskonna ja majandusvõimekuse selgroog, mis mõjutab otseselt nii inimarengut, sotsiaalset kaasamist (ingl k *social inclusion*) kui ka keskonna jätkusuutlikkust. Sestap võib öelda, et infrastruktuuri ehk taristu (sh-s ka teadusinfrastruktuuri) arendamine tervikuna, on inimühiskonna arengu ühiseks olulisemaiks aluseks. Teadusinfrastruktuuri omakorda on vajalik eelkõige selleks, et toetada fundamentaaluuringute tulemuste rakendamist laiemal avalikkuse huvides (Maxwell-Jackson 2011: 8).

Euroopa Liit on võtnud ESFRI kaudu selge hoiaku avatud teaduse suunas (vt ka Euroopa 2020 strateegiadokumenti (ESFRI 2015)), mis teadusaparatuuri ja -infrastruktuuri silmas pidades tähendab seda, et kõik riiklikult ja ELi rahastatavad teadusinfrastruktuuri objektid peavad olema kõigile huvilistele võrdselt ja avatult kättesaadavad nii kasutamiseks (nt õppeotstarbel) kui ka teadusuuringute tegemiseks, eelkõige just ülikoolide ning teadus- ja uurimisasutuste nõ ristikasutust silmas pidades, kuid samamoodi ka erasektorile. Avatud TI kasutamist peetakse äärmiselt oluliseks seetõttu, et EL koos ESFRIga on veendunud, et konkureeriv ja avatud juurdepääs kõrgekvaliteedilisele teadusinfrastruktuurile toetab ning seab samas ka sihte Euroopa teadlaste tegevuse kvaliteedile ning tõmbab teadusesse panustama parimaid teadlasi üle maailma (ESFRI 2015).

Ainsa piirangu TI avatusele selle sõna otseses mõttes seab keeruliste teadusaparatuuride kasutamise kompetentsus – see tähendab, et enamasti peab TIde kasutamine toimuma nõ kontrollitud tingimustes, kus selle otseseks käsitlejaks on vastava väljaõppe saanud spetsialist. Erasektorile teenuseosutamisel on veel lisaks seatud piiravaks teguriks asjaolu, et erasektorile osutatav teenus võib ulatuda kuni 20%ni TI kasutusmahust (seda kinnitasid ühtemoodi kõik nii interjueeritavad kui ka fookusgrupi intervjuudel osalejad). Antud piirmäär tuleneb Teadus- ja arendustegevuseks ning innovatsiooniks antava riigiabi raamistikust (2014/C 198/01)⁶. TI avatuse asjaolu ning samas ka sellega seoses kehtestatud teatavad piirangud muutuvad oluliseks teemaks siis, kui hakatakse hindama TI kasutamist ning kasutamise seotud väljundeid. Siinkohal olgu mainitud, et kuigi ka Soomes rakendatakse sarnaselt paljudele Euroopa riikidele nõ 20% reeglit, siis tulevikus on plaanis suuremahuliste teadusinfrastruktuuride puhul lubada lahendust, kus teadustegevus ja äritegevus on raamatupidamislikult teineteisest lahutatud, mis oodatavalt peaks muutma teadusinfrastruktuuridega seotud ettevõtlustegevuse arendamise lihtsamaks.

Teadusuuringud on tänapäeval järjest enam andmepõhised ning teadustööga seotud teadusaparatuur ja -infrastruktuur on muutunud sisuliselt uurimisandmete nõ tehasteks. Sealjuures kasvab teadlaste tegevuse ja nende käsutuses oleva TI kasutamise tulemusena nii andmekogumite keerukus kui ka maht eksponentsiaalses progressioonis (EC 2017: 26). Toodetud andmemahud nõuavad aga omakorda koordineeritud juhtimist ja majandamist. Nii, nagu TI enda kasutamine, seonduvad ka

⁶ „Juhul, kui teadusasutust või teadusuuringute taristut kasutatakse nii majandustegevuseks kui ka mittemajanduslikuks tegevuseks, kohaldatakse riigiabi eeskirju riikliku rahastamise suhtes üksnes ulatuses, milles rahastamine katab majandustegevusega seotud kulusid. Juhul, kui teadusasutust või teadusuuringute taristut kasutatakse peaaegu täielikult mittemajanduslikuks tegevuseks, võib selle rahastamine jääda tervikuna välja riigiabi eeskirjade reguleerimisalast, kui majandustegevus jääb selgelt kõrvaliseks tegevuseks, s.o tegevuseks, mis on otseselt seotud asutuse või teadusuuringute taristu toimimisega ja selleks vajalik või lahutamatu seotud asutuse või taristu peamise mittemajandusliku tegevusega ning mille maht on piiratud. Käesoleva raamistiku tähenduses leiab komisjon selle olevat niimoodi juhul, kui majandustegevuses kasutatakse täpselt samu majandustegevuse sisendeid (nt materjalid, seadmed, tööjõud ja põhivara) kui mittemajandusliku tegevuse jaoks ning igal aastal eraldatakse sellise majandustegevuse jaoks mitte üle 20% asjaomase üksuse üldisest aastasest tegevusmahust.“ (Euroopa Komisjoni teatis 2014, alapunkt 20).

avaandmed avatud teaduse kontseptsiooniga. Paljud uuringud näitavad, et avatud teadus soodustab innovatsiooni ning sellel on märkimisväärne majanduslik efekt (Hints 2016: 50).

Andmete avatusel iseenesest ei ole kuigi suurt väärtust, sest avatud teadus on midagi enam, kui lihtsalt avalikustamine. Efektiveks kommunikatsiooniks, replikeerimiseks ning väidete tagasilükkamiseks on oluline andmete intelligentne avatus. Andmed ja metaandmed peavad olema avastatavad, kättesaadavad, arusaadavad ja mõistetavad ning taaskasutatavad. Ainult sellisel juhul, kui viimati mainitud kriteeriumid on täidetud, on tegemist korrektselt esitatud avaandmetega, kuid lisaks sellele eeldab intelligentne avatus ka auditooriumitundlikkust, kus on mõeldud läbi, kellele ja mille jaoks avaandmeid esitatakse (Boulton 2014).

Euroopa Ühenduse siseselt loetakse avalikult kättesaadavateks kõiki andmeid, mida avaliku sektori asutused toodavad, koguvad või mille eest maksavad. Need võivad olla geograafilised, statistilised või meteoroloogilised andmed, avaliku sektori rahastatud uuringute andmed, raamatukogude digitaliseeritud raamatud ja arhiivide digitaliseeritud arhiivimaterjalid. „Avatud“ avalikeks andmeteks saab lugeda andmeid, mis on valmiskujul ja lihtsalt taaskasutatavad igaühe poolt, kellel on juurdepääs internetiühendusega arvutivõrgule. Euroopa Komisjon näeb ette, et „valmis kasutamiseks“ tähendab palju enam, kui pelgalt avaliku sektori poolsete piirangute puudumist andmete kättesaamisel. Samas võidakse juurdepääsetavus ja andmete taaskasutamine muuta riigiametnike poolt (sageli tahtmatult) raskendatuks mitmete barjääridega, näiteks (EC 2011):

- 1) informatsiooni puudumine, et teatud andmed üldse eksisteerivad ning on kättesaadavad;
- 2) selguse puudumine, millisele avaliku sektori allasutuse alla andmed kuuluvad;
- 3) selguse puudumine taaskasutamise osas;
- 4) andmed, mis on kättesaadavad ainult seesuguses formaadis, mille kasutamine on raskendatud või väga kallis;
- 5) keerulised litsentsisüsteemid või keelavad tasud;
- 6) eksklusiivsed taaskasutuse kokkulepped ühe kommertskasutajaga või taaskasutus, mis on kitsendatud riigiomandis olevale ettevõttele.

Sestap ei saa eelpool mainitud tingimustele vastavaid andmeid pidada tõeliselt avalikult kättesaadavateks avaandmeteks (EC 2011).

3.2. Teadustegevuse väljundid ja avaldamise kanalid

3.2.1. Teaduspublikatsioonid

Teadustegevuse vältimatuks „produktiks“ või ka „tooteks“ on selle väljundid (ingl k *outputs*) (vt ka lisa 5). Üheks kõige otsesemaks teadustegevuse väljundiks loetakse teaduspublikatsioone, eelkõige teadusajakirjades avaldatud täisartiklid, kuid samamoodi ka monograafiad. Sellega kaasnevalt on oluline nende samade teadusartiklite või muude teadustegevuse väljundite avaldamise kanalid (ingl k *outlet*), kuivõrd sellest sõltub teadlase nähtavus oma erialasel teadusmaastikul ning sealt edasi ka tema pikemaajalisem mõjukus omas valdkonnas. Seega – TI kasutamise üheks oluliseimaks väljundiks on TId kasutavate ja sellega töötavate teadlaste avaldatud teaduspublikatsioonide arv ning kvaliteet, mida võib klassifitseerida bibliomeetriliste mõõdikute kategooriasse. Sealjuures loetakse teaduspublikatsiooni elulisuse näitajaks tema ilmunisjärgset elu ja aktiivsust (sh-s kajastuse leidmine sotsiaalmeedias).

Mitmed teadlased (nt Garfield 1955, 2006; Garfield jt 1992; Nightingale jt 2012; Allik 2016) on pööranud tähelepanu sellele, et teaduspublikatsiooni (enamasti teadusartikli) kvaliteedi üheks olulisemaks näitajaks on viited (ingl k *citations*) teaduspublikatsioonile teiste teadlaste avaldatud teaduspublikatsioonides. Mida rohkem on viitamisi ning mida kiirema aja jooksul neid kogutakse, seda mõjukama publikatsiooniga on tegemist.

Juhul, kui mõnele tööle näiteks järgmise kümne aasta jooksul [peale selle avaldamist] mitte kordagi ei viidata, siis on kahtlus, et tulemused ei pakkunud huvi või nendes polnud midagi uut, mis oleks pälvinud teiste uurijate tähelepanu. Kuigi palju viiteid ühele tööle ei tähenda tingimata, et tegemist on originaalse ja huvitava tööga, on viidete suur arv üks kõige usaldusväärsemaid teaduse kvaliteedi mõõdikuid (Allik 2016: 27).

Kõrgetasemeliste teadusartiklite mõjukust hinnatakse praegusel ajahetkel Thomson Reuter'i ISI⁷ Web of Science (WoS) ning Elsevier'i Scopus andmebaasides kogutud viidete arvuga. Lisaks loetakse järjest olulisemaks Google Scholar andmebaasi ja selles kajastumist. Ühe uuema teadusartiklite andmebaasina tuleb mainida ka Microsoft Academic (MA)⁸ Search olemasolu, mis teatud ulatuses ühendab eelmainitud kolmes andmebaasis kajastatud teaduspublikatsioone (Harzing 2017).

Tabelis 2 on esitatud peamised publitseerimise võimalused erinevate teadusvaldkondade lõikes.

Tabel 2. Peamised teadusdistiipliinide sisesed kirjaliku kommunikatsioonivormid.

Kommunikeerumise vorm	Loodus-teadused (<i>natural sciences</i>)	Bioteadused (<i>life sciences</i>)	Inseneri-teadused (<i>engineering sciences</i>)	Sotsiaal- ja humanitaarteadused (<i>social sciences and humanities</i>)	Kunsti-teadused (<i>arts</i>)
Ajakirjaartikkel (ingl k <i>journal article</i>)	x	x	x	x	x
Konverentsiteesid (ingl k <i>conference proceedings</i>)			x		
Raamatu peatükk (ingl k <i>book chapter</i>)				x	
Monograafiad / Raamatud (ingl k <i>monographs/books</i>)				x	
Artefaktid (ingl k <i>artefacts</i>)					x
Prototüübid (ingl k <i>prototypes</i>)			x		

Allikas: European Commission (2010: 26).

Tabeli 2 täiendusena on toodud käesoleva uuringu lisa 5 täpsem ja pikem loetelu teadusaparatuuri ja -infrastruktuuri kasutamise väljunditest ning nende avaldamise kanalitest, mida on võimalik võtta aluseks TI kasutamise ja kasutamise väljundite hindamise läbiviimisel.

⁷ ISI – Institute of Scientific Information

⁸ <https://academic.microsoft.com/>

3.2.2. Teadusandmed ja -andmebaasid

Andmeteks (ingl k *data*) nimetatakse inimesele ja/või masinale arusaadaval kujul formaliseeritud (erilisel viisil vormindatud) info edastusviisi, mida saab kasutada suhtluseks, tõlgendamiseks, säilitamiseks või töötamiseks. Andmed on üksikasjalikud, objektiivsed faktid sündmustest, kus andmeil endil loomupäraselt tähendust ei ole. Alles siis, kui andmete looja lisab andmetele tähenduse, muutuvad andmed selle kasutajale informatsiooniks, millel on nii tähendus, olulisus kui ka väärtus. Infokandjatena võib vaadelda või käsitleda erinevaid dokumente või audiovisuaalses vormis kommunikatsiooni. Kuivõrd suur andmete hulk ei tähenda ega taga veel nende kvaliteeti, siis on andmete kogumise juures oluline efektiivne ja kvaliteetne andmehaldus. Kogutud andmete kvaliteedi kontrollimine ja nende omavahel võrreldavaks tegemine on väga oluline, kuid tihti aja- ja ka ressursimahukas tegevus. Erinevate andmete koondamise tulemusena moodustub andmebaas (ingl k *database*), s.o oma olemuselt omavahel seotud ja süstematiseeritud andmete kogum, millega on omakorda seotud ka info-töötamise protsess (EITS 2018).

Teadusandmete kirjeldamiseks puudub kõikehõlmav definitsioon. Ühe võimaliku variandina võib teadusandmeid defineerida kui faktilisi andmeid (numbrilised väärtused, tekstilised ülestähendused, kujutised ja helid), mida peaaesjalikult kasutatakse teadusliku uuringu läbiviimiseks ning on tavapäraselt teaduskogukondade poolt tunnustatud piisavaks, et valideerida/kinnitada saadud uurimistulemusi (National Infrastructure Commission 2017: 66). Kõige üldisemalt öeldes on aga teadusandmeteks kõik andmed, mis on kogutud või loodud teadustöö käigus. Lisaks eeltoodule tuleb märkida, et kui ühelt poolt on teadusandmed teadustöö tulemus, siis sealsamas võivad nad olla ka sellesama teadustöö allikaks (Neerut 2016: 5).

Üks võimalus teadusandmete kirjeldamiseks on alljärgnev (*Ibid.*):

„Teadusandmed on andmed, mida kasutatakse esmase allikana toetamaks tehnilisi või teaduslike uuringuid, teadustööd, õpinguid või kunstialast tegevust ja mida kasutatakse teadustöö käigus tõendusmaterjalina ja/või mida teaduskogukond peab teadustöö leidude ning tulemuste paikapärase tõendamiseks üldiselt vajalikuks. Igasugune muu digitaalne või ka mittedigitaalne sisu võib potentsiaalselt saada teadusandmeteks. Teadusandmed võivad hõlmata eksperimentaal-andmeid, vaatlusandmeid, eksploatatsioonandmeid, kolmandatelt osapooltelt saadud andmeid, avaliku sektori andmeid, seireandmeid, töödeldud andmeid või uue otstarbe saanud andmeid“ (CASRAI dictionary 2015; Neerut 2016: 5 vahendusel).

Mitmetes teadusharudes (nt sotsiaalteadused, loodusteadused) on teadusandmete olemasolu empiirilise uuringu läbiviimise nõ peamiseks kütuseks, mistõttu vajavad eelkõige just seesuguste valdkondade teadlased teaduslikult kogutud ja juhitud andmeid, mis on kergesti kättesaadavad ning korrektsed juhuks, kui nad peavad aru saama, parendama ning kriitiliselt testima ja valideerima empiirilist teadmist uuritava nähtuse selgitamiseks (National Infrastructure Commission 2017: 70). Tihti tuginevad seesuguste valdkondade uuringud ning nendes tehtavad uued teadusavastused suurtel või ka üli-suurtel teadusandmemassiivide ehk suurandmete kaevandamisel (ingl k *big data mining*), mis omakorda eeldab kõrgtehnoloogilise taristu ning väljaarendatud teadusandmete infrastruktuuri olemasolu, kuid selle kõige kõrval ei tohi ära unustada ka inim- ja ajalise ressursi olulisust ja ka -mahukust seesuguste andmemassiivide kõrgetasemelisel teaduslikul tasemel analüüsi läbiviimisel ja tulemuste tõlgendamisel. Seega võib öelda, et kõrgetasemeline ja oskuslik andmeanalüüs on tänapäeval paljude teadusavastuste nurgakiviks (Kamath 2009: 5).

Teadusandmete infrastruktuur viitab teatud tüüpi taristule, aparatuurile või vahenditele, mis teenivad teadust läbi andmete genereerimise, manipuleerimise ja juurdepääsu. Teadusandmed võivad olla nii e-teaduse infrastruktuur, kui ka andmeid kolleksioneeriv ja genereeriv infrastruktuur, mis koosneb suurest või süsteemsest teadusinfrastruktuuri installatsioonist – nt kõrgtehnoloogilised arvutid, teleskoobid, ujuvlaborid. Teadusandmete infrastruktuur hõlmab endast andmeid endid ning samas sõltub see oskustehnoloogiast ning teadustöötajatest (NRICS 2016).

Andmed võivad olla kogutud ja korjatud mitmel erineval moel: vaatlustulemusena, intervjuude või küsitluste käigus, eksperimendi korras (nö eksperimentaalandmed). Seejärel tuleb kogutud andmed konverteerida masinloetavasse, numbrilisse, formaati, kas siis arvutustabeli- või ka tekstifaili kujule nii, et need andmed oleksid arvutiprogrammide poolt analüüsitavad (Bhattacharjee 2012: 119).

Seetõttu on võimalik väita, et teadusandmed võivad sõltuvalt valdkonnast, andmetüübilt ja formaadilt esineda väga erineval kujul (EDINA 2015), mida ilmestab alljärgnev loetelu:

- arvandmed,
- tekstid,
- pildid,
- helifailid,
- laboripäevikud,
- algoritmid,
- transkriptsioonid,
- esitluste slaidid,
- jne.

Lähtudes sellest, kes konkreetselt on teadustöökasutatavaid andmeid kogunud, on võimalik teadusandmeid jaotada või kategoriseerida ka alljärgnevalt:

I Teadusandmed võivad olla kas (Briney 2015: 6):

- vaatlusandmed (ingl k *observational data*)
 - saadakse tavaliselt kindlal ajal ja kohas konkreetse juhtumi uurimisel
- eksperimentaalandmed (ingl k *experimental data*)
 - tekivad kontrollitud keskkondades katseid tehes ja neid korrates
- simulatsioonide andmed (ingl k *simulation data*)
 - produtseeritakse arvutisimulatsioonidega
- kokkuvõetud andmed (ingl k *compiled data*)
 - tekivad siis, kui muudest allikatest pärinevad andmed kogutakse kokku teistkordseks kasutamiseks, näiteks metaanalüüsi läbiviimiseks.

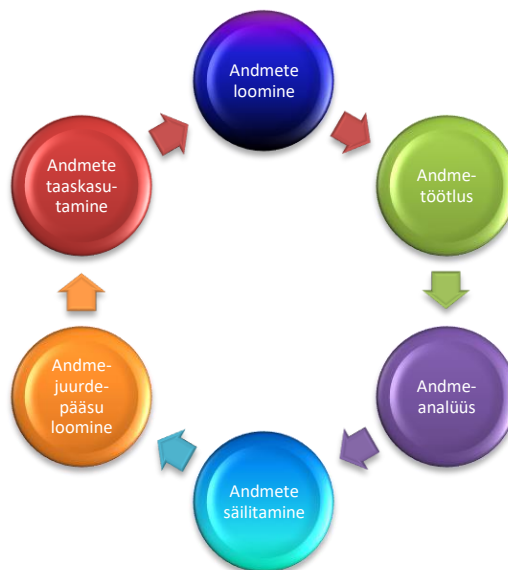
II Teadusandmed võivad olla kas (Herzog 2015: 6):

- sekundaarandmed
 - kogutud teiste teadlaste poolt
- primaarandmed
 - kogutud teadlase enda poolt uurimisprojekti raames.

Teadusandmete mõõdikud ehk teadusandmete kasutamist hindavad ja mõõtvad indikaatorid peaksid vastama alljärgnevatele kriteeriumitele (HEFCE 2016):

- Kehtivus (ingl k *robustness*) – mõõdik peab tuginema parimatele võimalikele andmetele korrektsuse ja ulatuse mõistes;
- Tagasihoidlikkus (ingl k *humility*) – kvantitatiivne hindamine peaks toetama, mitte asendama või välja tõrjuma (*supplant*) kvalitatiivset eksperthinnangut;
- Läbipaistvus (ingl k *transparency*) – hoides andmekollektsioonid ja analüüsiprotsessi avatud ja läbipaistvana nii, et need, keda hinnatakse, saavad testida ning saadud tulemusi kinnitada;
- Mitmekesisus (ingl k *diversity*) – arvestades teadusvaldkondade iseärasustega ning kasutades indikaatorite diapasooni, mis reflekteerivad ja toetavad uurimistöö mitmekesisust ning uurijate süsteemisest karjääriteekonda;
- Enesekohasus (ingl k *reflexivity*) – tundes ära ja ennetades näitajate süsteemset ja potentsiaalset efekti, millele järgneb vastusena mõõdikute kohene uuendamine.

Joonis 4 illustreerib lihtsustatud kujul teadusuuringutes kasutatavate digiandmebaaside loomist ja nende majandamist pikema ajaperioodi jooksul ehk teisisõnu digiandmete elutsükli mudelit (ingl k *research data lifecycle model*). Joonis annab aimu sellest, et andmebaasid on oma olemuselt pidevas arenemises ja muutumises.



Joonis 4. Teadusuuringute digiandmete (lihtsustatud) elutsükli mudel. (Allikas: OIKLS 2018)

Samas ei saa aga mööda vaadata asjaolust, et teatud andmebaasid moodustavad omaette kategooriana TI, mis oma olemuselt vastavad e-infrastruktuurile⁹ ning seetõttu kattub nende andmebaaside elutsükkel sisuliselt mistahes muu TI elutsükliga. Seega võib ka andmebaaside puhul nende elutsükli kujutada sarnaselt joonisel 5 (vt alaptk 4.3.) kujutatuga, kuid arvestusega, et andmebaas on seesugune TI, mis on pidevas arendamises ja arenemises ning ei pruugi seetõttu kunagi päris valmis saada.

⁹ Teatud kirjandusallikatest võib leida ka mõistet „küberinfrastruktuur“ (ingl k *cyberinfrastructure*) (vt nt Atkins 2003; Anderson 2013).

4. Teadusaparatuur ja -infrastruktuur kui teadustegevuse oluline sisend: mõiste, klassifikatsioon, elutsükkel

4.1. Teadusaparatuuri ja -infrastruktuuri mõiste ja teadustaristu teekaart

4.1.1. Teadusaparatuuri ja -infrastruktuuri mõiste, olulisus ning seotud huvigrupid

Teadusaparatuuri ja -infrastruktuuri muudab muu infrastruktuuriga võrreldes eriliseks see, et selle kaasabil tehakse teadust ning viiakse läbi teadusuuringuid, mille tulemusel jõutakse läbi uute avastuste uue teadmiseni. Seega tehakse TI abil teaduslikke mõõtmisi ja katseid, luuakse uusi teooriaid ning teoreetilisi mudeleid, mida muul moel poleks võimalik ellu viia. Teisisõnu aitab teadustaristu olemasolu integreerida omavahel erinevate dimensioonide teadmus- ja innovatsioonisüsteeme (Gliksohn 2012). Kuivõrd kaasaegses teadustegevuses ei ole teadlastel ja teadusasutustel võimalik luua uut lisaväärtust ning olla rahvusvahelisel tasemel konkurentsivõimeline ilma kõrgtehnoloogilise teadusaparatuuri ja -infrastruktuurita, on TI muutunud vältimatuks sisendiks kõikides teadusvaldkondades.

Vaatamata pealtnäha lihtsale TI erisusele – aitab kaasa teaduse tegemisele –, on sellegipoolest siiani palju diskussiooni selle üle, mida täpselt siiski pidada teadusaparatuuriks ja -infrastruktuuriks. „Teaduse infrastruktuur“ (ingl k *research infrastructure, RI*) on üldine mõiste, mis on rahvusvahelise arenguloo käigus arenenud välja viimase 15-20 aasta jooksul, kasvades välja varasemalt kasutatud terminist „peamine ehk suurinstrumentarium“ (ingl k *major instrumentation, MI*) või teisisõnu öeldes ka „suuremahuline uurimisinstrumentarium“ (ingl k *major research instrumentation, MRI*¹⁰). Euroopa tasemel on mainitud arengutele andnud hoogu ESFRI. Kui 2006. aastal avaldati ESFRI esimene teekaardi nimekiri, siis kirjeldati teadusinfrastruktuuri kui unikaalset taristut, ressursi ja teenust, mis võimaldab ja hõlbustab teadustegevuse läbiviimist kõikides Euroopa teadusringkondades (Wissenschaftsrat 2017: 7).

Et 2006. aastal ESFRI poolt esmalt väljapakutud TI definitsioon oli küllaltki lai, on teadusinfrastruktuuri mõistet aja jooksul edasi arendatud, et muuta seda konkreetsemaks. Käesoleval ajahetkel defineerib ESFRI (2018) teadusinfrastruktuuri (TI) alljärgnevalt¹¹:

„Teadusinfrastruktuurid on rajatised (ingl. k facilities), ressursid ja teenused, mida kasutatakse uurimisasutustes, et ellu viia uuringuid/uurimistegevust ning edendada innovatsiooni oma valdkonnas. TI sisaldab: suuremahulist teadusaparatuuri (või instrumentide komplekti), teadmistepõhiseid ressursse, nagu kollektsioonid, arhiivid ja teadusandmed, e-infrastruktuurid, nagu andmete- ja arvutisüsteemid ning suhtlusvõrgustikud ning igasugused muud vahendid, mis on olulised teaduse ja innovatsiooni tippsaavutusteks.“

Sii kõrvale võib tuua Horisont 2020 definitsiooni (EC 2017b: 5):

¹⁰ Seesugust terminit kasutatakse uuringu valmimisel senini nt USAs (vt - <https://www.nsf.gov/od/oia/programs/mri/>).

¹¹ Article 2 (6) of the Regulation (EU) No 1291/2013 of 11 December 2013: 'Establishing Horizon 2020 – the Framework Programme for Research and Innovation (2014-2020)':

“RI are facilities, resources and services that are used by the research communities to conduct research and foster innovation in their fields. They include: major scientific equipment (or sets of instruments), knowledge-based resources such as collections, archives and scientific data, infrastructures, such as data and computing systems and communication networks and any other tools that are essential to achieve excellence in research and innovation.” (Article 2 (6) of the Regulation (EU) No 1291/2013 of 11 December 2013: 'Establishing Horizon 2020 - the Framework Programme for Research and Innovation (2014-2020)')

„Teadusinfrastruktuurid on rajatised (ingl. k facilities), ressursid ja teenused, mida kasutatakse uurimisasutustes, et ellu viia uuringuid/uurimistegevust ning edendada innovatsiooni oma valdkonnas. Kus on oluline, võib neid kasutada ka väljaspool teadustegevust, nt hariduslikel eesmärkidel või avalike teenuste osutamisel. Nad sisaldavad: suuremahulist teadusaparatuuri (või instrumentide komplekti); teadmispõhiseid ressursse, nagu kollektsioonid, arhiivid või teadusandmed; e-infrastruktuurid, nagu näiteks andmete- ja arvutisüsteemid ning suhtlusvõrgustikud; ning igasugused muud vahendid, mis on oma olemuselt unikaalselt olulised teaduse ja innovatsiooni tippsaavutusteks. Seesugused infrastruktuurid võivad olla kas „lokaalsed“, „virtuaalsed“ või „delokaalsed“.“

Saksamaa teadusagentuur kasutas ESFRI algselt pakutud TI definitsiooni loodusteaduste puhul, kuid arendas samas seda omakorda edasi (Wissenschaftsrat 2017):

„Teadusinfrastruktuur on midagi seesugust, mis varustab vahendite, ressursside ja teenustega, mis on spetsiaalselt rajatud teadustegevuseks ning on muudetud kättesaadavaks keskpikas perspektiivis ja poolpüsivatel alustel. Nende õige rajamine, tegevus ja kasutamine nõuab sageli spetsiifilisi, spetsialiseeritud teaduslikku või interdistsiplinaarset (metodoloogilist) kompetentsi. Nende funktsioon on võimaldada ja kaasa aidata noortel alustavatel uurijatel teaduse-, õppe- ja koolitustegevust. Nad võivad olla geograafiliselt fikseeritud, jaotatud mitme asukoha vahel või esindatud üksnes virtuaalsel kujul, millel pole kindlaksmääratud füüsilist asukohta. Neid ei kasutata ainuisikuliselt ja kindla grupi poolt, vaid on põhimõtteliselt avatud rahvusvahelisele teadlaskondade grupile või mitmetele spetsialistide kogukonnale.“

Soome AKA (2018) teadusinfrastruktuuri ülevaates on esitatud alljärgnev TI definitsioon:

„Teadusinfrastruktuurid moodustavad reservi uurimisrajatistest, -seadmetest, materjalidest ja teenustest. Sellisena võimaldavad nad uurimis- ja arendustegevust innovatsiooni eri etappides, toetades samal ajal organiseeritud teadustööd, teadlaste koolitust ja õpetamist. Samas toetavad ja arendavad nad ka teadusuuringute ja innovatsioonivõimekust. Teadusinfrastruktuurid koosnevad seadmetest, teadmusvõrgustikest (ingl k knowledge networks), andmebaasidest, multidistsiplinaarsetest uurimiskeskustest, uurimisjaamadest, kollektsioonidest, raamatukogudest ja seotud kasutajateenustest, kus need on uuringute jaoks olulised.“

Olgu siinkohal toodud ka Eesti Teadusagentuuri (2018) teadustaristu definitsioon (ETAg 2018):

„Teadustaristud on vahendid (labor, aparaatuur, seadmed, kollektsioonid, arhiivid, struktureeritud informatsioon või nende kompleks) ning nende vahenditega seotud tingimused, oskusteave, meetodid, materjalid, tegevused ja teenused, mida kasutatakse teadus- ja arendustegevuses uute teadmiste loomisel, teadmiste ülekandmiseks, vahetamiseks ja/või säilitamiseks. Teadustaristud võivad olla kas ühes kindlas kohas asuvad (ingl. k single-sited, nt teleskoop, sünkrotron), hajus-struktuurid (ingl. k distributed, nt biopankade võrgustik), millel võib olla keskne/ühine teenus või virtuaalsed (ingl. k virtual, nt andmebaasid, arhiivid) jms, millele on võimalik juurde pääseda lõppkasutaja töökohalt.“

Eeltoodud definitsioonidest selgub, et sageli on teadusinfrastruktuur seotud ja teenindab mitut teadusvaldkonda, pakkudes juurdepääsu valdkondadevahelistele meetoditele, varustusele ja kollektsioonidele.

Lisaks eeltoodule, lisanduvad ELi tasemel TI andmebaasi MERIL antud TI määratlusele juurde veel alljärgnevad tingimused, millele TI peaks vastama (MERIL 2013: 3):

- võimaldama kõige kõrgemal tasemel ja kvaliteediga teaduslik-tehnilist teostust, mille olulisuse taseme kohta saab öelda „rohkem, kui rahvuslik“:
- pakub juurdepääsu Euroopa ja muude piirkondade teadlastele läbipaistva valikuprotsessi tulemusena nende tipptaseme alusel;
- omab juhtimisstruktuuri.

Teadustaristule, millel on tugev virtuaalne või digitaalne komponent (e-infrastruktuur), on välja pakutud alljärgnev definitsioon (Hanseth ja Lyytinen 2010: 4, Andersen 2014: 104 vahendusel):

„Morfoloogiliselt võib digitaalset infrastruktuuri määratleda kui jagatud, avatud (ja piirangu-teta), heterogeenset, avatud ning arenevad sotsiaal-tehnilist süsteemi (mida nimetatakse installeeritud baasiks), mis koosnevad erinevatest infotehnoloogiliste oskuste ja võimete kogumitest ning nende kasutajast, operatsiooni- ning disainikogukondadest.“¹²

Kui lähtuda eeltoodud definitsioonidest ning teadusaparatuuri ja -infrastruktuuri kirjeldustest, siis võib TI iseloomustamiseks tuua välja omadused, mis muutuvad oluliseks TI elutsükli põhises juhtimises (vt ka alaptk 3.3.) ning seda ühtaegu nii riigi kui ka üksiku teadusasutuse tasandil ja seisukohast. Mainitud TI omadused on alljärgnevad (Florio *et al.* 2016: 112):

- a) suur kapitalimahukus;
- b) rajatised või võrgustikud, millel on pikaajaline eluiga või kestus (sh-s ka nii tarbimisväärtus kui ka majanduslik/teaduslik eluiga);
- c) toimivad tavapäraselt „monopoolsetes“ või „oligopoolsetes“ tingimustes ning on mõjutatavad välistegurite poolt;
- d) nende eesmärk on toota sotsiaalset tulu läbi uute teadmiste loomisele, kas teoreetiliselt, rakenduslikul või teoreetilis-rakenduslikul kujul.

Lisaks sellele, et TI võimaldab teha tipptasemel teadust, seisneb tema olemasolu olulisus ka selles, et ta pakub samaaegselt ka unikaalseid võimalusi teadlaste ning inseneride koolitamiseks ja väljaõppeks ning aitab seeläbi kaasa uute teadmiste ülekandumisele ning innovatsioonile. Seega loob TI baasi tehnoloogia arenguks ning ühtlasi toetab uute töökohtade loomist. Lisaks toetab TI olemasolu seesuguse uurimiskeskonna teket, mis on atraktiivne uurijatele erinevatest riikidest ja teadusvaldkondadest üle maailma ning tõmbab neid töötama sinna, kus on tema uurimisvaldkonnas TI mõttes kõige paremad tingimused. Siinkohal mängib olulist rolli ka aglomeratsiooniefekt – TI klastrite teke ning nende ruumiline lähedus toimib kui ilmutamata teadmuse (ingl k *tacit knowledge*) ülekande eeldus ning loob baasi teadmussiirde ja innovatsiooni tekkeks (Polanyi 1966, OECD 2001, Curvelo Magdaniel 2016, Walton *et al.* 2017). Teadusinfrastruktuuriga on seotud ja seda kasutavad igapäevaselt tuhanded teadustöötajad ja üliõpilased ülikoolides, uurimisasutustes ning erasektoris. Teadaolevalt moodustavad Euroopas kõikidest TI kasutajatest ligikaudu 55% teadustöötajad ülikoolides¹³, 20% kasutajatest töötavad avaliku sektori laborites, 20% mitte-Euroopa teadus- ja uurimisasutustes ning 5% erasektoris (ESFRI 2011: 2). Mida ruumiliselt lähemal (nt uurimislabor) ning kõrgtasemel spetsiifilisusega (tipptehnoloogia kasutamine) toimub tööülesannete täitmine, seda suurem on indiviidide (teadlaste) võimekus koostojena tekkinud ühisosas ilmutamata teadmuse ülekandeks ja sel-

¹² Ingl k „Morphologically, digital infrastructures can be defined as a shared, open (and unbounded), heterogeneous and evolving sociotechnical system (which we call installed base) consisting of a set of IT capabilities and their user, operations and design communities.“

¹³ Hinnanguliselt on Euroopas rohkem kui 2400 kõrgkooli (ingl k *higher education institutions, HEIs*), kus õpib umbes 17 miljonit üliõpilast (ETER 2018) ning ca 1 miljon akadeemilist (professorid, uurijad) ning mitteakadeemilist töötajat, kes oma tegevustes majutuvad umbes 170 miljonile m² suurusele hoonepinnale (Den Heijer ja Tzovlas 2014).

le vastuvõtmiseks (van de Wal 2013) ning seda suuremad on omakorda ka võimalused innovatsiooni tekkeks.

ESFRI on oma Euroopa 2020 TI strateegiadokumendis (ESFRI 2015) nimetanud olulisemaid TI instrumente ja vahendeid (sünkrotronid, andmebaasid, teleskoobid, sensorvõrgustikud, biomeditsiinilised rajatised) enneolematuks varaks¹⁴ (ingl k *an unprecedented asset*), mis tõmbab ligi maailmatasemel tippteadlasi. Seesuguseid Tsid on rohkem kui 500 ning neist 300 on sellised, millel on väga tugev rahvusvaheline väljapaistvus. Euroopa-poolne koguinvesteering nendesse teadusaparatuuridesse ja -infrastruktuuridesse ulatub enam kui 100 miljardi euroni ning neid kasutab ligikaudu 50 000 teadlast aastas, kes „toodavad“ oma uurimistöö tulemusena ca 3000-6000 kõrge mõjukusega teadusartiklit igal aastal, lisaks patentidele, *spin-off* ettevõtete loomisele ning erasektoriga sõlmitud lepingutele. Seesugused tiptasemel TId aitavad arendada Euroopa tööstustele uusi ravimeid ning kõrgtasemel materjale, seirata ookeane ja õhku, teha kosmoseuuringuid, jälgida muutusi sotsiaalsetes hoiakutes ja inimkäitumises ning ennekõike aitavad leida vastuseid meie kõige suurematele küsimustele ja ühiskondlikele väljakutsetele, mis seonduvad energiavarustuse, kliimamuutuse ning tervishoiuga (ESFRI 2015: 2).

Eelnevaga seoses saab välja tuua TIga seotud sidusgrupid ning nende huvidest lähtuvad vaated TI-le (Los 2012: 13):

- uurijad – soovivad saada vaba juurdepääsu Tidele ning rahastust, et TIga seotud uurimistegevust läbi viia;
- ülikoolid, teadusasutused – neilt oodatakse koolituste läbiviimist, et ka järgnevad teadlaste põlvkonnad oskaksid kasutada kaasaegset TId, lisaks on ülikoolid huvitatud olema varustatud tipptehnoloogilise TI-ga ja olla sellele nii lähedal kui võimalik;
- erasektor – sõltub innovatsioonist, et olla konkurentsivõimeline, kuid sh-s ei ole erasektori ettevõtjad ja teadusinfrastruktuurid sageli üksteise olemasolust ja võimalustest alati teadlikud (s.o üldine probleem, mis vajab pidevat tähelepanu ja lahendamist);
- poliitikakujundajad – peavad teadusinfrastruktuuri väga ressursimahukaks ning reeglina eeldatakse, et eelistada tuleks kohalikke teadlasi ning väljastpoolt riiki tulijad peaksid TI kasutamise eest maksma.

4.1.2. Teadusaparatuuri ja -infrastruktuuri teekaardi eesmärk ja protsess

Et kaasaegses teadusaparatuuri ja -infrastruktuuri maastikul (ingl k *landscape*) on TI elutsükklis (vt alapeatükki 4.3.) väga tähtsal kohal teaduse teekaardil olemine, siis järgnevalt kirjeldatakse põgusalt teaduse teekaardi rolli teadustaristu elutsükklis, selgitades sealjuures teekaardi kui TI planeerimise eesmärki ning teadustaristu teekaardile jõudmise ja selle läbimise protsessi.

Lühidalt öelduna on teaduse teekaart oma olemuselt vahend või ka tööriist, mis on loodud teadusaparatuuri ja -infrastruktuuri pikaajaliseks (hetkel kuni 10 aastat, lähiperspektiivis kuni 20 aasta, kuid tulevikus ilmselt veel pikema perspektiiviga) strateegiliseks planeerimiseks. Teisisõnu on teaduse teekaart ka seesugune instrument, mis on loodud TIga seotud erinevate tasandite (teadusasutus, riiklik, rahvusvaheline) huvigruppide strateegilistes valikutes kokkuleppele jõudmiseks (Arengufond

¹⁴ Kui võrd antud käsitluses on ESFRI poolt seostatud TId „vara“ mõistega ning kuna antud uuringu autorite hinnangul on TI-l olemuslikult palju sarnaseid tunnuseid majandusteaduliku termini all mõeldud varadega (vt nt ka alapeatükki 4.3.), siis teevad käesoleva uuringu autorid ettepaneku julgelt seostada TId „vara“ mõistega ning seda ka sellises kontekstis kasutama.

2009: 54). Sisuliselt on teaduse teekaart aga nimekiri või loetelu uutest või kaasajastamist vajavatest riiklikult tasemel esitatud olulistest teaduse suuremahulistest teadustaristutest, mis ühendab erinevate uurimiserühmade ja asutuste arenguideid ning tegevusi eesmärgiga olla rahvusvaheliselt konkurentsivõimelisem (Haller 2014: 7).

Teekaardi koosseisu lülitatavad infrastruktuurid võivad olla nii füüsilised objektid ja võrgustikstruktuurid kui ka liikmelisused rahvusvahelistes teadustaristu organisatsioonides. Teekaardil olevate teadustaristute nimekirja täiendatakse regulaarselt (hetkel 3-4 aastase tsükliga), et arvestada muutuvaid vajadusi ja võimalusi. Samas aga tuleb kindlasti arvestada, et teadustaristu lülitamine teekaardi koosseisu ei tähenda rahastamisotsust ega reasta objekte tähtsuse järjekorda. Oluline on see, et teekaart on sisendiks edaspidistele rahastusotsustele ehk teisisõnu on teekaardi nimekirjas olemine oluline tegur TI elutsükli, et saada riiklikku rahastustoetust tema edasisele (välja)arendamisele (ETA 2018).

Eesti teaduse infrastruktuuri teekaardi (2014) objektide loetelu (kinnitatud 03.09.2014 „Eesti teadus- ja arendustegevuse ning innovatsiooni strateegia 2014–2020 „Teadmistepõhine Eesti““ rakendusplaanina Vabariigi Valitsuse korraldusega nr 377) sisaldab Eesti teaduse infrastruktuuri teekaardi objektide loetelu, Eesti osalust Euroopa teadustöö infrastruktuuride strateegiafoorumi ESFRI nimistusse kuuluvates objektides, Eesti teaduse infrastruktuuri teekaardi objektide seoseid nutika spetsialiseerumisega, pikaajalist kava riikliku tähtsusega teaduse infrastruktuuri investeringute eelarvestamiseks. Lisas 4 on näitena toodud ära 2014. aasta teekaardiuuendamises kasutatud Eesti teaduse teekaardi protsessi kirjeldus, mis vajab küll kohendamist, kuid suures plaanis vastab ka eesolevale teekaardi protsessi kirjeldusele (ETA 2018). Järgmine teekaardiuuendus on plaanis läbi viia 2018. aastal.

4.2. Teadusaparatuuri ja -infrastruktuuri klassifikatsioon

Käesoleva uuringu üheks uurimisülesandeks oli selgitada, kas teatud homogeensetele tunnustele vastavalt või nende alusel on võimalik teadusaparatuuri ja -infrastruktuuri kategoriseerida ja/või klassifitseerida. Eesmärgiks oli nii objektiivsete kui vajadusel ka subjektiivsete hinnangute alusel vastavate sobivate tunnuste kindlakstegemine (nt füüsiline ja ruumiline mõõde, kasutuskoormuse hindamisel ajaline ja rahaline mõõde, bibliomeetriliste andmetega sidumise võimalus jms), kasutades selleks nii erialaspetsialistide abi (riigisisised ja välisekspertid) kui ka uurijate isikliku vaatluse ja seire tulemusi. Uuringu lähteülesannet paika pannes tundus seesugune teadustaristute homogeensetesse gruppidesse jaotamine vajalik selleks, et oleks hõlpsam teadusaparatuuri ja -infrastruktuuri kasutamisega seotud hindamist läbi viia seesugusel viisil ja eeldusel, et sarnaseid teadustaristuid koheldaks nende kasutamise hindamisel võimalikult sarnaselt.

Töötades läbi mitmeid erialaseid allikaid ning viies läbi intervjuusid erialaspetsialistidega nii Eestis kui ka teistes Euroopa riikides, võib senist kogutud teadmist üldistatult kokku võttes väita, et tulenevalt TI mitmekülgsest ning nende juures sageli avalduvatest keerukatest ja komplitseeritud omadustest, ei ole teadusasutustes kasutuses olevaid teadustaristuid võimalik täiel määral üheselt homogeensetesse gruppidesse jaotada. Sisuliselt võib väita, et iga TI objekti puhul on tegemist nähtusega, mis on osaliselt unikaalne, millega kaasnevad ainult temale omased tunnused ning seetõttu tuleks iga TI kasutust hinnata individuaalselt, võttes arvesse tema unikaalseid omadusi ning kõike sellega kaasnevat.

Illustreerimaks eeltoodud väidet on siinkohal ära toodud käesoleva uuringu autorite poolt tuvastatud erinevad TI kategoriseerimise põhimõtted või viisid, mida praktikas erinevatel otstarvetel kasutatakse. Sellest tulenevalt võib TIsid kategoriseerida alljärgnevate tunnuste alusel:

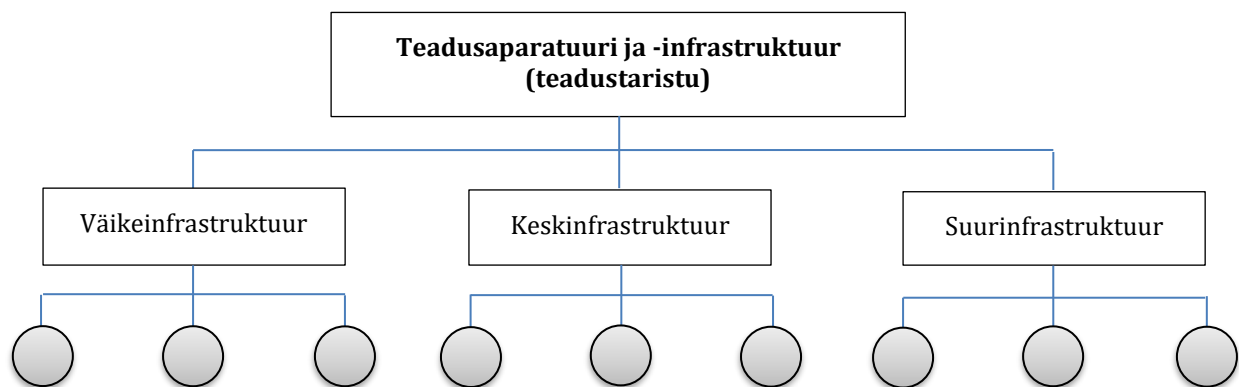
- I. rahalise mõõtme järgi jaotamine (suur, keskmine, väike);
- II. hierarhiline jaotamine (rahvusvaheline, riiklik, üksusepõhine)
- III. füüsiliste omaduste järgi jaotamine (füüsiline, mittefüüsiline);
- IV. kasutusotstarbe järgi jaotamine;
- V. geograafilise (pigem füüsilisel kujul) paiknemise järgi jaotamine (lokaalne, hajus, virtuaalne);
- VI. osutatavate teenuste iseloomu järgi jaotamine;
- VII. teadusdistsipliinide järgi jaotamine;
- VIII. elutsüklifaasis ilmnevate edukusnäitajate järgi jaotamine;
- IX. kombineeritud jaotamine.

Neli esimest jaotust on objektiivsemad ning lihtsamalt hallatavad TI kategooriad, samas viis viimast aga sellised, mis nõuavad hinnatava teadustaristu tunduvalt põhjalikumat tundmist.

Alljärgnevalt on eelpoolmainitud TI jaotusi lähemalt selgitatud.

I. TI kategoriseerimine rahalise mõõtme järgi

Rahalisest mõõtmest lähtudes jaotatakse sageli teadusaparatuuri ja -infrastruktuur kolme kategooriasse: väike-, kesk- ja suurinfrastruktuur, mida omakorda on võimalik jaotada alamkategooriatesse (vt joonis 5). Antud uuringus on vaatluse all eelkõige suuremahuline teadusaparatuur ja -infrastruktuur (ingl k *large-scale research infrastructure*), millel on kõigi eelduste kohaselt mitte ainult riiklik, vaid ka laiem rahvusvaheline mõõde. Käesolev uuring ei käsitle väikesemahulist teadusinfrastruktuuri (nt mikroskoobid jms); küll aga hõlmab käesolev uuring vähesel määral keskinfrastruktuuri.



Joonis 5. Teadusaparatuuri ja -infrastruktuuri kategoriseerimine rahalise mõõtme järgi. (Allikas: autorite koostatud)

Autoritele teadaolevalt näiteks Tartu Ülikooli (TÜ) raamatupidamises ei peeta teadusinfrastruktuuri üle eraldi arvestust. Küll aga võib eeldada, et väikesemahulise teadustaristu alla võiks liigitada nii seesugust teadusaparatuuri ja -infrastruktuuri, mille maksumus jääb TÜs alla 2000 euro (km-ta) ning mida ei võeta väikevahendina arvele, kuid ka bilansivälises arvestuses olev vara, mille maksumus on kuni 4999 eurot (km-ta). Alates 5000 eurost (km-ta) võetakse soetatud varad arvele TÜ bilansis põhivarana. Seega – väikeinfrastruktuuriks võiks pidada hinnanguliselt eelkõige seesugust TId, mida

üldjuhul ei kajastata ülikooli ning teadus- ja uurimisasutuse bilansis põhivarana ning millel on kesk- ja suurinfrastruktuuriga võrreldes oluliselt lühem eluiga.

Erinevalt väike- ja keskinfrastruktuurist, esindab suurinfrastruktuur (suuremahuline teadustaristu) väga keerulist ning dünaamiliselt arenevat iseseisvat valdkonda, mida saab iseloomustada alljärgnevalt esitatud omadustega (Wissenschaftsrat 2017: 55):

- kõikehõlmav teaduslik olulisus ning olulisus ka teaduspoliitika mõistes;
- suur hulk riiklikke ja rahvusvahelisi osalisi (uurijad, operaatorid, rahastajad, poliitikategijad, nõuandvad osapooled);
- arvukad ühised puutepunktid infotehnoloogia, õiguslike, organisatsiooniliste ja finantsküsimustega;
- selgelt rahvusvahelise suunitlusega.

Suuremahuline teadustaristu on kriitilise tähtsusega kõikide teadusvaldkondade edasiarenemisele. Sidudes olemasoleva teadustaristu omavahel suurde rahvusvahelisse infrastruktuurivõrgustikku, suudavad teadlased luua ja ellu viia teedrajavaid teadusuuringuid. Seega võib teekaardil kajastuvat suuremahulist TId pidada ka Eesti riigi ja tema teadlaste jaoks rahvusvahelise koostöö arendamise keskuseks või südamikuks (ingl k. *hub*).

Olgu siinkohal toodud näidetena mõned toimivad suuremahulised teadusinfrastruktuuri teekaardi-projektid Tartu Ülikoolis 2018. aastal:

- E-varamu (Eesti e-varamu ja kogude säilitamine);
- NAMUR (ja NAMUR+) ehk Nanomaterjalid (uuringud ja rakendused);
- NATARC (loodusteaduslikud arhiivid ja andmevõrgustik);
- ETAIS (Eesti Teadusarvutuste Infrastruktuur);
- KKOBS (Eesti Keskkonnaobservatoorium);
- ELIXIR (erinevate eluteaduste andmete ja IT infrastruktuuri objekt (ELIXIR 2018)).

Lisaks võib mainida, et mõningatel juhtudel on teatud riigid – näiteks Holland (NWO 2016) või ka Tšehhi (MŠMT 2015) – oma ülevaated riiklikest teekaartidest üles ehitanud otseselt vaid suurinfrastruktuuri silmas pidades.

II. TI kategoriseerimine hierarhilise jaotuse järgi

TI hierarhiline kategoriseerimine on aluseks ESFRI käsitluses, mis kasutab seesugust jaotust teekaardiobjektide määratlemiseks ning tundub, et sellest tulenevalt on antud jaotus kasutusel ka enamikes Euroopa Liidu riikides. Sellest tulenevalt jaotuvad TI objektid vastavalt nende strateegilise olulisuse järgi kas teadusasutuse tasandil (nt ülikool või ülikoolisene üksus) teadustaristuks, riikliku ehk rahvusliku tähtsusega teadustaristuks ning rahvusvahelise tähtsusega teadustaristuks. Viimase puhul on võimalik rääkida riigi osalusest rahvusvahelise tähtsusega teadustaristu võrgustikus. Seega toimub hierarhiline teadusinfrastruktuuri kategoriseerimine üldistatud kujul alljärgnevalt:

- rahvusvaheline, sh-s:
 - Euroopa siseselt vaadatuna üle-Euroopaline (ingl k *pan-European*);
- riiklik;
- lokaalne.

Hierarhilise klassifikatsiooni puhul on võtmekohaks, kuidas on määratletud vastutus TI rajamise juures (kes mille eest vastutab ja kes mida rahastab). Rootsi lähenemine on, et lokaalse teadusinfrastruktuuri eest vastutab ülikool ja järjest enam on ülikoolidel tekkimas strateegiad, kuidas nad peaksid teadusinfrastruktuuridesse investeerima (nt Chalmersi ülikool¹⁵ oli Rootsis ilmselt esimene ülikool, mis sellele teemale süsteemsemalt lähenema hakkas).

Rootsi teadusagentuuri huvi teadusinfrastruktuuri rahastamisel osalemise vastu tekib siis, kui selles on mingi laiem ehk riigi tasandi komponent. Näiteks Lundis paiknev MAX IV riiklik teadusinfrastruktuur, kuna see on midagi sellist, mida ilmselt üks ülikool ei suudaks oma vahenditega ehitada.

Riiklikuks teadusinfrastruktuuriks peetakse seda, mida kasutavad mitmete ülikoolide teadlased mitmete projektide jaoks ühes või mitmes teadusvaldkonnas. See reegel ei kehti küll alati (mõne valdkonna teadlased ongi ainult ühes Rootsi ülikoolis), aga üldiselt on see strateegiliseks vaateks, kuidas riikliku ja lokaalset teadusinfrastruktuuri eristada. Intervjuu käigus Soome esindajaga selgus, et Soome Akadeemia tegeleb ainult riiklike teadusinfrastruktuuridega ehk nendega, mida kasutavad mitmed Soome ülikoolid ja/või muud teadusasutused. Riiklik teadusinfrastruktuur ei saa olla ainult ühe uurimisgrupi käsutuses olev seadmete jms kogum. Lisaks peavad olema täidetud ka muud riikliku teadusinfrastruktuuri jaoks seatud kriteeriumid (sh-s suurus).

Rahvusvahelise osalusega teadusinfrastruktuuri objektide nimekiri varieerub riigiti üsna suuresti. Kui näiteks Rootsil on hetkel vähemalt 35 toimivat rahvusvahelise osalusega TI projekti, siis Eesti osaleb seitsmes ESFRI teekaardi objektis ning lisaks veel mitmetes teistes rahvusvahelistes teadusinfrastruktuurides, näiteks Euroopa Kosmoseagentuuris (ESA) ja Euroopa Tuumauuringute Keskuses (CERN)¹⁶. Samamoodi on riigiti väga erinev nõ kogemustepagas rahvusvahelise osalusega Tides osalemisel ajaliskaalat silmas pidades. Kui näiteks Taanil on rahvusvahelise osalemise kogemus juba 64-aasta pikkune, siis enamikes Euroopa riikides jääb rahvusvahelisel tasemel teaduse infrastruktuuri vallas koostegutsemise kogemus 10-20 aasta pikkuseks.

TI hierarhilise jaotuse siseselt on võimalik rääkida ka nende suuruse ja rahalise mõõtme järgi jaotamisest. Kui rahvusvahelise tähtsusega TI puhul tuleb kõne alla ainult suuremahuline teadusinfrastruktuur, siis riikliku tähtsusega teadustaristu võib olla nii suur kui ka keskmise suurusega teadusinfrastruktuur, siis teadusasutuse või selle üksuse tasandi teadustaristu võib olla, sõltuvalt olukorrast, nii väikese-, keskmise- kui ka suuremahuline teadusinfrastruktuur.

III. TI kategoriseerimine füüsiliste omaduste järgi

Väga üldistatult on võimalik TIsid klassifitseerida kaheks suuremaks varade grupiks:

- 1) füüsilisel kujul teadusaparatuur ja -infrastruktuur;
- 2) mittefüüsilisel kujul teadusaparatuur ja -infrastruktuur.

Lähenedes teadustaristule nende füüsiliste omaduste järgi, võib kitsamalt vaadates jaotada TI objektid alljärgnevalt:

- laborid,

¹⁵ Vt lähemalt teadusinfrastruktuuriga seotud dokumentatsiooni Chalmersi ülikoolis siit - <https://www.chalmers.se/insidan/EN/about-chalmers/policies-rules/research/#>

¹⁶ Vt - <http://www.etag.ee/rahastamine/infrastruktuuritoetused/eesti-osalemine-rahvusvahelistes-teadustaristutes/>

- aparatuur,
- seadmed,
- kollektsioonid,
 - hoidla (füüsilisel kujul teadusandmed),
 - andmebaas (elektronilisel kujul teadusandmed).

IV. TI kategoriseerimine kasutusotstarbe järgi

Eestis kasutatavas ETISE aparatuurimoodulis (ETIS 2018) leida seesugust TIdde kategoriseerimist, kus TI objektid on jaotatud eelkõige nende kasutusotstarvete järgi alljärgnevate klassifikaatorite alusel:

- 1) määramata,
- 2) baasinfrastruktuur,
- 3) proovide ettevalmistamise ja töötlemise vahendid,
- 4) materjalide sünteesi vahendid,
- 5) analüüsi- ja mõõtevahendid,
- 6) proovide säilitamise vahendid,
- 7) arvutitehnika ja tarkvara,
- 8) liiklusvahendid,
- 9) muud vahendid.

Eeltoodud jaotus kehtib rangelt seadmete ja instrumentide kohta, kuid seda ei laiendata näiteks hoonetele, mis kvalifitseeruvad infrastruktuuri, kuid mitte teadusinfrastruktuuri alla.

V. TI kategoriseerimine geograafilise/füüsilisel kujul paiknemise järgi

Et uurimis- ja teadustegevus seonduv kõigi seesuguste tegevustega, kus töötatakse läbi andmeid ja informatsiooni uute teadmiste saamiseks, siis sellest kriteeriumist lähtuvalt võib TId pidada seotuks nii puhta-/baas- kui ka rakendusteadusega. Näiteks kuuluvad ülikoolide laboratooriumid selle kategooria alla. Kuigi enamus teadustaristust on kohtpaiksed (ingl k *single-sited*), esineb palju ka geograafiliselt hajusalt paiknevat (ingl k *geographically distributed*) teadustaristut, mis moodustavad omavahel teatud võrgustiku (ingl k *network*). Näitena võib tuua võrguarvutussüsteemid (ingl k *grid computing systems*) või atmosfäärimõõtmisjaamad (ingl k *atmospheric measurement stations*), mis asetsevad erinevates piirkondades ning salvestavad andmeid, mida hiljem keskselt uuritakse. Taolistel juhtudel tuleb TI kasutuse hindamisel arvestada ka võrgu välismõjude (ingl k *network externalities*) hindamisega. Mõned TId on mobiilsed, nagu näiteks okeanograafilised laevad ja satelliidid (Florrio *et al.* 2016: 112).

Juhul, kui uurida rahvusvahelist (ESFRI, OECD) ja üksikult erinevate Euroopa riikide praktikat (vt nt Swedish Research Council 2015), siis võib täheldada, et enim kasutatakse alljärgnevat neljast teadusaparatuuri ja -infrastruktuuri jaotust:

- 1) lokaalne, tsentraliseeritud taristu (ingl k *one-sited, single-sited, centralized facility, C*),
 - füüsiliselt ühes kohas asuv, kas üksik teadusaparatuur või ühtset tervikut moodustav teadusinfrastruktuuri kompleks:
 - nt kiirendid, teleskoobid, mikroskoobid, superarvutid või teaduspargid, laboratooriumid (nt puhtad ruumid), vaatlusjaamad, kompetentsikeskused;
- 2) hajusalt paiknev, detsentraliseeritud taristu (ingl k *distributed facility, D*), sh-s:

- hajusalt paiknev taristu, mis koosneb paljudest erinevates asukohtades asuvatest üksikutest tsentraliseeritud taristutest, mida koordineeritakse ühtselt, ning
 - hajusalt paiknev taristu andmete kogumise mõttes, mille puhul käib töö igas riigis, aga lisaks sellele on veel ka rahvusvaheline koordineerimise tasand:
 - nt kollektsioonid, arhiivid, teadusraamatukogud, Euroopa Sotsiaaluuring;
- 3) mobiilne taristu (ingl k *mobile facility, M*),
- sõiduvahendid, mis on spetsiaalselt kujundatud teadusuuringute läbiviimiseks:
 - nt satelliidid, uurimisläevad ja lennuvaatlusjaamad, ning Eesti keskkonnuuringute observatoorium;
- 4) virtuaalne taristu (ingl k *virtual facility, V*) (e-IRG 2015),
- IT-võrgupõhine taristu (ingl k *information technology infrastructures, e-infrastructures*), elektrooniline infrastruktuur ehk e-infrastruktuur, mis on eelkõige suuremahuliste arvutuste läbiviimiseks, andmete juhtimiseks ja ladustamiseks mõeldud ressursid (Swedish... 2015):
 - nt Euroopa võrguarvutustehnika infrastruktuur (ingl k *European Grid Computing Infrastructure*), *Digital Research Infrastructure for the Arts and Humanities* (DARIAH);
 - andmepõhine infrastruktuur (ingl k *data infrastructures*):
 - nt NATARC
 - vahetarkvara, tööriistad ja nendega seotud infrastruktuurid (ingl k *middleware, tools and related infrastructures*),
 - sotsiaalsete uuringute taristu (ingl k *social research infrastructures*),
 - nt Euroopa Sotsiaaluuring (ingl k *European Social Survey, ESS*).

Eeltoodud jaotuse puhul rõhutatakse nende kirjeldustes eelkõige TI füüsilist paiknemist ehk et tegu on pigem teadustaristu füüsilisel paiknemisel põhineva jaotusbaasiga.

Sarnaselt eeltoodud rahvusvahelisele klassifikatsioonile, on raportis „Eesti teadustaristu teekaardi 2010 vahehindamine“ toodud alljärgnev teadustaristute klassifikatsioon:

- Lokaalne taristu (ingl k *single-sited*) –vahendid, teadmised, materjalid ja nendega seotud tegevused asuvad füüsiliselt ühes kohas.
- Hajusalt paiknev taristu (ingl k *distributed*) –vahendid, teadmised, materjalid ja nendega seotud tegevused asuvad füüsiliselt erinevates kohtades, kuid moodustavad omavahel üksteist täiendava süsteemi.
- Virtuaalne taristu (ingl k *virtual*) –arhiivid, repositooriumid, andmesidevõrgustikud jne ja nendega seotud teenused.

Saksamaal omakorda kasutatakse alljärgnevat teadusinfrastruktuuri alljaotust (Wissenschaftsrat 2017: 8):

- 1) tsentraliseeritud ja detsentraliseeritud teadusinfrastruktuur, mis koosneb instrumentidest ja suuremahulisest taristust, mis võivad paikneda ühes asukohas või olla jaotatud mitmesse asukohta laiali, nt kiirendid, vaatlusjaamad, teleskoobid või uurimisläevad;
- 2) informatsiooni kandev infrastruktuur, mis koosnevad mitmetest hoidlaressurssidest, nt raamatukogud, kollektsioonid, arhiivid, andmevaatlused ning sotsiaalteaduste kollektsioonid (vaatlused ja paneeluuringud), materjalikollektsioonid ja andmebaasid;

- 3) informatsioonitehnoloogiline infrastruktuur (e-infrastruktuur), mis on mõeldud eelkõige teenust pakkuvaks kanaliks, nt kõrgtehnoloogilised arvutid, superarvutid või -võrgud (ingl k *grids*).
- 4) sotsiaalsete uuringute infrastruktuur, nt kokkusaamiskeskused (ingl k *social encounter, meeting centres*).

ESFRI üheks eesmärgiks on töötada selle nimel, et erinevates asukohtades paiknevad teadustaristud saada tööle ühe organisatsioonina ühise eesmärgi nimel.

Käesoleva uuringu käigus läbiviidud intervjuudest ja fookusgrupiintervjuudest selgus, et ELi struktuurifondide rahastustoetuse üle otsustamisel peetakse oluliseks, et rahastatav TI oleks pigem hajusalt ehk detsentraliseeritult paiknev, kui lokaalselt paiknev teadustaristu. Siinkohal on ilmselt suur roll oma teaduskoostöö ja partnerite esitlemisel – hajusalt paikneva TI puhul on koostööd kergem luua ja välja tuua ning samas on teada, et EL tasemel projektitaotluste (nt Horisont 2020) esitamisel on eelistatud konsortsiumid (nt 10-20 partnerit rohkem kui kolmest riigist), mille eest antakse rohkem punkte.

Alljärgnevalt on tabelis 3 täpsemalt määratletud hajusalt paikneva teadustaristu alamkategoriad.

Tabel 3. Hajusalt paikneva teadustaristu jaotused alamkategoriatesse üksikute teadustaristu sõlmede seose tugevuse järgi.

1. Nõrk seos (ingl k *loose connection*)



OECD järgi defineeritakse nõrga seosega hajusalt paiknevat teadustaristut alljärgnevalt: “Võrgustik (ingl k *network*) koosneb riiklikest sõlmedest (*nodes*), millel puudub keskselt koordineeritud juhtimine. Tavapäraseid tegevusi toetatakse kas ühe või mitme sõlme poolt.” Sellist tüüpi teadustaristu ülesehitus/arhitektuur ei vasta ESFRI hajusalt paikneva teadustaristu definitsioonile.

2. Keskne (jagatud) koordineerimine (ingl k *central (shared) coordination*)

Keskne jagatud koordineerimine (ingl k *central shared co-ordination*)



Lisaks eeltoodud hajusalt paiknevale teadustaristu kategooriale, eksisteerib veel teinegi, kus sõlmede (ingl k *nodes*) omanikuks ei ole keskus (ingl k *hub*), vaid neil on eraldi defineeritud tegevuslikud suhted. See tähendab, et üksused ja rajatised on hajusalt paiknevad ja sõltumatud, kuid samas on nad kõik äärmiselt olulised infrastruktuuri kui terviku toimimise suhtes. Näiteks:

- digitaalne teadustaristu andmete/signaaliga hajusalt paiknevas asukohas, kuid kasutajajuurdepääsuga läbi Euroopa keskse teenuse,
- võrgustatud füüsiline piirkondlik/riiklik teadusinfrastruktuur koos kohalike teadlaste juurdepääsuga.

Teisisõnu on tegemist olukorraga, kus erinevad riiklikud sõlmed alluvad mitmele keskusele (nt olenevalt funktsioonist), mis koordineerivad sõlmede tegevust.



Keskne koordineerimine (ingl k *central co-ordination*)

Kolmas võimalik hajusa paiknemisega teadustaristu kategooria võib olla seesugune, kus teadustaristud toimivad erinevates asukohtades koos keskselt koordineeriva mehhanismiga. Jaotatud üksuste omanikuks on juriidiline isik. See tähendab, et – erinevad riiklikud sõlmed alluvad ühele keskusele (ingl k *hub*), mis koordineerib kogu tegevust.



Keskne koordineerimine – kombinatsioon kahest eelnevast (ingl k *central co-ordination, combination*)

OECD määratluse järgi defineeritakse keskselt koordineeritud hajusalt paiknevat teadustaristut järgnevalt: „Erinevad hajusalt paiknevad riiklikud sõlmed (ingl k *nodes*), millel on väljakujunenud keskne koordineerimismehhanism, mida toetab üks sõlm või mitu sõlme või siis eraldiseisev organisatsioon. Riiklikud sõlmed võivad riigisiselt funktsioneerida kui mitmetest hajusalt paiknevatest sõlmedest koosnevad riiklikud keskused (ingl k *hubs*), kuid võimalik on ka olukord, kus eksisteerib ainult üks sõlm riigi kohta.“

Seega on sisuliselt tegemist olukorraga, kus erinevad teadustaristu sõlmed võivad alluda omakorda riiklikule teadustaristu sõlmele, mis koordineerib nende tegevust, kuuludes ise riigiülesesse võrgustikku, kus on üks või mitu koordineerivat keskust. Samas võivad riigid osaleda selles võrgustikus ka ilma tegutseva sõlmeta.

Allikas: CoPoRI [<http://www.copori.eu/1420.php>], OECD 2014a: 10.

Eeltoodust saab järeldada, et on olemas mitmeid teadusaparatuuri ja -infrastruktuuri jaotusstruktuure ja -mudeleid, mida üldistatult võib kirjeldada alljärgnevalt (OECD 2014a: 9):

1. Üks jaotatud sõlm riigi või partneri kohta.
2. Mitmed jaotatud sõlmed riigi või partneri kohta.

Sellisel juhul võivad jaotatud sõlmed ühes riigis või partneri juures olla täielikult iseseisvad üksused, võivad olla organiseeritud nõrga võrgustikuna või võivad olla organiseeritud kui riiklikud infrastruktuurid koos ühiste tegevuste, keskse koordineerimise või isegi juriidilise vormi ja juriidilise isikuna.

3. Ei ole jaotatud sõlme/üksust riigi või partneri kohta.

Sellisel juhul panustab partner rahvusvahelisse hajusalt jaotatud TIsse (ingl k *International Distributed Research Infrastructure, IDRIS*), pakkudes kas teaduslikku sisendit ja/või rahalist katet.

VI. TI kategoriseerimine osutatavate teenuste järgi

Soomes, AKA ja Soome Haridus- ja kultuuriministeeriumi väljaarendatud teadustaristuid koondavas infobaasis (AKA 2018a) on toodud eeltoodud jaotusega sarnane jaotus TIde kirjeldamisel, kuid see on esitatud pigem TIga seotud teenuse ja selle kättesaadavuse võtmes alljärgnevalt:

- teenus on kättesaadav ainult üksikust, ühest, füüsilisest asukohast;
- teenus, või selle osad, on toodetud või muudetud kättesaadavaks mitmes füüsiliselt paiknevas asukohas;
- teenus on kättesaadav ainult läbi interneti.

Pakutavate teenuste tüübid on omakorda kas ressursi-, seadme- ja/või teenuseintensiivsed. Ressursi-intensiivsed (ingl k *resource intensive*) TId pakuvad andmeressursse ja informatsiooniteenuseid ning aitavad uurijatel leida ja pääseda ligi teadusandmetele. Ressursid ise on järjest kasvavalt elektroonilisel kujul ning juurdepääsetavad sõltumatult nende füüsilisest asukohast. Seadmeintensiivsed (ingl k *equipment intensive*) TId pakuvad teadusmõõteaparate ja -jaamu, laboratooriume, masinaid ning teisi seadmeid, mis on teisaldatavad, lokaalsed või hajusalt paiknevad. Teenuseintensiivsed (ingl k *service intensive*) TId pakuvad mõõtmis-, analüüsi-, protsessi-, arvuti-, ekspert- ning koolitusteenust. Teenused võivad olla kas virtuaalsed ja automaatsed või käsitsi teostatavad ning nõuavad ekspertteadmisi (AKA 2018b).

Seadmete- ja aparatuuripõhiste teadustaristute juures tuleb silmas pidada, et sageli nad genereerivad teadusandmeid (kas katsete läbiviimise vms kaudu) ning olenevalt olukorrast toimub andmete „tootmine“ kas automaatselt või mitteautomaatselt, millest omakorda mõned andmed võivad minna säilitamisele (andmebaasidesse), kuid mõned andmed mitte. Teisalt tuleb silmas pidada ka seda, et alati nõuab mingi virtuaalne andmebaas ehk e-infrastruktuur teatud füüsilise taristu olemasolu, eelkõige arvuti- ja serveripargi näol.

VII. TI kategoriseerimine teadusdistsipliinide järgi

Läbiviidud intervjuudest selgus, et nii Soome, Taani kui ka Tšehhi kasutavad teadusdistsipliinide järgi TI kategoriseerimist, millele põhineb ka ESFRI lähenemine. Sealjuures väitis Soome esindaja väga selgesõnaliselt, et Soome kasutab ainult ESFRI teadusinfrastruktuuride kategoriseerimise loogikat (vt lisaks ka punkti VIII). Kui võtta aluseks ESFRI teekaardihindamise töögrupid (ESFRI 2017a), siis kategoriseeritakse TI objekte teadusdistsipliinide järgi alljärgnevalt:

- Energeetika (*Energy, ENE*)
- Keskkond (*Environment, ENV*)
- Tervis ja toit (*Health & Food, H&F*)
- Reaalteadused ja inseneeria (*Physical Sciences & Engineering, PSE*)
- Sotsiaalne- ja kultuuriline innovatsioon (*Social & Cultural Innovation, SCI*)

Horisont 2020 järgi jaotatakse teadusinfrastruktuur alljärgnevasse teadusdistsipliinide alamkategoriatessse (EC 2017a):

- Keskkonna- ja maateadused (ingl k *environmental and earth sciences*)
 - Atmosfäär
 - Biosfäär
 - Geosfäär
 - Hüdrofäär
- Bioloogia- ja meditsiinivaldkonna teadused (ingl k *biological and medical sciences*)
 - Bioloogiliste ressursside keskused
 - Genoomika ja proteoomika rajatised
 - Pildistusseadmed (ingl k *imaging facilities*)
 - Meditsiinilised uurimisvahendid
 - Toidu ja põllumajanduse uurimisrajatised
 - Bioinformaatikaressursid
 - Interdistsiplinaarsed platvormid ja teenused
- Energia (ingl k *energy*)

- Materjaliteadused ja analüütilised taristud (ingl k *material sciences and analytical facilities*)
- Füüsikateadused (ingl k *physical sciences*)
 - Kiirendid ja põrgutid (ingl k *accelerators and colliders*)
 - Astronoomia
- Sotsiaal- ja humanitaarteadused (ingl k *social science and humanities*)
 - Sotsiaalteadused
 - Kunstid ja humanitaarteadused
 - Lingvistika
- Matemaatika ja IKT (ingl k *mathematics and ICT*)
- Valdkondadeülene teadustaristu

VIII. TI kategoriseerimine elutsüklifaasis ilmnevate teadustulemuste või muude edukusnäitajate järgi

Kuigi Soomes on reeglina kasutusel teadusdistsipliinidel põhinev TI kategoriseerimine, viidi viimane Soome teekaardi vahehindamine läbi veidi teistsugusel viisil, kus kasutati eelkõige teadustulemuste järgi TI kategoriseerimist (vt ka AKA 2018: 5):

- hästiarenenud (ingl k *well-advanced*), s.o:
 - 10 parimat riiklikku teadusinfrastruktuuri;
- arenenud (ingl k *advanced, potential/emerging*), s.o:
 - uued ja uute teadusvaldkondade teadusinfrastruktuurid, mille tähtsus on suurene-
mas;
- kaalumisel olevad (ingl k *under consideration*), s.o:
 - nt seesugused rahvusvahelised teadusinfrastruktuuriprojektid, kus Soome on liige, kuid kus Soome pole kuigi edukas, arvestades seatud kriteeriume ja esitatud aruan-
deid (juhul, kui sellesse kategooriasse kuuluvad teadusinfrastruktuurid paremaid tu-
lemusi ei näita kolme aasta jooksul, siis jäetakse nad teekaardist välja, vähendatakse rahastust jne).

Eeltoodud jaotus vastab olemuslikult 2016. aastal ESFRI poolt kasutuselevõetud alljärgnevale tee-
kaardiobjektide kirjeldusele (ESFRI 2016):

- projekt (ingl k *project*), s.o:
 - ettevalmistusfaasis olevad väga perspektiivikad TI objektid, mis eelduslikult jõuavad
kümne aasta jooksul rakendumiseni;
- maamärk (ingl k *landmark*) (ESFRI 2017b: 14),
 - ESFRI käsitleb maamärkidena seesuguseid TIsid, mis on üle-Euroopalise tähtsusega
teaduse tippkeskused, mis on hästi rakendunud, olnud ESFRI teekaardil vähemalt
kümme aastat ning kus genereeritakse uusi ideid ja nihutatakse teaduse taseme
piire; sealjuures on tegu järgmise kümnendi jooksul kandvate TI objektidega;
- tekkiv, arenev (ingl k *emerging*), s.o:
 - kujunevad projektid, mis on perspektiivikad ning neid julgustatakse esitama küpse-
maid ettepanekuid tulevaste tegevuskavade kohta avatud konkursil võrdselt kõigi
teiste uute ettepanekutega kõikides valdkondades; tegemist ei ole veel ESFRI tee-
kaardi objektidega;
- klaster (ingl k *cluster*), s.o:

- erinevatest keskustest (ingl k *hubs*) loodud rahvusvaheline konsortsiumilaadne (ka valdkonnaüleste) Tlde ühendus või kogum.

IX. TI kategoriseerimine kombineeritud jaotuse järgi

Uuringu käigus selgus, et enamikel juhtudel on Tlde puhul tegemist olukorraga, kus neid on võimalik kategoriseerida kõiki eeltoodud (punktides I-VIII esitatud) jaotusi arvesse võttes. Teisisõnu öeldes ei eksisteeri käesoleva uuringu autorite hinnangul seesugust teadustaristut, mida on võimalik väga üheselt määratleda ja kategoriseerida. Sellise üheselt defineeritava TI üheks võimalikuks näiteks võiks olla üksik kohtpaikne teadusotstarbeline mõõteaparaat, mis ei ole seotud teiste aparaatide ja infrastruktuuridega.

Viies läbi dokumendianalüüsi ning intervjuusid TI ekspertidega, selgus, et enamikel juhtudel on kaas-aegsete Tlde puhul tegu nõ kombineeritud TI kategooriatega. Olgu siinkohal toodud alljärgnevalt mõned võimalikud näited ja loogilised lausendid erinevatest TI kategooriate kombinatsioonidest, võttes aluseks eelnevalt punktides I-VIII väljatoodud TI kategooriad:

1. riiklik → keskmise suurusega → kohtpaikne → hästiarenenud → monodistsiplinaarne TI
2. rahvusvaheline → suuremahuline → keskselt koordineeritud hajusalt paiknev → interdistsiplinaarne TI
3. riiklik → virtuaalne → hajus → võrgustik-andmebaas
4. jne.

Kokkuvõttes võib öelda, et pidades silmas kõiki käesolevas alapeatükis väljatoodud erinevaid võimalusi TI kategoriseerimiseks, on nende põhjal homogeensete TI kategooriate süsteemi väljapakumine äärmiselt keeruline, kui mitte võimatu. Nagu uuringu käigus selgus, on selle põhjuseks asjaolu, et iga TI on isesuguste omadustega ning koos kõigi oma iseärasustega moodustab iga TI iseseisvalt omaette kategooria. Seda väidet kinnitasid väga selgelt ka käesoleva uuringu käigus läbiviidud nii poolstruktureeritud intervjuude tulemused erinevate riikide teadusinfrastruktuuri riiklikul tasemel spetsialistidega kui ka fookusgrupi intervjuude tulemused TI kasutajatega.

4.3. Teadusaparatuuri ja -infrastruktuuri elutsükkel ja selle faasid

Teadusaparatuuri ja -infrastruktuuri üheks iseloomulikuks tunnuseks on tema pikk eluiga, mis olenevalt olukorrast võib kesta mitmete aastakümneteni. Selle pika eluea sisse jäävad mitmed etapid või faasid, mida on võimalik tinglikult välja tuua. Oluline on siinkohal märkida, et sageli on TI pidevas arengus ning keeruline on määratleda sellist hetke, kus saab täpselt öelda, et lõppenud üks arendusfaas ja algab teine. Seega on TI oma olemuselt nii pika eluea kui ka pika arendusperioodiga (Wissenschaftsrat 2017: 50). Sealjuures hõlmab TI arendamine endast mitmeid (elueaga seotud) faase: idee, kontseptsiooni arendamine, planeerimine, ehitamine, tegevus/toimimine/rakendamine, aeg-ajalt uuendamine, ning lõpuks tegevusfaasist väljumine (AKA 2017). Kõige selle juures tuleb silmas pidada, et tulude ja kulude struktuur on igas TI faasis isesugune ning sellest tulenevalt on erinevad ka finantseerimisvajadused TI elukaare erinevates faasides (*Ibid.*).

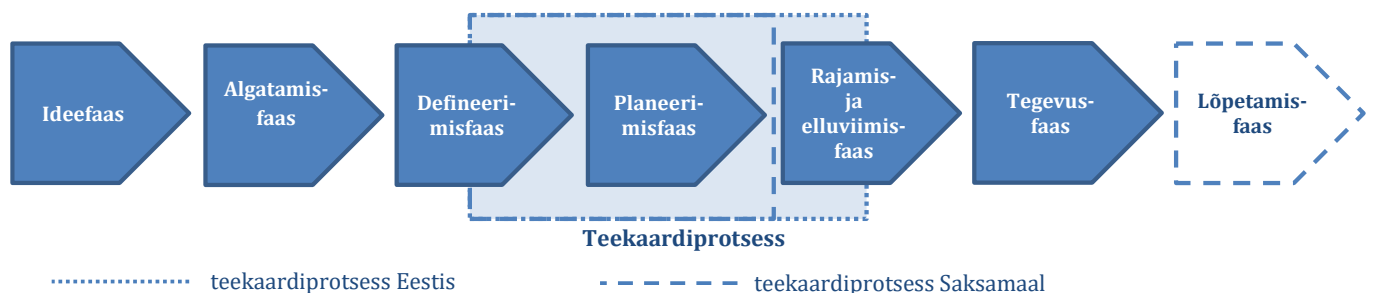
Nagu öeldud, siis teadusinfrastruktuuri on võimalik iseloomustada ühtaegu nii pika arendusperioodiga enne selle rajamist, pika kasutusperioodiga ning mõningatel juhtudel ka keerulise ning pikaajalise demonteerimise ja utiliseerimisega lõpetamisfaasis. Seetõttu on oluline rääkida, milline näeb välja

teadusinfrastruktuuri elutsükkel täpsemalt ning milline on TI elutsükli jooksul täheldatavate faaside täpsem sisu.

Lähtudes erialakirjandusest ning parimast praktikast, võib tõdeda, et teaduse infrastruktuuri elutsükkel koosneb peamiselt kuuest alljärgnevast faasist (BMBF 2017: 7-8; RAMIRI 2012)¹⁷ (vt joonis 5):

- 1) ideefaas (ingl k. *idea phase*),
- 2) algatamisfaas (ingl k. *initialization phase*),
- 3) defineerimisfaas (ingl k. *definition phase*),
- 4) planeerimisfaas (ingl k. *planning phase*),
- 5) rajamis- ja elluviimisfaas (ingl k. *establishment and implementation phase*),
- 6) tegevus- ja lõpetamisfaas (ingl k. *operation and termination phase*).

Lisaks eeltoodud TI elutsükli faasidele on oluline märkida, et TI teekaardiprotsess langeb kõige olulisematele TI elutsükli faasidele, milleks Saksamaal on planeerimisfaas koos planeerimisprotsessiga, kuid osaliselt algab teekaardiprotsess juba ka TI defineerimisfaas (Wissenschaftsrat 2017: 50). Siinkohal tuleb tähelepanu juhtida aga asjaolule, et igas riigis on TI teekaardiprotsess veidi isesugune, mida iseloomustab ka joonisel 6 illustriativselt väljatoodud teekaardiprotsess Eestis, mis võrreldes Saksamaa teekaardiprotsessiga pikeneb planeerimisfaasist edasi kuni poole rajamis- ja elluviimisfaasini.



Joonis 6. Teadusaparatuuri ja -infrastruktuuri elutsükli faasid. (Allikas: BMBF 2017: 8)

Olgu siinkohal mainitud, et joonisel 5 kujutatud TI elutsükli faase illustreeriv skeem vastab üldjoontes ISO 55000:2014 standardiosas „Vara juhtimine“ toodud varade (masinad, seadmed, kinnisvara, hooned jms) elutsüklile. Sellest tulenevalt julgevad käesoleva metoodilise juhendi autorid pakkuda välja võimalust rakendada riiklikul tasemel TI juhtimisel peamise instrumendi või tööriistana rahvusvahelist ISO 55000:2014 „Vara juhtimine“ standardit, kuhu on kokku koondatud senine nii era- kui ka avaliku sektori varajuhtimise parim praktika (vt lähemalt BS ISO 55000:2014, BS ISO 55001:2014 ja BS ISO 55002:2014).

Alljärgnevalt on selgitatud eelpoolkirjeldatud teadusaparatuuri ja -infrastruktuuri elutsükli faaside sisu ja olulisust ning veidi ka nende faasidega seotud kulusid.

1. Idee- ehk „inkubatsiooni“-faas

Idee- ehk inkubatsioonifaasis on tegemist olukorraga, kus teadusaparatuuri ja -infrastruktuuri osas toimub esialgne kontseptsiooni loomine ja TI soetamiseks ettevalmistuste tegemine. Selles faasis on

¹⁷ Võrdlusena võib mainida, et näiteks Suurbritannias läbiviidud uuringus toodi teadusinfrastruktuuri faasidena välja planeerimine (ingl k *planning*), ettevalmistamine (ingl k *preparation*), ehitamine või rajamine (ingl k *construction*), tegevus (ingl k *operation*), tegevuse lõpetamine (ingl k *decommissioning*) (Royal Society 2018: 13).

suur risk ideedele vastuseisuks, aga ka oht, et võimalikud rahastajad on nõus toetama juba varakult veel alles ebaküpses faasis olevat ideetasemel projekti (RAMIRI 2013).

2. Algamisfaas

Teadusaparatuuri ja -infrastruktuuri soetamisega seotud tegevus algab juba enne selle planeerimist, mida võib pidada ka uue TI algamisfaasiks. Algamisfaasi käigus alustatakse vajaduse kaardistamist konkreetse TI vara järele vastavas teadusringkonnas, täpsustatakse sellega seotud vastutuselad, piiritletakse eesmärgid ning täpsustatakse esialgsed plaanid teadusinfrastruktuuri jaoks.

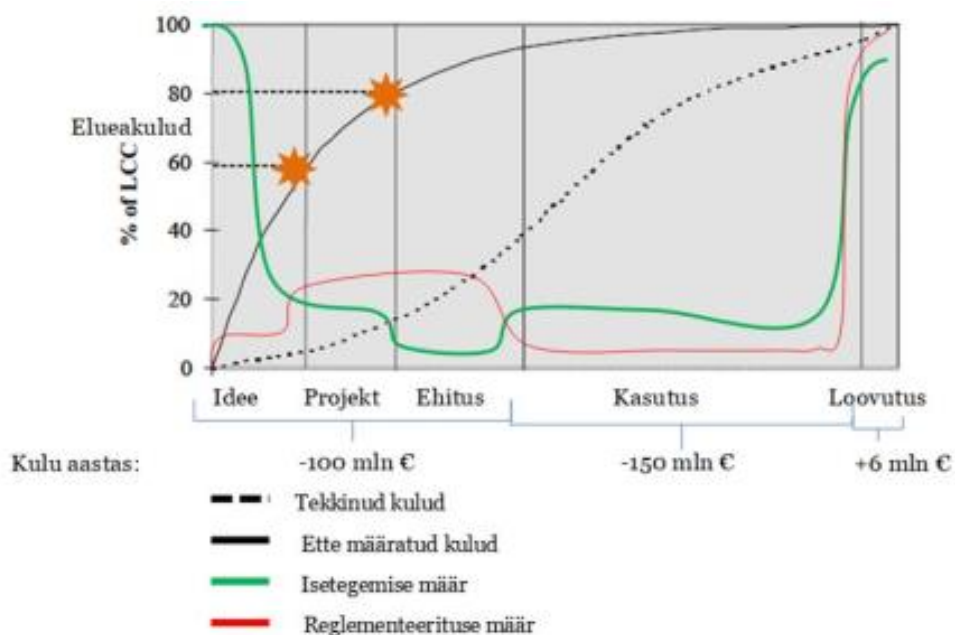
2. Defineerimisfaas

Juhul, kui teadusringkondade poolt on uus TI pakkumine heaks kiidetud, täpsustatakse enne tegelikku planeerimisfaasi algust selle sisu veelkord. Muuhulgas kasutatakse defineerimisfaasi selleks, et täpsustada eesmärgid ja võimalikke teetähiseid (ingl k. *milestones*), uurida keskkonda ja sidusrühmi, analüüsida võimalikke riske ning hinnata teostatavust.

3. Planeerimisfaas

Planeerimisfaasis täpsustatakse TI meetmed ja eesmärgid. Näiteks planeeritakse siin meetmeid riskide minimeerimiseks, täpsustatakse TI struktuuriplaane, tähtaegu, viimistletakse rahastamisplaan ning arendatakse välja kvaliteeditagamise meetmed. Planeerimisfaasi lõpuks peab olema valmis konkreetne pakkumine TI soetuseks, mida peaks põhimõtteliselt olema võimalik ka ellu viia. TI planeerimisfaas on reeglina väga pikk ning võib kesta mitmeid aastaid (Wissenschaftsrat 2017: 51).

Joonisel 7 on NASA väljatöötatud elueakulude (ingl k *life-cycle costing, LCC*) meetodika baasil kujundlikult esitatud näite varal toodud välja, kui oluline on mistahes suuremahulise taristuprojekti elluviimisel idee-, algamis- ja planeerimisfaasid kogu taristuprojekti kogukulud arvesse võttes. Kui ideetasand määrab ette ära kuni 60% kogu taristuprojekti eluea kogukuludest, siis sellest hetkest, kui taristuprojekti hakatakse reaalselt ellu viima ehk siis planeerimisfaasi lõpuks, on juba 80% projekti elueakuludest ette ära määratud.



Joonis 7. Suuremahulise taristuprojekti elueakulude (*life-cycle costing, LCC*) näitlik graafiline esitus (kinnisvara-projekti näitel). (Rahandusministeerium 2018)

Kuigi kavandamine ja projekteerimine on teadusinfrastruktuuri võtmetähtsusega etapid, mis määravad paljuski ära sellesse tehtava investeeringu kogumaksumuse suuruse, on praktikas kahjuks see pool sageli alareguleeritud.

Olgu siinkohal märgitud, et teadustaristuga kaasaskäivate kulude teema on niivõrd oluline, et intervjuu käigus Delfti ülikoolis, nende teadustaristuga igapäevaselt kokkupuutuvate töötajatega, soovitati rõhutada, et TI on eelkõige suure kapitaalmahukusega amortiseeruv vara ja sellisena tuleks temasse investeerides ka kohe alguses suhtuda.

4. Rajamis- ja elluviimisfaas

Elluviimisfaas on seesugune TI faas, mille käigus TI projekt realselt käiku läheb ja ellu viiakse. Elluviimisfaasi algust on lihtsam määratleda tsentraliseeritult ühes kohas paikneva suuremahulise teadusinfrastruktuuril, kui hajusalt, mitmes asukohas, paikneva suuremahuliste teadustaristute puhul, mida installeeritakse järk-järgult.

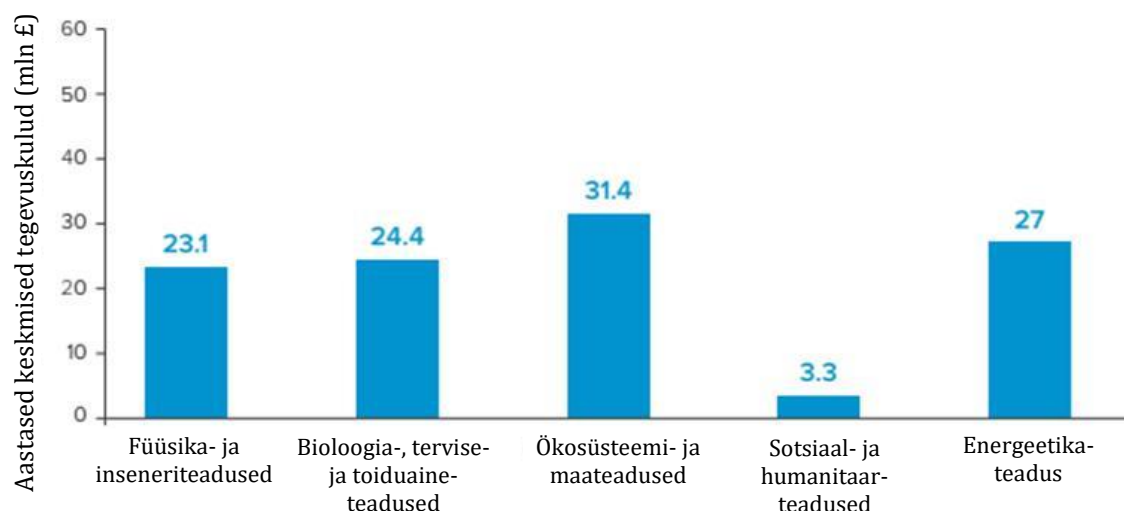
5. Tegevus- ja lõpetamisfaas

TI kasutatakse tegevusfaasis kasutusperioodiga vähemalt 10 aastat¹⁸. Tegevusfaasile järgneb reeglina lõpetamisfaas, mis hõlmab endast nii teadusinfrastruktuuri uuendamist, järgnevat kasutamist, kui ka selle eemaldamist.

Suurbritannias läbiviidud uuring näitas, et rajamis- ja elluviimis- ning tegevusfaasi kogukulud varieeruvad suuresti sõltuvalt sellest, millise teadusvaldkonna teadustaristuga on tegemist (vt joonis 8). Täheleandavalt, et kogukulude osas ei olnud vahet, kas tegemist oli tsentraliseeritud (ühes kohas asuva) või hajusalt paikneva (mitme asukohaga) teadusinfrastruktuuriga ning mõlemal juhul olid keskmised aastased kogukulud samad. Kõige kõrgemate rajamiskuludega teadustaristu on füüsika- ja inseneriteadustes ning energeetikateaduses, seda peamiselt spetsiaalsete nõudmiste tõttu spetsialistidele ja varustusele. Samas on sotsiaal- ja humanitaarteadustes nii rajamis-, elluviimis- kui ka tegevuskulud kokku suhteliselt kõige madalamad. (Royal Society 2018: 28)

Lisaks eeltoodule varieerub vastavalt teadusvaldkonnale ka teadustaristu elutsükli faaside vaheline kulude tasakaal. Sotsiaal- ja humanitaarteadustes moodustab tegevuskulu osakaal 50% rajamis- ja elluviimiskuludest, kuid füüsika- ja inseneriteadustes on vastav näitaja 11%. Viimane tuleneb suurtest ettemaksu ja projekti käivitamisega seotud kuludest (*upfront costs*) (*Ibid.*).

¹⁸ Hetkel on ESFRI teekaart planeeritud 10-aastase strateegilise vaatega, kuid perspektiivis on plaan seda aega pikendada 20-aastani ja sellest edasi.



Joonis 8. Keskmised aastased tegevuskulud peamistes Suurbritannia teadusvaldkondades. (Allikas: Royal Society 2018: 28)

Teadusaparatuur ja -infrastruktuuri hindamist soovitatakse läbi viia peamiselt kolmes erinevas TI elu-
ea faasis (CORDIS 2006):

- 1) ehitus- ehk planeerimis- ja arendusfaasis (*ex-ante*);
- 2) toimimis-, talitlus- või rakendusfaasis (vahehindamine) (ingl k *mid-term*);
- 3) järelhindamine (*ex-post*).

Järgnevas peatükis 5 on tutvustatud lähemalt teadusaparatuuri ja -infrastruktuuri tegevuse ja väljun-
dite hindamiseks kasutatavaid indikaatoreid.

5. Teadusaparatuuri ja -infrastruktuuri elutsükli põhine hindamine

5.1. Teadusaparatuuri ja -infrastruktuuri hindamine planeerimisfaasis

5.1.1. TI teekaardi hindamisprotsess

Kuigi teekaardi TI hindamine ei ole käesoleva uuringu fookuses, on seda alljärgnevalt siiski mõningal määral käsitletud. Peamise põhjuse annab selleks asjaolu, et planeerimisprotsessis olevad ja teekaardiga seotud TI hindamisel kasutatakse üldjoontes samu põhiprintsiipe, nagu tegevusfaasis olevate teadustaristute puhul. Samuti selgus intervjuu käigus Tšehhi esindajaga, et seal lähtutakse TIde hindamisel erinevate TIde puhul samadest põhiprintsiipidest.

Alljärgnevalt on kirjeldatud Saksamaal läbiviidud teekaardihindamise protsessi, kus aastatel 2011-2013 piloteeriti esmakordselt seesugust teekaardi hindamise kontseptsiooni, kus TI hindamiseks kasutati kahetasandilist lähenemist, viies läbi TI hindamist nii teaduslikul kui ka majanduslikul tasandil. Nii teaduspõhine TI hindamisprotsessi kontseptsioon kui ka majanduslik hindamisprotsess viidi läbi tihedas kontaktis sõltumatute väliseksperptidega. Mõlema hindamisprotsessi jaoks loodi ja arendati välja eraldi protseduurid (BMBF 2013: 3).

TI teaduspõhine hindamisprotsess viidi läbi kahes järjestikus faasis (*Ibid.*: 4):

- 1) iga TI individuaalne kvalitatiivne hindamine ning
- 2) üleüldine võrdlevhindamine, kus:

1. TI individuaalne hindamine teostati kolmesammulisena, vastavalt hindamisdimensionidele:
 - a. iga projekti jaoks koostati eraldi kirjalik raport kolme erineva eksperdi poolt, kelledest enamik olid välisriikidest;
 - b. kontseptsiooni arutasid teadlased, kes vastutasid TI eest ning väliseksperdid;
 - c. koostati individuaalne kvalitatiivne hinnang ning soovitused TI kontseptsiooni edasiste arengute kohta.
2. seejärel viidi läbi üleüldine kõikide projektide võrdlevhindamine, jaotades nad vastavalt nelja dimensionidele, kus TI kontseptsioonidele anti klassifikatsioon 1- kuni 5-tasemelisel kvaliteedihindamise skaalal.

Järgmiseks on kirjeldatud Saksamaal, 2011. aastal, TI hindamiskontseptsioonis kasutatud teaduspõhise hindamisprotsessi dimensionid (*Ibid.*):

1. Teaduspotentsiaal (ingl k *scientific potential*)

Võttes arvesse olulisi erialast tulenevaid ja interdistsiplinaarseid aspekte, hinnatakse kavandatava TI teaduspotentsiaali vastavalt tema olulisusele tulevikus, pidades silmas teaduse hetkeolukorda nii vastavates uurimisvaldkondades kui ka konkureerivates või komplementaarsetes (täiend-) projektides.

2. Kasutamine (ingl k *utilization*)

TI kasutamist hinnatakse vastavalt tema struktuurile, suurusele ja rahvusvahelistele kasutajagruppidele. Peale selle vaadatakse üle veel juurdepääsuregulatsioonid, et hinnata avatust välistele kasutajatele ning nende orienteeritust teadusliku kvaliteedi suunas.

3. Teostatavus (ingl k *feasibility*)

Selles dimensioonis läbiviidud hindamine sisaldab küsimusi, mis puudutavad tehnilist teostatavust ning institutsionaalset ja personaliga seotud tingimusi, mille TI vastutusalas olevas institutsioonis.

4. Olulisus riigi jaoks tema positsioonist tulenevaid teaduslik-tehnoloogilisi arenguid silmas pidades

Planeeritava TI olulisust hinnatakse nii riigi teaduslikust positsioonist lähtuvalt kui ka võttes arvesse riigi nähtavust ja atraktiivsust kogu Euroopas ning laiemalt rahvusvahelisel tasandil.

Saksamaal 2011. aastal pilootprojektina läbiviidud TI teekaardihindamise majanduslikku hindamisprotsessi kaasati väliseksperthe nii vastavast tööstus- kui ka teadusharust kuni sellise ulatuseni, et konsulteeriti mitmete inimestega (kuni 7) iga planeeritava TI projekti juures. Kõiki planeeritava TI projekti kontseptsioone hinnati vastavalt nende hinnangulistele planeeritud kogukuludele. Iga TI objekti kohta viidi läbi hinnang eraldi investeeringukuludele (ühekordsed kulud) ja tegevuskuludele (perioodikulud).

Soome, mille teekaardil on hetkel 32 teadusinfrastruktuuri objekti, on viimastel aastatel hakanud aktiivsemalt tegelema süsteemsema teadusinfrastruktuuride strateegia ja hindamisega (sh-s rahvusvahelistes projektides osalemine). Soome on koostanud kaks teadusinfrastruktuuride teekaarti (esimene 2009. aastal; hiljuti viidi läbi viimase teekaardi vahehindamine) ja sellega seoses loodi eraldi komitee (*Finnish Research Infrastructure Committee, FIRI Committee*) Soome Akadeemia (*Academy of Finland, AKA*) juurde, mis annab muuhulgas ministriumitele soovitusi, millistes rahvusvahelistes teadusinfrastruktuuriprojektides võiks Soome osaleda. Komitee ettepanekud pole ministriumidele kohustuslikud, samas võib öelda, et praktiliselt kõik teadusinfrastruktuure puudutavad otsused käivad komiteest läbi ning üldiselt ministriumid eraldiseisvalt n-ö oma teadusinfrastruktuure ei arenda. Üheks peamiseks põhimõtteks, mida püütakse nii palju kui võimalik kasutada, on kõikide konkreetse teadusinfrastruktuuri arendamisega seotud osapoolte kaasamine, et ühiselt saaks mõelda ja nii paremate otsusteni jõuda.

Soomes on välja töötatud riiklikud kriteeriumid teadusinfrastruktuuridele, mis peavad olema täidetud, et rahastust saada. Kriteeriumeid on viis ja need käivad teadusinfrastruktuuri kvaliteedi, kasutamise, jätkusuutlikkuse jms kohta (vt ka AKA 2018: 9). Kõik teadusinfrastruktuurid, mida riiklikult (Soome Akadeemia kaudu) rahastatakse (neid on kokku u 50), peavad igal aastal aru andma, kuidas neil on läinud vastavalt neile sätestatud kriteeriumidele ja võtmeindikaatoritele (ingl k *key performance indicators, KPI*). Seejuures, kuigi kriteeriumid ja indikaatorid on samad, võetakse arvesse erinevusi erinevatesse valdkondadesse kuuluvate teadusinfrastruktuuride vahel (nt lingvistilised andmebaasid ja füüsika eksperimentideks loodud infrastruktuur) ehk osaliselt on hindamine üldine ja osaliselt konkreetse infrastruktuuri põhine (teadusinfrastruktuuride võrdlemine on väga kompleksne).

Soomes on sellisel moel aruandlust läbi viidud senini ainult ühe korra ning on ilmnenu, et selle teostamine on teadusinfrastruktuuride jaoks päris keeruline ja ajamahukas. Samas loodetakse, et aja jooksul muutub nii andmete kogumine kui ka aruandlus teadusinfrastruktuuride jaoks lihtsamaks. Teadusinfrastruktuuride arendamiseks toetuste taotlemine ja hilisem aruandlus toimub (üsna kompleksse ja pidevalt areneva) elektroonilise infosüsteemi kaudu (sh osa andmetest tuleb süsteemi automaatselt). Kui teadusinfrastruktuurid taotlevad rahastust, siis nad märgivad taotlusesse muuhulgas mõned enda jaoks asjakohased indikaatorid ja nende sihttasemed, mida nad püüavad teatud aja jooksul saavutada ja mille saavutamist jälgib ka rahastaja ehk Soome Akadeemia.

Lisaks teadusinfrastruktuuride rahastamisele toetab Soome Akadeemia ka teadlasi ja kui teadlased toetusi taotlevad, siis küsitakse neilt, mis teadusinfrastruktuure on neil plaanis kasutada. Nii on võimalik saada ülevaade, kui palju ja mis teadusinfrastruktuure Soome teadlased kasutavad. See omakorda on ühtlasi kasulik selleks, et mõista, kas Soome riik on teinud teadusinfrastruktuuride arendamisel õigeid valikuid ja otsuseid ning kuhu peaks Soome riik edaspidi investeerima, et tagada teadlastele vajaliku teadusinfrastruktuuri olemasolu. Kõige selle juures on oluline tegeleda teadlaste teadlikkuse tõstmisega selle kohta, milliseid teadusinfrastruktuure on üldse olemas, mida nad saaksid oma parema ja kvaliteetsema uurimistöö huvides kasutada.

Intervjuust Rootsi teadusagentuuri esindajaga selgus, et viimase paari aasta jooksul on Rootsis töötatud selle nimel, et hinnata Rootsi kasu osalemisest rahvusvahelistes teadusinfrastruktuuriga seotud projektides (ingl k *international engagement*). Rootsi on praegu seotud ca 35 rahvusvahelise teadusinfrastruktuuriga, millele Rootsi riik raha eraldab. Olukorra selgitamiseks panid rootslased kokku olemasolevad andmed olemasolevate teadusinfrastruktuuride kohta ning viisid läbi küsitluse, et uurida, kui paljud Rootsi teadlased neid teadusinfrastruktuure kasutavad, kui edukad nad on (taotluste tegemisel, et teadusinfrastruktuure kasutada), mis tulemusi on saavutatud teaduspublikatsioonide avaldamisel, kui suured on Rootsi kulud, kas Rootsi ettevõtted pakuvad teadusinfrastruktuurile teenuseid või komponente.

Teatud määral on alati probleemiks see, et teadusinfrastruktuuri loomine on lihtsam või ka huvipakkum kui selle ülalpidamine. Rootsi süsteemis püütakse seda riski maandada sellega, et teadusinfrastruktuuri haldaja (enamasti ülikool) peab tagama 50% kulude katmise, et tagada pikemaajaline huvi loodud teadusinfrastruktuuri vastu. Siiski pole see kokkuvõttes lihtne, eriti keeruline on see rahvusvaheliste projektide puhul. Kuna Rootsis on nii rahvusvaheliste kui ka riiklike projektide jaoks mõeldud raha ühes kohas ehk teadusagentuuris (mõnedes riikides saavad rahvusvahelised projektid raha otse valitsuselt ja teadusagentuuris on ainult riiklike teadusinfrastruktuuride raha), siis see tähendab, et kui rahvusvaheliste projektide kulud suurenevad, siis riiklike projektide jaoks jääb vähem raha. See on ka üheks põhjuseks, miks rootslased on väga huvitatud teadmisest rahvusvaheliste projektide tulemuslikkuse kohta.

Riiklikul tasandil toimub Rootsis teadusinfrastruktuuri hindamine algse taotluse ja iga-aastase tulemuste raporteerimise alusel ehk vaadatakse peamiselt seda, kas teadusinfrastruktuur on saavutanud seda, mida on lubatud. Samas toodi välja, et on ülikeeruline erinevaid teadusinfrastruktuure omavahel võrrelda. Pigem on eesmärgiks tekitada aegread võtmeindikaatoritest (indikaatorid, mida suudetakse täita ja millel on antud teadusinfrastruktuuri jaoks mõtte), et näha iga teadusinfrastruktuuri arengut aja jooksul. Seejuures on muidugi eesmärgiks, et ei kogutaks andmeid, mida ei kasutata, et mitte suurendada administratiivset koormust.

Võtmeindikaatorite valimiseks on loodud nimekiri erinevatest indikaatoritest, kust teadusagentuur valib koos teadusinfrastruktuuri ja seda haldava teadusasutusega (enamasti ülikool) sobivad indikaatorid, mida teadusinfrastruktuur võiks jälgida ja teadusagentuurile raporteerida. Näiteks võiks analüüsida, kui paljud teadlased kasutavad seda teadusinfrastruktuuri, kas nõudlus on suurem kui pakkumine ja kuidas toimub sel juhul prioritseerimine (ehk kui on hea teadusinfrastruktuur, mida paljud tahavad kasutada, siis mille alusel otsustatakse, kes kui palju seda kasutada saab). Samuti kasutatakse bibliomeetrilisi tulemusi, kuid neid püütakse kombineerida kvalitatiivse hinnanguga, mis on Rootsi positsioon antud teadusalal maailmas ehk lisaks teaduspublikatsioonide arvule püütakse

vaadata publikatsioonide kvaliteeti (see on muidugi väga keeruline ja publikatsioonide võrdlemine muutub aja jooksul järjest raskemaks). Kokkuvõttes selgus intervjuust, et kõige olulisem on selgelt määratleda, mida teadusinfrastruktuur tahab saavutada ning seejärel vaadata aegridade abil, kas ta saavutab neid eesmärke või mitte.

Uurides lähemalt erinevaid kirjandusallikaid, ilmnis ühe ühise joonena alljärgnev TI hindamismetodite ja -indikaatorite üldistatud kujule viidav klassifikatsioon, milleks on:

- ajapõhine (ingl k *time-based*);
- teaduspõhine (ingl k *science-driven*);
- majanduslikul kaalutlusel põhinev (ingl k *economic-driven*).

Alljärgnevatel alapeatükkides võib täheldada, seesugune TI hindamise indikaatorite klassifikatsioon peab suuresti paika ka TIga seotud senist parimat praktikat silmas pidades.

5.1.2. TI planeerimisindikaatorid

Käesolevas uuringus ei ole otseses fookuses küll TI planeerimisfaasi hindamine, kuid olgu siinkohal toodud ära viited sellele, milliseid mõõdikuid on võimalik rakendada TI planeerimisfaasis.

TI planeerimis- ja arendusfaasis (*ex-ante*) on indikaatorid peamiselt seotud erinevate koostööpartneritega (partnerite arv ja jaotus vastavalt suurusele/tegevusalale/tehnoloogia tasemele/geograafilisele paiknemisele jms, partnerite käibe kasv ja töötajate arvu kasv tulenevalt investeringust). Innovatsiooni poole pealt on oluline uute ühiste arenduste arv (innovaatiliste (tehniliste) lahenduste väljatöötamine) koostööpartneritega ning lepingute arv kõrgtehnoloogiliste partneritega.

Lähtudes joonisel 2 esitatud loogilisest mudelist, kus on kujutatud TI tegevus- ja väljundipõhist lähenemist ning võttes aluseks antud alapeatükis toodud, on alapeatükis 5.2. pakutud välja TI kasutamise hindamiseks kaheparameetriline indikaatorite komplekt, millest esimene indikaatorite komplekt mõõdab TI kasutamist ehk et nende puhul on tegemist kasutuspõhiste mõõdikutega (alapeatükk 5.2.1.) ning teine indikaatorite komplekt mõõdab TI kasutamisest tulenevaid väljundeid ehk et nende puhul on tegu väljundipõhiste mõõdikutega (alapeatükk 5.2.2.).

5.2. Teadusaparatuuri ja -infrastruktuuri hindamine tegevusfaasis

5.2.1. TI kasutamise indikaatorid

TI tegevusfaasis toimub teadusaparatuuri ja infrastruktuuri kasutamine, mille mõõtmiseks on käesoleva metodika autorid välja pakkunud alljärgnevad kasutusindikaatorite või -mõõdikute komplektid (tugineb osaliselt Griniece jt 2015 uuringule, autorite muudetud ja täiendatud¹⁹):

1.1. kuune/aastane teadusaparatuuri ja -infrastruktuuri kasutajate arv, sh-s:

1.1.1. teadusasutuse sisene kasutajate arv,

1.1.2. väljastpoolt teadusasutust erasektori kasutajate arv;

1.2. kuune/aastane teadusaparatuuri ja -infrastruktuuri kasutuskordade arv, sh-s:

¹⁹ Lõpparuande hindamise esitamise ajal avalikustas Soome Akadeemia (AKA) oma aruande, mille lisast 1 võib leida nimekirja Soomes teadusinfrastruktuuri hindamisel kasutatavatest hindamiskriteeriumitest (vt AKA 2018 ning AKA kodulehel: <https://www.aka.fi/en/research-and-science-policy/research-infrastructures/>).

- 1.2.1. teadusasutuse sisene kasutuskordade arv,
- 1.2.2. väljastpoolt teadusasutust erasektori kasutuskordade arv;
- 1.3. kuune/aastane teadusaparatuuri ja -infrastruktuuri kasutamise aeg tundides, sh-s:
 - 1.3.1. teadusasutuse sisene kasutusaeg tundides,
 - 1.3.2. väljastpoolt teadusasutust erasektori kasutusaeg tundides;
 - 1.3.3. muu avalik sektor/teadusasutus;
- 1.4. kuune/aastane sissetulek eurodes, teadusaparatuuri ja -infrastruktuuri baasil väljatöötatud teenuse osutamisest väljapoole teadusasutust;
- 1.5. kuune/aastane teadusaparatuuri ja -infrastruktuuri teadusasutuse õppetöös kasutamise aeg tundides;
- 1.6. TI objekti kasutustõhusus (%) = vaadeldaval perioodil (nt aasta) tegelik TI objekti kasutamise aeg tundides / vaadeldaval perioodil maksimaalne võimalik kasu tundides;
- 1.7. TI objekti seisukorra indeks = TI objekti parendamiseks (puuduste kõrvaldamiseks) vajaminevad kulud / TI objekti asendusmaksumus.
- 1.8. OEE (ingl k *overall equipment effectiveness*²⁰) = tööstuses kasutuskooormuse hindamise täiendatud kompleksversioon.

OEEga antud skoor väljendab osakaalu, kuivõrd oli seade kasutuses eesmärgipäraselt, olles seega tõhusushinnang. Kompleksindikaator koosneb kolmest osast:

- 1) kvaliteedihinnangust (ingl k *quality*, osakaal toodangust, mis vastab seatud kvaliteedikriteeriumitele);
- 2) saadavushinnangust (ingl k *availability*, osakaal planeeritud tootmisajast, kui ka toodeti, st maha arvestatakse planeerimata katkestused jms) ning
- 3) sooritushinnangust (ingl k *performance*, saavutatud ja (hüpoteetiliselt) saavutatava tootmis-tsükli kiiruse suhe).

Nende kolme komponendi korrutisena moodustub üldine seadme tulemuslikkuse indeks (OEE). OEE väärtus on 100%, kui toodeti üksnes kvaliteetset toodangut nii kiiresti kui võimalik ning ilma katkestusteta. Sarnase kompleksindikaatori väljatöötamine võib ka teatud TI puhul olla sisukas.

5.2.2. TI väljundindikaatorid

Antud töö kontekstis on ehk olulisemad alljärgnevalt toodud TI tegevusfaasist tulenevate väljundite (TI vahehindamise) indikaatorid kuues erinevas kategoorias (tugineb osaliselt Griniece jt 2015, Florio *et al.* 2016, Silvello 2018 ja teistele uuringule, autorite muudetud ja täiendatud):

I. Majanduslikud väljundiindikaatorid:

- 2.1. teadlaste, üliõpilaste, riiklike asutuste ja eravõtete arv (mida saab omakorda vastavalt vajadustele grupeerida), kes on antud teadusaparatuuri ja -infrastruktuuri kasutanud.

²⁰ <https://www.oee.com/>

Antud indikaator näitab, kui võrd arvukas on TIga seotud sidusrühmad. Väärtus individuaalsele kasutajale võib varieeruda vahetusüliõpilase majutamisest üheks ööks (alternatiiviks öö hotellis) kuni Nobeli preemia pälviva teadustöö katsetulemusteni (alternatiivkulud, mis kaasneksid nt sama katseaparatuuri kasutamisega kuskil mujal).

2.2. TI kasutamisest tulenev rahastuse suurus (sh-s grandid, ühisprojektid ettevõtetega, teenuste osutamine).

Konkreetsel TI rakendamise tulemusel institutsioonile sisse tuleva rahastuse suurus. Tulu on võimalik arvestada eraldi näiteks ka teenuse tüübi, uurimisprojekti rahastusallika ja/või koostööprojekti tüübi kohta.

2.3. loodud uute töökohtade (nii otseste kui ka kaudsete) arv hinnatavas perioodis.

Selle indikaatori eesmärgiks on näidata, kui võrd teatud TI soodustab inimressursside kasutuselevõttu palgatöö näol. Indikaatorit saab eraldi vaadata töökohatüüpide (nt teaduslik, tehniline, administratiivne, jne) ja palgatasemetega kaupa.

2.4. kulude maht täiskuluarvestuses (kõik tuvastatavad otsesed ja kaudsed kulud; sh-s tööjõukulud, majanduskulud, hoolduskulud, alternatiivkulud, jms).

See indikaator koondab enda alla kõik kulud, mis tulenevad TIST peale selle valmimist. Eri tüüpi infrastruktuuridel erinevates valdkondades võivad olla väga erinevas suurusjärgus kulud algse (TI loomise) investeringu suhtes. Suurte kesksete TI rajatiste aastased ülalpidamiskulud on tihti 10% ringis alginvesteeringust, kuid enamike muud tüüpi TIDE puhul on see osakaal oluliselt suurem. Ruumis hajasalt paiknevate ehk delokaliseeritud infrastruktuuridega kaasneb rohkem juhtimis-, haldus- ja nõustamisülesandeid, mis nõuavad kvalifitseeritud tööjõudu. Humanitaar- ja sotsiaalvaldkondade TIDE puhul on just tegevuskulud sageli kõige suuremateks infrastruktuurikuludeks (Wissenschaftsrat 2013, viidatud Griniece *et al.* 2015 kaudu).

2.5. kasutuskooormus (TI rakendamise osakaal kogu võimalikust rakendamise ajast).

Antud indikaator näitab, kui palju valmishitatud aparatuuri või infrastruktuuri kasutatakse. Ka siin võib tegemist olla väga erinevate olukordadega. Mõne eksperimendi jaoks ehitatav aparaat võib juba katse olemuse poolest olla ühekordselt kasutatav (kooormus 100%), mõni hoone võib teadust vahelduva eduga teenida mitme sajandi jooksul. Eesmärk on näidata investeringu väärtust teadusele ja muudele asjaosalistele – kas ja kui palju TID rakendatakse.

2.6. kasutuskooormus seoses teiste (era)ettevõtete või asutustega (teenuse osutamine, koostöö) (TI rakendamise osakaal teiste (era)ettevõtete või asutustega poolt kogu võimalikust rakendamise ajast).

Antud indikaatori puhul on tegemist eelneva indikaatori kitsendusega, näidates TI kasutusintensiivsust erasektori poolt.

2.7. jätkusuutlikkuse määr (% kogukuludest, mille katavad osutatud teenused, grandirahad ja ühisprojektid).

Antud indikaator kirjeldab, mil määral on TAI rakendamine katnud TIsse tehtud investeeringud ja ülalpidamiskulud. Juhul, kui aparatuur või infrastruktuur toodab oma ülalpidamiskuludest rohkem rahalist väärtust, siis pärast alginvesteeringu ja jooksvate tegevuskulude katmist näitab indikaator TI kasumlikkust.

Intervjuu käigus Rootsi teadusagentuuri esindajaga selgus, et näiteks Rootsis on riikliku teadusinfrastruktuuri rahastamine korraldatud seesuguselt, et teadusagentuur katab 50% maksumusest ning ootab, et ülikoolid ja muud osapooled (sh-s erainvestorid) maksaksid ülejäänud 50%, sh-s ülalpidamiskulud (st, et rahastamisel peetakse silmas teadusinfrastruktuuri elutsüklit tervikuna). Seesuguse lähenemise eesmärgiks on, et ülikoolid ja muud osapooled võtaksid kohe algusest peale rohkem vastutust ning oleksid ka ise rohkem huvitatud teadusinfrastruktuuri jätkusuutlikust arengust.

2.8. rahaliste sotsiaalsete tulude ja kulude (ingl k *social cost and benefit*) hindamine.

Siin on tegemist eraldi mahuka analüüsiga, milles hinnatakse rahalisse väärtusesse kõikvõimalikud otsesed ja kaudsed TIs tulenevad sotsiaalsed kulud ja tulud võrreldes maailmaga, kus antud infrastruktuuri ei eksisteeri. Indikaatori arvutamise muudab keeruliseks asjaolu, et suurem osa TI tuludest ilmneb pigem kvalitatiivsel kui kvantitatiivsel moel (HAL 2013: 13).

2.9. sotsiaalsete tulude ja kulude suhe (ingl k *benefit/cost*).

Arvestades kõigi sotsiaalsete kulude suhet sotsiaalsetesse tuludesse, on väljundiks arvuline sotsiaalse tulemuslikkuse indikaator.

2.10. investeeringu tulusus (ingl k *return on investment, ROI*) (%) =

= TIGA seotud teenuste osutamisest saadud tulu aastas (+ tänu TI olemasolule saadud täiendava rahastuse maht – grandid, sihtfinantseerimised jms) / TI soetusmaksumus (või asendusväärtus, või turuväärtus)²¹

Teadusaparatuuri ja -infrastruktuuri hindamisel kasutatav ROI meetodika peab olema kohandatud (st ei saa kasutada päris üks-üheselt erasektori ettevõtetes kasutatavat investeeringute tulususe näitajat) ning välja tooma teatud perioodi jooksul TI poolt loodud või genereeritud lisandväärtuse.

2.11. Puhta rahavoo (kulu-tulu) nüüdisväärtuse suuruse hindamine (eeldab eraldi nii rahavoo suuruse kui ka sellele vastava diskontomäära suuruse hindamist)

2.12. TI rentimise puhasväärtuse (ingl k *net advantage of leasing, NAL*) hindamine

Antud indikaator oleks kõige aktuaalsem kasutamiseks TI planeerimisfaasis, et teha kindlaks, kas turul on olemas ka alternatiive peale TI soetamise selle rentimise näol. Samas võib NALi kasutada ka alati juba kasutuses oleva TI hindamisel, et seni tehtud soetusotsuse õigsuses veenduda.

Väga üldistatult võib öelda, et rentimise puhaseelise kindlakstegemiseks tuleb omavahel võrrelda kõiki TI rentimisega seotud prognoositud kogukulude nüüdisväärtust (ingl k *present value, PV*) TI omandamisega seotud prognoositud kogukulude nüüdisväärtusega. Lõplik otsus – kas TI rentida või

²¹ Üks võimalik meetodika TI-le kohandatud ROI hindamiseks on välja pakutud Kanadas läbiviidud uuringus: <http://www.triumf.ca/sites/default/files/HAL-ReturnOnInvestmentStudy-May-2013.pdf>

omandada – tuleks teha sellise variandi kasuks, kus TIga seotud kogukulude nüüdisväärtus on madalam.

II. Inimkapitaliga seotud väljundindikaatorid:

3.1. uute kaasatud välisteadlaste osakaal (erinevate gruppide lõikes – alalised ja ajutised, professorid ja teadurid jms).

Välisteadlased toovad endaga kaasa uusi teadmisi ja perspektiive, olles ise inimkapitaliks ja aidates kaasa kohaliku inimkapitali arengule. Mõõtes konkreetse TI poolt ligi meelitatud välisteadlaste osakaalu kogu antud TIga seotud personalist, saame kvantitatiivse näidiku selle infrastruktuuri mõjust inimkapitali sissevoole.

3.2. kaitstud teadustööde (magistritööd, doktoritööd) arv, kus kasutati TI.

Lõputöö on tudengile üks enam inimkapitali arendavaid ülesandeid haridustee jooksul. Vaadates kaitstud lõputööde hulka, milles kasutati konkreetset aparati või infrastruktuuri, saame ettekujutuse selle TI mõju ulatusest tudengite teadmiste ja oskuste. Indikaatorit saab vaadata aasta, haridusastme ja eriala või valdkonna lõikes.

3.3. lõpetanute arv, kelle õppetöö käigus rakendati TId.

Näitab, kui paljude (edukalt lõpetanud) tudengite oskuste ja teadmiste arendamiseks TId kasutati. Silmas tuleks pidada Tlst tulenevate oskuste iseloomu – oskused, mis on kasulikud üldises akadeemilises ja tööalases elus ning need, mida rakendatakse konkreetse lõputöö jaoks (Griniece *et al.* 2015). On võimalik hinnata eraldi aasta ja haridusastme lõikes.

3.4. välistudengite osakaal kõigist tudengitest, kelle õpetamiseks kasutati TId.

See indikaator illustreerib, kui suur osa TI otsesest hariduslikust väärtusest on suunatud välistudengitele. Eeldusel, et paljud välistudengid naasevad kodumaale, väljendab see indikaator TI mõju välisriikide ja teadusinstituutide inimkapitalile.

3.5. TI abil koolitatud vilistlaste tööperspektiivid (analüüsida, kuhu vilistlased on pärast lõpetamist tööle suundunud).

Uurides lõpetanute ameteid ja tööandjaid, saame kaudse arusaama sellest, milliste oskuste osas on need inimesed tööturul konkurentsivõimelised. Juhul, kui TI abil koolitatud tudengid satuvad töökohadele, kus on vajalikud Tlst tulenevad teadmised ja/või oskused, võib TId pidada inimkapitali arendamise osas efektiivseks ja sihipäraseks. Ametite ja karjääriteede puhul on olulisteks majandussektor, tegevusala ja töökoormus.

III. Innovatsiooni mõõtvad väljundindikaatorid:

4.1. koostööprojektide arv ja maht.

Koostööprojekte iseloomustavad väliste teadmiste sissevool TId haldavasse institutsiooni ning TI mõju laienemine partnerinstitutsioonidele (või vähemalt osalevatele isikutele). Sellise koostööga tõuseb innovatsiooni tõenäosus kõigil osapooltel. Sotsiaalvõrgustiku analüüsi abil saab koostööprojektide põhjal määratleda TI positsiooni globaalsetes teadusvõrgustikes.

4.2. koostööprojektide arv ja maht ettevõtetega.

Eraettevõtted teevad lepingulist koostööd teadusasutustega üldiselt selleks, et tõsta oma tootlikkust või arendada välja uusi tooteid või teenuseid. Jälgides rahalisi liikumisi TI ja erasektori vahel, saame ettekujutuse sellest, kui paljude ja mis tüüpi ettevõtete innovatsiooniprotsessidele TI mõju avaldab ning kui suur see mõju võib kaudselt olla.

4.3. väljatöötatud ja rakendatud tehnoloogiate, prototüüpide, tööstusdisainide arv.

Siin on tegemist konkreetsete innovatsioonijuhtumite loeteluga, millele aitas kaasa TI. Tähelepanu peaks pöörama ka nende innovatsioonide olemusele ja väärtusele ning sellele, kuivõrd on innovatsiooni peale algset TI mõju ärimaailmas edasi arendatud.

4.4. iduettevõtete ja *spin-off*ide arv (käive, töötajate arv).

TI abil loodud ideede innovaatilist väärtust saab kaudselt mõõta nende ideede üles ehitatud uute ettevõtete majanduslike näitajate kaudu. Oluline on jälgida nende ettevõtete käekäiku pikema aja jooksul – kas algselt innovaatilisena näiv idee juurdub ja kasvab?

4.5. TIga seonduvate väljatöötatud tehnoloogiate teostatavus- ja turuanalüüside arv.

Projektide liikumine tööstusinvesteeringute etappi on tugev viide TIga seotud uurimistöö majandusliku tähtsuse kohta (Griniece *et al.* 2015). Kui erasektor on nõus investeerima TIst tulenevate ideede kaubandusliku rakendatavuse uurimisse, peaks idee olema innovaatiline. Ka siin peaks silmas pidama pikemat perspektiivi – kas investeeringud jätkuvad?

4.6. TI arendamise hangete hulk (st hanked, mille eesmärgiks ei ole mitte tüüpilise infrastruktuuri ostmine, vaid millegi uudse välja töötamine).

Juhul, kui TI kasutamise tulemusel hakatakse välja töötama TIid või edasi arendama esialgset TIid, siis võib pidada TI mõju innovatsioonile positiivseks. Selliseks arendustegevuseks tehtavate hangete arv ja väärtus peaks kirjeldama TI kumulatiivset innovaatilisust eeldusel, et väljaarendatav TI hakkab soodustama edasist innovatsiooni.

IV. Teaduspõhised väljundindikaatorid:

5.1. avaldatud teaduspublikatsioonide koguarv (kõik ETIS-klassifikatsioonid) hinnatavas perioodis (nt aasta), kus on viidatud hinnatavale teadusinfrastruktuurile;

5.2. DOI-numbriga avaldatud teaduspublikatsioonide arv hinnatavas perioodis (nt aasta), kus on viidatud hinnatavale teadusinfrastruktuurile (HEFCE 2015a: 3);

5.3. avaldatud 1.1. tasemel (ETIS-klassifikatsioon) artiklite arv teadusajakirjades hinnatavas perioodis (nt aasta), kus on viidatud hinnatavale teadusinfrastruktuurile;

5.4. viitamiste arv teaduspublikatsioonidele, -andmetele ja -andmebaasidele kõrgetasemelistes teadusandmebaasides (nt Web of Science (WoS), Scopus, Google Scholar);

5.5. teaduslike avaandmete ja andmebaaside kättesaadavus (on kättesaadav täielikult/on kättesaadav teatud ulatuses/ei ole kättesaadav);

5.6. viitamiste arv teadusandmetele ja -andmebaasidele kõrgetasemelistes teadusandmebaasides (nt Web of Science (WoS) ja Scopus);

Paljud teadusrahastajad, näiteks kõik Suurbritannia teadusnõukogud (Overview of funders... 2016), on viinud granditaotluse juures sisse andmehaldusplaani esitamise nõude. Ka Euroopa Liidu teadusuuringute ja innovatsiooni raamprogrammis Horisont 2020 rakendatakse pilootprojekt avatud juurdepääsuks teadusandmetele ning uurimistoetuse taotlejal on kohustus esitada andmehaldusplan, kus näidatakse, millised andmed on avaandmed (European Commission, 2016b). Samuti nõuavad mitmed teadusajakirjad, näiteks PLOS (PLOS, 2016), teadusartikli juures alusandmete avaldamist (Neerut 2016: 3). Sealjuures sätestab ka Eesti teadus- ja arendustegevuse ning innovatsiooni strateegia 2014-2020 „Teadmispõhine Eesti”, et tuleb „soodustada avatud juurdepääsu (ingl. k. *open access*) avaliku rahastuse eest saadud uurimistöö tulemustele ja teadusandmetele“ (Eesti teadus- ja arendustegevuse... 2014: 16) (*Ibid.*: 8).

5.7. viitamiste arv teaduspublikatsioonidele, -andmetele ja -andmebaasidele madalama tasemega teadusandmebaasides (nt Google Scholar, RePec, ResearchGate, EconPapers, Wikipedia, jms);

Kuivõrd ülikoolid üle maailma on üsna ebavõrdses seisus elektroonilistes andmebaasides kajastuvate täistekstidega artiklite kättesaadavuse osas, siis on mõnel juhul otstarbekas hinnata lisaks kõrgekvaliteediliste teaduspublikatsioonide kajastusele ka seesuguseid allikaid, mis on ülemaailmses plaanis laiemale teadlaste ringile paremini kättesaadavad ning näitavad teadlase töö tulemuste kajastamist üldisemas plaanis, vastates küsimusele: kas teadlane on avalikult kättesaadavates allikates üldse nähtav?

5.8. populaarteaduslike publikatsioonide arv;

5.9. publikatsioonide allalaadimiste (ingl k *download*) arv;

5.10. väljatöötatud metodoloogiate/disainide arv;

5.11. rahvusvaheliste patentide arv;

5.12. kaitstud väitekirjade ja dissertatsioonide arv;

5.13. teadusürituste arv, mis on otseselt seotud hinnatava(te) teadusinfrastruktuuri(de)ga;

5.14. koostöövõrgustikku kaasatud teadusasutuste arv, mis on otseselt seotud hinnatava(te) teadusinfrastruktuuri(de)ga.

V. Ühiskonnaga seotud väljundindikaatorid:

6.1. avatud päevade arv (külastajate arv ja rahulolu);

6.2. pressiteadete arv;

6.3. uute tavatarbijale mõeldud toodete, teenuste ja lahenduste arv;

6.4. kaasneva kohaliku infrastruktuuri areng ja uute tegevuste loomine;

6.5. saavutused: auhinnad, preemiad, annetused jms.

VI. Kombineeritud indikaatorid:

7.1. teadusaparatuuri ja/või -infrastruktuuri soetusmaksumus / kasutuskordade arv aastas;

7.2. teadusaparatuuri ja/või -infrastruktuuri soetusmaksumus / kasutajate arv aastas;

7.3. teadusaparatuuri ja/või -infrastruktuuri soetusmaksumus / projekti kestuse jooksul avaldatud teaduspublikatsioonide arv;

Lühidalt kokkuvõetuna on TI kasutamise ja kasutamise väljunditega seotud mõõdikud (NRCIS 2017):

- kasutajate arv;
- detailsemalt väljatoodud kasutajate arv teadusasutuse siseselt ja muudest institutsioonidest;
- kasutamise määrad;
- rahuldamata nõudluse mõõdikud ja tasemed.

Erinevat tüüpi väljundid, k.a. teavitus, tööstusharu ja rahvusvaheline kaasamine, kommertstulemused (NRCIS 2017):

- publikatsioonide arv, mis otseselt viitavad TI varale;
- nimekiri teavitustegevustest võtmeaudituumite kaupa;
- nimekiri kõikidest teadus- ja tööstusharu koostööpartneritest, kaasavatest tegevustest ning tulemustest;
- nimekiri kõikidest rahvusvahelistest teadus- ja tööstusharu koostööpartneritest, kaasavatest tegevustest ning tulemustest;
- nimekiri kommertstegevustest, sh-s nende arv ja iseloom ning tulemused;
- nimekiri riigi strateegilistesse eesmärkidesse panustavatest tegevustest.

5.3. Teadusaparatuuri ja -infrastruktuuri indikaatorite valiku- ja otsustusprotsess

Alljärgnevalt on toodud mõningad käesoleva uuringuraporti autorite mõtted seoses teadusaparatuuri ja -infrastruktuuri kasutamise hindamise ja selle mõõtmisega seotud metoodika ülesehitamisega.

TI eel-, vahe- ja järelhindamine saab toimuda teatud piirangute tingimustes. Esiteks ei tohi see olla liiga kulukas eeldusel, et seda hakatakse rakendama valdavale osale TIst – mida väiksem seade, seda suurem on hindamise osakaal kogukuludest. Teiseks ei tohi hindamine olla liiga ajamahukas. Tõenäoliselt jääb hindamine suures osas lõpptarbija, st TI soetaja, teostada. Mida põhjalikum ja aeganõudavam on hindamine, seda vähem jääb aega produktiivseks tööks, st teadustöö tegemiseks. Liigse administratiivse koormuse vältimise soovi toonitati nii uuringu käigus läbiviidud intervjuudes kui ka fookusgruppides. Seega tuleb leida optimum täiendava kohustuse ja sellest tuleneva võimaliku kasu vahel.

Antud töö fookuses on seega pigem protsessi- ja väljundindikaatorid, mida on eelduslikult lihtsam mõõta (võrdluses mõjuhinnanguga) ning mis toetaksid nii TI kasutajaid kui rahastajaid, indikeerimaks TI kasutamist (vt alapeatükki 5.2.). Hindamise läbiviimiseks ja indikaatorite määratlemiseks on vaja tähelepanu pöörata kahele kriitilisele aspektile:

- 1) kuidas indikaatorid omavahel suhestuvad (millised indikaatorid on prioriteetsemad, kuidas indikaatoreid kaaluda?);
- 2) kuidas sobivad indikaatorid määratlema (millised indikaatorid sobivad antud TI iseloomustamiseks kõige paremini, mida on võimalik ja mõttekas mõõta?).

Neid kahte aspekti peetakse silmas antud peatükis. Indikaatorite määratlemise ning TI hindamise standardiseerimiseks on mitmeid alternatiive, mida on kirjeldatud lähemalt alljärgnevalt.

Üheks võimaluseks on luua otsustuspuu (ingl k *decision-tree*) tüüpi diagramm, kus soetaja lähtub enda soetatava TI spetsiifikast ning liigub otsustuspuud mööda vastava klassifikatsioonini. Erinevad üldised küsimused defineeriks seega vastava TI olemuse. Otsustuspuu tulemusena selguvad kriteeriumid/tulemusindikaatorid, mille täitmist pärast TI soetamist tuleb järgima hakata. Antud lähenemise eeliseks on üpris lihtne ja loogiline kasutajaliides, samas on vastava otsustuspuu koostamine keeruline ega pruugi olla üheselt mõistetav (TI, mis ei sobitu tüüpilise klassifikatsiooni alla). Selle lähenemise eelduseks on ka TI ühene klassifitseerimine väiksematesse gruppidesse ning nendele gruppidele sobivate indikaatorite leidmine (mis ei lahenda varem nimetatud kaht kriitilist aspekti).

Teiseks võimaluseks on rakendada kontroll-loendit (ingl k *checklist*), kus TI soetaja valib ja kinnitab (pikast) nimekirjast kõige sobivamad tulemusindikaatorid, mida hakatakse mõõtma. Hindamisel tuleb olla üle lävendi näiteks mingil teatud hulgal väljavalitud kriteeriumitest. Teatud ulatuses lahendab antud võimalus indikaatorite määratlemise ja prioritseerimisega seonduvad kitsaskohad – soetaja, kellel on pädevused TI kasutamiseks, oskab hinnata võimalusi ja vajadusi mõõtmiseks. Ohuolukorraks on kindlasti mugavus (valitakse indikaatorid, mida on kõige lihtsam mõõta, aga mis ei kajasta kogu TI tegevust kõige adekvaatsemalt) või pahatahtlikkus (valitakse indikaatorid, mida on kõige lihtsam täita). Teiseks nõrkuseks on ka sobivate sihttasemete/lävendi määratlemine (milline sihttase on pingutust nõudev, ent siiski realistlik?).

Kolmas võimalus on edasiarendus eelmisest. Lähtuvalt mänguteoorias ja mujalgi kasutust leidnud Jaga-ja-vali (ingl k *Divide and choose*) protseduurist võib sarnase analoogi välja pakkuda ka antud kaasusele. Rahastustaotluses või lepingu sõlmimisel valib taotleja välja suurest hulgast indikaatoritest need, mida on antud TI puhul võimalik mõõta („Jaga“). Seejärel otsustab rahastaja, milliseid neist valitud indikaatoritest tegelikult mõõtmata tuleb hakata („Vali“). See leevendaks võimalikke ohuolukordi (mugavus ja pahatahtlikkus). Kuna siinjuures kehtib printsip „mida mõõdetakse, seda tehakse“, jätab antud alternatiiv võimaluse rahastajale suunata TI kasutamist, valides endale prioriteetsemad indikaatorid. See aga eeldab rahastaja pädevust vastavaid indikaatoreid valida, mis omakorda nõuab teadmisi soetatavast Tlst. Viimast etappi võib läbi viia ka koostöös (poolte vahel selgitatakse olulisemad indikaatorid ning nende sihttasemed).

Neljas võimalus on rakendada indeksit, mis koosneb erinevate indikaatorite omavahelisest matemaatilisest seostamisest. Antud lähenemine on sarnane OEEga (kirjeldatud alapeatükis 2.2.). Indeksi aluseks on seega hulk erinevaid (standardseid) indikaatoreid, mille summa/korutus peaks olema üle kindla lävendi/sihttaseme. Siinjuures on aga kriitiline tähtsus just prioriteetidel (kaaludel), st kuidas erinevate indikaatorite väärtused mõjutavad indeksi koguväärtust. Esiteks ei ole head lahendust, kuidas antud kaalud võiksid tekkida ning teiseks, kuidas antud kaalud erinevad TI gruppide lõikes. Mõnevõrra omab siin vähem tähtsust sobivate indikaatorite määratlemine (madalama kaaluga indikaator mõjutab kogutulemust vähem).

Viies alternatiiv on kasutada teatud modifitseeritud kujul multikriteeriumi analüüsi (ingl k *Multiple criteria decision analysis/Saaty Analytic hierarchy process*) ehk siis: kriteeriumid (tulemusindikaatorid) koos kaaludega ja hinnang nendele kriteeriumitele korrutatakse ja summeeritakse – hindamise läbib TI, mis on üle summaarse lävendi. Seega on antud lähenemine sarnane indeksile.

Kuues, kvalitatiivsem võimalus, on tulemusindikaatorid iga erineva TI puhul läbi mõelda ning vastavad indikaatorid seada koostöös rahastaja ja taotlejaga. Antud lähenemine annab paindlikkuse, leevendades indikaatorite määratlemise ja suhestamise kindlatele protseduuridele allutamist. Samas ei pruugi antud lähenemisega kaasneda soovitud tulemust, st otsustaja otsustusprotsessi lihtsustamist. Samuti on kvalitatiivselt lähenedes keeruline selgitada, mille alusel ühe või teise otsuseni lõpuks jõuti.

Sobivad indikaatorid peaksid vastama teatud kriteeriumitele, mis põhistaks nende sobivust. Näiteks lähtuvalt TIPSi uuringust (Masso jt 2013), peavad indikaatorid soovitavalt vastama CREAM nõuetele (Kusek ja Rist 2004: 68):

- *Clear*: täpne ja üheselt mõistetav
- *Relevant*: asjakohane
- *Economic*: mõistlike kasutuskuludega
- *Adequate*: võimaldab piisavat alust tulemuslikkuse hindamiseks
- *Monitorable*: allub sõltumatule kinnitamisele.

Alternatiivina pakuvad nad endi poolt välja töötatud indikaatorite valiku meetodika, põhinedes järgmiste omaduste rühmadel (Masso jt 2013: 92-100):

I omaduste rühm: valiidsus (kuivõrd näitaja mõõdab seda, mida tahetakse mõõta) ja usaldusväärsus (tulemuste replikeeritavus).

II omaduste rühm: kasutamise ökonoomsus (algandmete saadavus ja töötlemise kulukus).

III omaduste rühm: kasutamise kvaliteet (rakendamise lihtsus ja kasutamise mõju).

Sobivate indikaatorite määratlemiseks hinnatakse võimalikke indikaatoreid nende omaduste rühmade alusel, andes iga omaduse kohta hinnangu kümne palli skaalal. Sobivad indikaatorid, mis ületavad kindla väärtuse ning on omaduste lõikes üle miinimumlävendi. Ühe võimalusena on sarnase meetodika alusel valida igale TI objektile sobivad indikaatorid.

Intervjuude ja fookusgruppide käigus on kinnitust leidnud, et ühtsete indikaatorkomplektide leidmine ka sarnase TI gruppide puhul võib osutuda keerukaks. Seega isegi juhul, kui teatud gruppide jaoks oleks võimalik luua tüüp-indikaatorid, võib gruppides sees esineda erandeid. Seetõttu on gruppide põhjal indikaatorkomplektide loomise mõttekus ja vajalikkus küsitav.

6. Uuringu tulemused ja järeldused

6.1. Uuringust tulenevad üldised tulemused ja järeldused

Käesoleva uuringu käigus selgus, et uuringu läbiviimise fookus on suunatud süsteemiteoorias tuntud loogilisest mudelist lähtuvalt teadusaparatuuri ja -infrastruktuuri tegevuse ja väljundiga seotud osa analüüsimisele (vt joonis 2, alaptk 2.2.), ignoreerides selle liigse keerukuse tõttu TI kasutamise tulemuslikkuse ja mõju hindamist. Nii loogilise mudeli kui ka TI elutsükli analüüsist (alaptk 4.3.) selgus, et TI hindamiseks sobilikud mõõdikud on võimalik jaotada planeerimis-, tegevus- ja väljundiindikaatoriteks, mis kombineerituna TI varade liigitusele ehk klassifitseerimisele, annaksid võimaluse TI varade kasutuse hindamiseks nõ sobiliku „tööriistakasti“ kokkupanemiseks.

Käesoleva uuringu tulemusena väljatöötatud meetodilise raamistiku abil on võimalik hinnata:

- 1) teadusaparatuuri ja -infrastruktuuri kasutust, st kas teadusinfrastruktuuri objektid on määratud perioodi jooksul kasutust leidnud nii:
 - a) teadusasutuse siseselt kui ka
 - b) teadusasutuse väliselt, sh ettevõtete, riigiasutuste jt poolt;
- 2) teadusaparatuuri ja -infrastruktuuri elutsükli põhilist kasutuse kasutusintensiivsust;
- 3) teadusaparatuuri ja -infrastruktuuri kasutamise väljundeid.

Väljatöötatud meetodika rakendamisel teadusaparatuuri ja -infrastruktuuri hindamisel on käesoleva meetodika väljatöötajate hinnangul vähemalt kahesugune mõju. Esmalt on eelpool kirjeldatud viisil teadusaparatuuri ja -infrastruktuuri hindamise läbiviimine aktuaalne eelkõige teekaardiobjektide vahehindamise läbiviimiseks, et uuendada teaduse infrastruktuuriobjektide nimekirja rahvuslikul teekaardil, mis on teisalt omakorda aluseks tulevaste teadusinfrastruktuuri tehtavate investeeringute suuruse hindamiseks riigieelarvelistest vahenditest.

6.2. Uuringu tulemused ja -järeldused seoses TI kategoriseerimisega

Uuringu käigus selgus, et kuigi robustselt on TI kategoriseerimine väiksemateks klassideks võimalik, jääb siiski suur hulk erandlikke objekte, mis konkreetset ühegi klassi alla ei sobi (või sobib paralleelselt mitme klassi alla). Seetõttu on antud töös pakutud välja erinevaid võimalusi TI kategoriseerimiseks, lähtudes TI erinevatest tunnustest.

Väljapakutud TI kategooriad eristuvad teineteisest alljärgnevate tunnuste alusel:

- I. rahalise mõõtme järgi jaotamine (suur, keskmine, väike);
- II. hierarhiline jaotamine (rahvusvaheline, riiklik, üksusepõhine)
- III. füüsiliste omaduste järgi jaotamine (füüsiline, mittefüüsiline);
- IV. kasutusotstarbe järgi jaotamine;
- V. geograafilise (pigem füüsilisel kujul) paiknemise järgi jaotamine (lokaalne, hajus, virtuaalne);
- VI. osutatavate teenuste iseloomu järgi jaotamine;
- VII. teadusdistsipliinide järgi jaotamine;
- VIII. elutsükli faasis ilmnevate edukusnäitajate järgi jaotamine;
- IX. kombineeritud jaotamine.

6.3. Uuringu tulemused ja -järelused seoses TI kasutuse hindamisega

- Oluliseks kriteeriumiks TIde kasutuse hindamisel on kinni pidada jätkusuutlikkuse printsiibist, mille olulisusele on viidanud ka ESFRI oma materjalides (vt nt ESFRI 2017b).
- TIde hindamisel tuleks arvestada, millises elutsükli faasis hinnangu aluseks olev TI objekt parajasti asub, sest näiteks nii kulude kui ka tulude profiilid võivad ühel ja samal teadusinfrastruktuuril olla erinevates elutsükli faasides vägagi erinevad ning samas on ka väljundipõhised mõõdikud erinevates elutsükli faasides erineval tasemel (nt avaldatud teadusartiklite arv on hilisemas elutsükli faasis oleval TIs suurem, kui elutsükli algusfaasis hinnataval TI-l).
- Tõenäoliselt sobivaimaks lahenduseks oleks valida tulemusindikaatorid koostöös rahastaja ja TI kasutajaga juhtumipõhiselt. See eeldab rahastaja teadlikkust objekti toimimisest (nt kaasates väliseksperthe) ning taotleja potentsiaalset seda mõjusalt rakendada.
- Probleemiks on kindlasti ka ülikoolide (ja ühiskonna) seatud eesmärkide ning võimaluste lahknevus. Kuigi rõhutatakse koostöö vajadust erasektoriga ja heidetakse ette selle vähesust, on koostöö mahule esitatud kindlad piirid (kuni 20% TI objektide kasutusajast/mahust). Ka siin on erinevusi, olenevalt konkreetsest rahastajast, st on ka seesuguseid TIsid, mille kasutamisel koostööma hu piirid erasektoriga puuduvad.
- Erinevate käsitletud riikide üldine hinnang on, et hinnata tasub suuremahulist TI (teekaardi objektid jms riikliku tähtsusega objektid). Sealjuures on korduvalt toonitatud, et suuremahuline TI on väga spetsiifiline ning võrdlused teiste sarnase kuluga objektidega ei pruugi anda sisulisi tulemusi. Seega on nähtud lahendusena juhtumipõhist hindamist, kaasates selleks teisi (välis)eksperthe.
- Korduvalt rõhutati ka seda (nii intervjuudes välisekspertheidega kui ka fookusgrupi intervjuudes), et indikaatorid ning nende sihttasemed tuleb kokku leppida juba TI objekti soetamisel. Tagantjärele (vahe- ja järelhindamised) uute indikaatorite määratlemine ei oma sisu – vastavaid indikaatoreid ei pruugi olla võimalik hiljem objektiivselt hinnata, kui neid juba algusest peale ei kogutud, ning seetõttu TI kasutajad „leiutavad“ sobilikud tulemused.
- Teatud tulemusindikaatorid on (üpris hõlpsalt) mõõdetavad laiemates TI kategooriates. Näiteks üheks on publikatsioonide arv (kus kasutati vastavat TI objekti, kuhu kuulusid vastava TI objektiga seotud teadlased). Siinkohal on potentsiaalseks ohukohaks aga valdkondade erinevus ning publikatsioonide kvaliteedi hindamine. Seadmete puhul on võimalik hinnata ka kasutuskoormust – üldjuhul peetakse kasutuspäevikut (olenevalt seadmest kas digitaalselt või analoogselt) ja pannakse kirja, kui kaua on masin olnud töös. Samas on ka siin võrdlusvõimalused piiratud.
- Intervjuude läbiviimise käigus selgusid teatud soovituslikud mõõdikud e-andmebaasi kasutamise ja kasutamise väljundite hindamiseks. Nendeks on:

Kasutamine:

- 1) lehekülje külastajate arv aastas;
- 2) sisselogijate arv aastas;
- 3) registreeritud kasutajate arv (infosüsteemi kasutajakontode arv)
- 4) keskmine leheküljel viibimise aeg;
- 5) tasuliste teenuste arv;
- 6) aastane tulu tasulistelt teenustelt;
- 7) andmebaasi ülalpidamise kulu / kasutajate arv.

Väljund:

- 1) artiklite arv aastas, mis on avaldatud mõjukates (nt WoS, Scopus) teadusajakirjades hinnatava e-andmebaasi andmeid kasutades;
- 2) e-andmebaasi kodulehe külastuste arv välisriikidest aastas.

- Intervjuude käigus välisriikide ekspertidega rõhutati korduvalt, et TI hindamisega seotud indikaatorid peaksid olema pigem kvalitatiivset, kui kvantitatiivset, laadi.
- Vaatluse ja seire ning (fookusgrupi) intervjuude käigus ilmnnes, et TI kasutajatel lasub suur koormus kasutusega seotud aruannete täitmisel. Samas esines siin ka arvamuste paljusust ning süsteemide erinevust (kes sai ise valida indikaatorid, mida mõõta; kellele anti need ette). Rahulolevamad olid kindlasti need TI kasutajad, kes said indikaatorid ja nende sihttasemed ise määrata. Siinkohal on aga kindlasti oht suboptimaalse sihttaseme seadmisega.

7. Uuringust tulenevad ettepanekud ja soovitused

7.1. Soovitused ja ettepanekud poliitikakujundajatele

- **Eesti TI ökosüsteemi loomine ning selle harmoneerimine ja sünkroniseerimine teiste ELi riikide TI ökosüsteemidega.**

Erinevate TI objektide üksteisega vastavuses arendamine ja administreerimine, sh-s omavaheline sobitamine, sünteesimine ja sünergiate loomine, võttes arvesse TIga seotud ressursse (k.a. inimressurss).

- **Ühtse ja tasakaalustatud TIga seotud poliitika kujundamine.**

TI rahastamise, kasutamise ja ülalpidamise hindamisele tuleb läheneda riiklikul tasemel süsteemselt, kõiki TI sidusgruppe silmas pidades.

7.2. Soovitused ja ettepanekud Eesti Teadusagentuurile

1. Luua kõiki teadustaristuid hõlmav üle-Eestiline teadustaritude andmebaas.

Üheks esmaseks ja olulisemaks soovituseks on luua üle-Eestiline kõiki teadustaristuid (sh-s nii tuumik- kui ka muud teadustaristud) hõlmav andmebaas, mis oleks kasutajasõbralik ning kõigile vabalt kättesaadav.

Selgituseks: Mitmete intervjuude käigus selgus, et TI kasutajad tunnevad puudust andmebaasist, mis hõlmaks kõiki olemasolevaid teadustaristuid Eestis ning ka põhjalikumalt ülevaadet TI osalusest välisriikides (mis on Eesti roll ja võimalused). Mõneti see toimib juba ka ETISs, kuid siiski mitte kõikehõlmaval moel (praegusel kujul eksisteeriva ETISE teadusaparatuuri andmebaasi osas oldi üldiselt kriitilised – muuhulgas mainiti, et tegemist on väga paindumatu ja aegunud süsteemiga, nõuab mitterelevantsete väljade täitmist, informatsiooni kvaliteet on ebaühtlane, otsingupäringud ei anna soovitud tulemusi). Sellest tulenevalt on üheks olulisemaks soovituseks käesolevas raportis, et: kas arendada ETISs olemasolevat TI andmebaasi edasi või moodustada eraldiseisev andmebaas seesugusel moel, et hiljem oleks TI kasutajatel võimalikult lihtne antud andmebaasi abil oma hallatava TI kasutust jooksvalt hinnata. Edasiarendusena tasub suuremate TI objektidele pakuda ka ühtset broneerimissüsteemi (vt ka Valks *et al.* 2018 „*Smart campus tools...*“), mis võimaldaks omakorda paremat ülevaadet objektide koormatusest. Sealjuures tuleb tagada selle kasutajasõbralikkus.

2. Siduda ETISs teaduspublikatsioonid ja -andmebaasid konkreetse TIga ja vastupidi.

Antud soovitus on otseselt seotud punkt 1 all esitatud kõikehõlmava TI andmebaasi loomise soovitusega. TI kasutuse hindamise seisukohast on äärmiselt oluline, et TI andmebaas võimaldab analüüsida ka TIde väljundeid, st et lisaks TIde endi tuvastamisele, peaks olema võimalik tuvastada ja välja tuua ka kõik antud TI baasil loodud teadusandmebaasid ja -publikatsioonid.

3. Luua TI andmebaasiga ühilduv automaatne TI kasutamise hindamise süsteem.

Väljatöötatud indikaatorite kogum peaks olema mõistlik, aga mitte väga töömahukas, et TI kasutajad saaksid keskenduda oma põhitööle ning mitte muretsema ilmaasjata TI kasutamise seotud mõõdikute suuruse hindamisele. Otstarbekas oleks luua automaatne mõõdikute hindamise süsteem, mis sisuliselt kattuks kõikehõlmava TI andmebaasi loomise ideega.

4. TI strateegilise plaani koostamine koostöös ETAg'ga.

ETAg võiks seista hea selle eest, et kõik ülikoolid ning teadus- ja uurimisasutused koostaksid enda oma asutusesisese teadusaparatuuri ja -infrastruktuuri strateegilise plaani, mis oleks kooskõlas vastava ülikooli ning teadus- ja uurimisasutuse eesmärkide, visiooni ja missiooniga ning mis omakorda oleksid kooskõlas riikliku TI strateegiaga (sh-s teaduse teekaart) (vt ka joonis 2).

5. Looa Eestis pakutavate TIga seotud teenuste kvaliteedistandard.

7.3. Soovitused ja ettepanekud ülikoolidele ning teadus- ja uurimisasutustele

1. Suurendada enda TI nähtavust riigisiselt ning ka -väliselt.

Intervjuude käigus selgus, et Eesti on küll rikas tiptasemel teadusaparatuuri ja -infrastruktuuri poolest, kuid paraku ei jõua info TIde olemasolust ja kasutamisevõimalustest (k.a pakutavatest teenustest) sageli ülikooli või teadus- ja uurimisasutuse hoonest väljapoole.

2. Ülikooli või teadus- ja uurimisasutuse siseselt ühtse TI hindamissüsteemi kujundamine.

3. TIga seotud teenuste kujundamine (disain) ja selle juhtimine.

Arvestades asjaoluga, et ELi struktuurifondide toetus kestab veel vaid mõne aasta, peale mida võivad TI rahastamismudelid oluliselt muutuda, võiksid ülikoolid ning teadus- ja uurimisasutused selleks juba varakult valmistuda, pöörates suuremat tähelepanu oma teadusaparatuuri ja -infrastruktuuriga seotud teenuste disainile ja TI teenuste juhtimisele. Vajadusel viia läbi koolitusi ja täiendavaid uuringuid.

Sealjuures on eksperdid märkinud, et keskne teenuste disainimine on ressursimahukas ega pruugi tuua kiireid tulemusi, mistõttu oleks vajalik välja töötada võimalikult paindlikud lahendused TI teenuste disainimiseks ja juhtimiseks.

4. Ülikooli või teadus- ja uurimisasutuse tasemel/siseselt ühtse TI investeerimis- ja rahastamisstrateegia väljatöötamine.

Antud ettepaneku aluseks on Rootsis asuv Chalmersi tehnikaülikool, kus seesugune üleülikooline terviklik TI strateegia on välja kujundatud (vt Chalmers 2014).

Ühe sarnase algatusena on Tartu Ülikoolis välja arendatud ühiskasutusega laborite süsteem, mis on üheks võimaluseks TI dubleerimise vältimiseks ning holistilisema vaate kujundamiseks. TÜ ühiskasutusega laborite süsteemi eesmärkideks on seatud:

- 1) teaduse infrastruktuuri efektiivsem kasutamine,
- 2) teadus- ja arendustegevuse edendamine ja/või toetamine,
- 3) tulude mitmekesistamine ning
- 4) tehnoloogiaalane teadmussiire.

5. TI pikaajalise arengukava koostamine, mis on kooskõlas organisatsioonistrateegiaga.

Hetkel on TI finantseerimisstsükkel 1-5 aastat, mis on ebapiisav pikaajaliste teadusuuringute jätkusuutlikuks läbiviimiseks (Chabbi 2017: ix). Vaja oleks vähemalt 10-30-aastast vaadet ning finantseerimissüsteemi ülesehitamist. See omakorda eeldab aga ka ülikoolide ning teadus- ja uurimisasutuste tegevuse senisest tunduvalt pikemaajalist strateegilist planeerimist. Ühe näitena ülikooli tasemel pikaajalisest strateegilisest planeerimisest võib tuua Norrast, kus NTNU ülikool on 2013.

aastal kujundanud koostöös Norra valitsusega 50-aastase ülikooli arengukava kuni aastani 2060 (NTNU 2014).

6. Tlga seotud ühtse juhtimissüsteemi ja -strateegia väljatöötamine.

Teadusaparatuuri ja -infrastruktuuri käsitlemisel tuleks rakendada nii projektijuhtimise kui ka elutsükli põhise teenuse- ning varajuhtimisega seotud meetodeid ning parimaid praktikaid (vt joonis 2, 6 ja 7).

8. Potentsiaalsed uurimisteemad

Alljärgnevalt on uuringu autorite poolt esitatud mõned soovitusel edasiste TIga seotud uuringute läbiviimiseks.

1. TI jätkusuutliku juhtimis- ja rahastamismudelite metoodika väljatöötamine.

Eraldi uuringuna tuleks vaatluse alla võtta TI jätkusuutlikkuse hindamine. Sealhulgas oleks soovitatav tegeleda TIga seotud tehnoloogiariskide hindamise metoodika väljatöötamisega²², mida on põgusalt käsitletud ka käesolevas uuringus, kuid kuna see jäi uuringu peamisest fookusest välja, siis on sinne käsitus toodud vaid üldisel tasemel.

2. TI sotsiaal-majandusliku mõju hindamine.

TI potentsiaalset mõju tuleks hinnata nii laialdaselt (mitmekülgset), kui võimalik. Kuivõrd mitmed TI objektid on seotud fundamentaalset laadi uuringutega, siis otsene sotsiaal-majanduslik mõju võib ilmuda alles mitmeid aastaid peale TI-põhise uurimistegevuse lõppu (CORDIS 2006). Näiteks alusteaduse puhul ilmneb mõju vahetu tulemus 0–3 aasta, lühiajaline 4–5 aasta, keskpika perioodi 6–10 aasta jooksul ning pikaajaline mõju tulemus ilmneb enam kui 10 aasta järel (Frechtling REESE hindamine, viidatud Jordan, G. loenguslaidide ja Ukrainski *et al.* 2017 kaudu). Selleks, et tuvastada täisspekter kõikvõimalikke mõjusid TI kasutamisest, tuleks hindamisel arvesse võtta võimalikult laia TI tegevusega seotud ja sellest kasusaajate (huvigruppide) ringi ning TIst tulenevate mõjude liike (CORDIS 2006).

3. TIga seotud teenuste kvaliteedi ja rahuloluuring.

Eraldi võiks analüüsida TI väliste kasutajate rahulolu ning kogemusi nii nõ majasiseste, teiste asutuste kui ka väliskasutajate (peamiselt erasektori) hulgas. Sealjuures pöörata ka rõhku esmakontakti loomisele (kuidas erasektor jm välised kasutajad jõudsid antud TI objektini ja kuidas antud protsessi kiirendada ja laiendada) ning pakutavate teenuste kvaliteeditasemele.

4. TI tegevuspõhise kuluarvestussüsteemi metoodika väljatöötamine.

Kuivõrd TI on eelkõige nõ amortiseeruv vara, siis eraldi uurimist väärivad TI põhivara kulumi teema, mille käigus on oluline kindlaks teha TI tegelik teaduslik-majanduslik eluiga, mille baasil hinnatakse raamatupidamislikku põhivara kulumit. Peamine uurimisküsimus siinkohal on, et millised on erinevate TIde tegelikud kulumiprofiilid või -kõverad (ingl k *depreciation profiles*) ning kas need kattuvad hetkel vaikumisi kindlaksmääratud põhivara kulumisse kandmise perioodidega raamatupidamises (s.o 3-5 aastat)? Sellest tulenevalt peaks selguma, milline oleks erinevate TIde puhul, tema erinevates TI elutsüklifaasides, adekvaatsel tasemel rakendatav põhivara kulumi määr (ingl k *depreciation rate*).

5. TI lisaväärtuse loomine inimkapitali ja teadussaavutustesse.

Millist täiendavat lisaväärtust on loonud ja millist kasu on toonud massiline TIsse investeerimine nii Eesti teadusele kui ka selle teadlaskonnale ning teadussaavutustele? Uurimist väärivad seoseid erinevatesse teadusvaldkondadesse tehtud TI investeringumahtude, teadusasutuste personalikulude mahtude ning erinevate teadusvaldkondade mõjukuse vahel maailmas, Eesti võrdlu-

²² Vt nt järgnevat uuringut - <https://www.nic.org.uk/wp-content/uploads/CCCC17A21-Project-Literature-Review.pdf>

ses muude riikidega. Peamised probleemid ja uurimisküsimused, mis siinkohal tõstatuvad on, et: 1) kas TI investeeringute suurenemine on toonud kaasa Eesti teadlaskonna mõjukuse suurenemise maailmas ehk kas sellel on üldse seost? ning 2) milline on optimaalne vahekord TI investeeringute ja inimkapitaliga seotud investeeringute vahel, et Eesti teaduse tippsaavutused oleksid jätkuusutlikud ning et Eesti teadlaste mõjukus maailma teaduse tipptasemel oleks pikaajalises kasvavas trendis?

6. TI nõudmis- ja pakkumismudelite vastavuse hindamine.

Uuringu tulemusena võiks selguda, kas Eesti ülikoolide ning teadus- ja uurimisasutuste senine TI nõudmise pool läheb kokku TI pakkumise poolega ehk kas olemasolev TI rahuldab teadlasi ka pikaajaliselt või tekib selles pikemas perspektiivis kas puudu- või ülejääke.

7. TI teenuse hinnastamismudelite analüüs.

Kuidas toimub TIga seotud teenuste hinnastamine ning milline on sellekohane parim praktika? Milline on parim ning just TI jaoks sobilik teenuse hinnastamismudel?

8. TI riskianalüüs.

Uurida TIga seotud riske, sh-s ka TI võrgustikega seotud süsteemiriske. Tähelepanu tuleks pöörata asjaoludele, kuidas TIga seotud riske hinnata, juhtida ja maandada.

Kokkuvõte

Tiipsemel teadusaparatuuri ja -infrastruktuuride olemasolu ja arendamine on silmapaistvate ja suure mõjuga teadustulemuste saavutamise aluseks. Seetõttu on oluline järjepidevalt analüüsida, kuidas ja kui palju teadusaparatuuri ja -infrastruktuure kasutatakse, mis tulemusi saadakse nii teaduse kui ka laiemalt ühiskonna arengu mõttes ning mida peaks arvestama edasisi ehk tulevikku vaata- vaid investeeringuid tehes. Seda missiooni täidab ka käesolev uuring, mille eesmärgiks on metoodilis- kontseptuaalse raamistiku kujundamine teadusaparatuuri ja -infrastruktuuride kasutamise hindami- seks.

Kõigepealt on tähtis selgitada, mida teadusaparatuuri ja -infrastruktuuride all mõistetakse. Kuna ana- lüüsi tulemused on kasulikud eelkõige Eesti poliitikakujundajatele, siis on teadustaristute defineeri- misel lähtutud Vabariigi Valitsuse määrusest „Riikliku tähtsusega teaduse infrastruktuuri toetamine teekaardi alusel“ ehk teaduse infrastruktuuride all mõeldakse vahendeid (labor, aparaat, seadmed, kollektiivid, arhiivid, struktureeritud informatsioon või nende kompleks) ja nende vahenditega seotud tingimusi, oskusteavet, meetodeid, materjale, tegevusi ja teenuseid, mida kasutatakse tea- dus- ja arendustegevuses uute teadmiste loomisel, teadmiste ülekandmiseks, vahetamiseks ja/või säilitamiseks. Teadustaristud võivad olla kas ühes kindlas kohas (ingl k *single-sited*, nt teleskoop, sünkrotron), hajusad koos keske teenusega (ingl k *distributed*, nt biopankade võrgustik) või virtuaal- sed (ingl k *virtual*, nt andmebaasid, arhiivid).

Suuremad teadusinfrastruktuurid on tihti seotud nii mitme teadusasutuse ja uurimisrühma kui ka mitme teadusvaldkonnaga. Riikliku tähtsusega teadustaristute pikaajaliseks planeerimiseks kasuta- takse teaduse teekaarti. Sisuliselt on tegemist strateegiliste valikute tegemise tööriistaga, et võtta ar- vesse valdkondlike huvigruppide arenguideid teaduse rahvusvahelise konkurentsivõime tagamiseks. Teaduse teekaardis on loetelu uutest või kaasajastamist vajavatest riiklikult olulistest teaduse infra- struktuuri objektidest (sh nii füüsilised objektid ja võrgustikstruktuurid kui ka liikmelisused rahvusva- helistes teadustaristu organisatsioonides ja projektides) ning seda täiendatakse regulaarselt, et ar- vestada muutuvaid vajadusi ja võimalusi.

Kuna teadustaristud on erineva suuruse ja olemusega, siis analüüsiti käesolevas töös, kas oleks või- malik määratleda kindlad tunnused, mille alusel saaks teadusaparatuuri ja -infrastruktuure kategori- seerida ja homogeensetesse gruppidesse jaotada, et sarnaste teadustaristute kasutamise hindamine toimuks sarnasel moel ja viisil. Uuringu käigus selgitati välja mitmeid erinevaid teadusaparatuuri ja - infrastruktuuride kategoriseerimise viise, mida praktikas erinevatel otstarvetel kasutatakse, näiteks:

- rahalise mõõtme järgi jaotamine (suur, keskmine, väike);
- hierarhiline jaotamine (rahvusvaheline, riiklik, kohalik);
- füüsiliste omaduste järgi jaotamine (füüsiline, mittefüüsiline; laborid, aparaat, seadmed, kollektiivid, hoidlad, andmebaasid);
- kasutusotstarbe järgi jaotamine;
- geograafilise paiknemise järgi jaotamine (ühes kindlas kohas paiknemine, hajus, virtuaalne);
- osutatavate teenuste iseloomu järgi jaotamine;
- teadusdistsipliinide järgi jaotamine;
- elutsükli faasis ilmnevate edukusnäitajate järgi jaotamine;
- kombineeritud jaotamine.

Erinevate allikate (sh teiste riikide kogemus) põhjal saab aga siiski öelda, et teadustaristuid ei saa piisavalt üheselt kategoriseerida ja seega tuleks iga taristu kasutamist hinnata individuaalselt, võttes arvesse tema unikaalseid omadusi. Siinkohal tuleb märkida, et see ei tähenda, et teadustaristuid ei saaks üldse võrrelda, teatud määral on see siiski võimalik ja ka vajalik. Asjakohaseks näiteks on Saksamaa lähenemine, kus hindamine on jaotatud kahte faasi – esmalt viiakse läbi teaduse infrastruktuuri individuaalne kvalitatiivne hindamine ja seejärel võrreldakse kõiki taristuid teatud üldiste kriteeriumide alusel (teaduspotsentsiaal, kasutamine, otstarbekus ja teostatavus ning olulisus riigi jaoks).

Teadustaristute kasutamise hindamisel on suur tähtsus juba taristu planeerimis- ja arendusfaasis, sest enne rahastuse eraldamist on vaja kindlust, et loodav infrastruktuur pakub huvi piisavale hulgale partneritele ja potentsiaalsetele kasutajatele. Niipea, kui teadustaristu arendus jõuab tegevusfaasi, on võimalik hakata teadustaristu kasutamist mõõtma. Käesolevas töös on antud ülevaade erinevatest indikaatoritest, mida teadusaparatuuri ja -infrastruktuuri kasutamise mõõtmiseks rakendada. Kasutatavaid mõõdikuid on palju ja need võib üldiselt jaotada järgmistesse suurematesse gruppidesse:

- otsene kasutamine (sh kasutajate ja kasutuskordade arv, kasutamise aeg jne);
- majanduslik väljund (taristut kasutanud ettevõtete ja muude sidusrühmade arv, taristust ja selle kasutamisest tekkiv tulu, sh sissetulek teenuste osutamisest, uute töökohtade loomine, kasutuskooormus, jätkusuutlikkus, sotsiaalsed kulud ja tulud jne);
- inimkapitali arendamine (uute (välis)teadlaste kaasamine, taristuga seotud teadustööde ja lõpetanute arv jne);
- innovatsioon (koostööprojektide arv ja maht, uute loodud tehnoloogiate arv, taristu abil tekkinud ettevõtete arv ja edukus jne);
- teadustöö (taristu abil tekkinud teadusandmed, teaduspublikatsioonide arv, uute koostöövõrgustikku kaasatud teadusasutuste arv jne);
- ühiskondlik väljund (uute tavatarbijatele mõeldud lahenduste hulk, kohaliku infrastruktuuri areng, laiemat kõlapinda pälvivate saavutuste arv jne).

Tegu on pigem protsessi- ja väljundindikaatoritega, kuna teadustaristu tasandil on neid mõistlikum ja ka lihtsam mõõta (võrreldes mõjuindikaatoritega). Teadustaristute kasutamise hindamisel peab pidevalt silmas pidama hindamisega kaasnevaid rahalisi ja ajalisi kulusid. Hindamiseks on vaja andmeid, aga mida rohkem ressursse kulub andmete kogumisele, seda vähem jääb võimalusi põhilise ülesande ehk teadustöö tegemiseks. Seetõttu on väga oluline teadustaristu planeerimis- ja arendusfaasis mõõdikud põhjalikult läbi arutada, et andmete kogumine oleks võimalikult läbimõeldud ja lihtne (sh võimalusel automatiseeritud).

Hindamise läbiviimiseks ja indikaatorite määratlemiseks on vaja analüüsida, kuidas indikaatorid omavahel suhestuvad ja kuidas sobivad indikaatorid valida. Uuringus on esitatud mitmeid alternatiivseid teadustaristute kasutamise indikaatorite määratlemiseks ja hindamise standardiseerimiseks:

- otsustuspuu,
- kontroll-loend,
- jaga-ja-vali protseduur,
- indikaatorite indeks,
- multikriteeriumi analüüs.

Kõigil neil on omad eelised ja puudused. Lisaks on täiendavaks võimaluseks määratleda indikaatorid iga taristu jaoks eraldi. See lähenemine lisab paindlikkust, kuid otsustusprotsess ei pruugi lihtsustuda.

Kuna analüüsis on kinnitust leidnud, et ühtsete indikaatorite komplektide leidmine on ka sarnaste teadustaristute puhul praktikas keeruline, sest peaaegu iga objektiga kaasnevad erandid, siis saab öelda, et TI gruppide põhjal on tüüpindikaatorite määratlemise mõttekus küsitav ning ilmselt pole see ka vajalik.

Kasutatud kirjandus

- AAPA.** (2000), „Guidelines for strategic asset management: how to undertake a facilities audit.“ Australasian Association of Higher Education Facilities Officers (AAPFA), 1st ed., 2000, 24 p.
- Aho, E.; Buxton, M.; Dalziel, M.; Dixon, A. E.; Dolphin, D.; Gault, F.; Hošek, C. M.; Mahabadi, H.; Saunders, V.; Therrien, P.; Watters, D. B.; Wolfe, D. A.; Buxton, A. S.** (2013), „Innovation impacts: Measurement and Assessment: The expert panel on the socio-economic impacts of innovation investment.“ Ottawa, Canada: Council of Canadian Academies.
[http://www.scienceadvice.ca/uploads/eng/assessments%20and%20publications%20and%20new%20releases/ontario_inno/roi_fullreporten.pdf]
- AKA.** (2014), „Finland’s strategy and roadmap for research infrastructures 2014–2020.“ Academy of Finland (AKA), 2014, 75 p.
[https://www.aka.fi/globalassets/awanhat/documents/firi/tutkimusinfrastruktuurien_strategia_ja_tiekartta_2014_en.pdf]
- AKA.** (2017), „National criteria for research infrastructures.“ Academy of Finland, 2017, 6 p.
[http://www.aka.fi/globalassets/30tiedepoliittinen-toiminta/firi/firi_national_criteria_ri_2017.pdf]
- AKA.** (2018), „Finland’s strategy and roadmap for research infrastructures 2014–2020: Interim review report 2018.“ Academy of Finland, 2018, 28 p.
[https://www.aka.fi/globalassets/tiedostot/aka_infra_tiekartta_raportti_en_030518.pdf]
- AKA.** (2018a), „Research Infrastructures.“ Open Research infrastructure database in Finland, Academy of Finland, 2018. [<http://infras.openscience.fi/#>]
- AKA.** (2018b), „What are Finnish research infrastructures?“ [<http://infras.openscience.fi/#!about>]
- Allik, Jüri** (2016), „Teaduspublikatsioonid: Eesti tõus maailma tippu.“ J. Allik, U. Varblane, T. Tammaru, K. Raudvere (toim), Eesti Teadus 2016, Tartu: SA Eesti Teadusagentuur, 60 lk.
[<http://hdl.handle.net/10062/55419>]
- Allik, Jüri.** (2003), „The quality of science in Estonia, Latvia and Lithuania after the first decade of independence. TRAMES, 7(57/52), Iss. 1, 2003, pp. 40–52.
- Allik, Jüri.** (2008), „Quality of Estonian science estimated through bibliometric indicators (1997–2007).“ *Proceedings of the Estonian Academy of Sciences*, Vol. 57, Iss. 4, pp. 1–9.
- Allik, Jüri.** (2013), „Factors affecting bibliometric indicators of scientific quality.“ *Trames: Journal of the Humanities and Social Sciences*, Vol. 17, Iss. 3, pp. 199–214.
[<http://dx.doi.org/10.3176/tr.2013.3.01>]
- Allik, Jüri.** (2014), „Publitseerimise huvitav maailm.“ *Akadeemia*, 26. aastakäik, number 9 (306), 2014, lk. 1550–1575.
- Allik, Jüri.** (2015a), „Eesti teaduse lugu.“ *Akadeemia*, 27. aastakäik, number 6, 2015, lk. 963–985.
- Allik, Jüri.** (2015b), „Progress in Estonian science.“ *Proceedings of the Estonian Academy of Sciences*, 2015, Vol. 64, Iss. 2, pp. 125–126.
- Andersen, Synnøve Thomassen.** (2014), „How to allow for user-centered innovation over an established information infrastructure within an institutionalized context.“ In: 2nd Annual International Interdisciplinary Conference, AIIC 2014, 8–12 July, Azores, Portugal, Proceedings, Vol. 3, 2014, pp. 103–118.
[<https://pdfs.semanticscholar.org/e3b8/6b8ad935d750b094d9c8b6a546f6217b6c7f.pdf>]
- Anderson, Sheila.** (2013), „What are research infrastructures?“ *International Journal of Humanities and Arts Computing*, Vol. 7, Iss. 1–2, 2013, pp. 4–23. [<https://doi.org/10.3366/ijhac.2013.0078>]

- Anderson, Sheila; Blanke, Tobias.** (2015), „Infrastructure as intermeditation – from archives to research infrastructures.“ *Journal of Documentation*, Vol. 71, Iss. 6, 2015, pp. 1183-1202.
[<https://doi.org/10.1108/JD-07-2014-0095>]
- Anspal, S.; Järve, J.; Kallaste, E.; Kraut, L.; Räis, M. L.; Seppo, I.** (2011), „The cost of school failure in Estonia.“ Tallinn: Eesti Rakendusuringute Keskus CENTAR, 2011, 176 p.
- Arengufond.** (2009), „Eesti infotehnoloogia tulevikuvaated - EST_IT@2018.“ Eesti Fookuses 2/2009, Eesti Arengufond, Institute of Baltic Studies, 2009, 54 lk.
- Arkesteijn, Monique.** (2017), „Designing an Accommodation Strategy.“ Real estate management lecture materials, TU Delft 17-11-2017.
- Atkins, Daniel E.; et al.** (2003), „Revolutionizing science and engineering through cyberinfrastructure: report of the national science foundation blue-ribbon advisory panel on cyberinfrastructure.“ National Science Foundation, US, 2003, 84 p. [<http://www.nsf.gov/cise/sci/reports/atkins.pdf>]
- Bach, Laurent; Wolff, Sandrine.** (2017), „The BETA-EvaRIO impact evaluation method: towards a bridging approach?“ *Journal of Technology Transfer*, 2017, 22 p.
[<https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2Fs10961-017-9603-y.pdf>]
- Banke-Thomas, Aduragbemi Oluwabusayo; Madaj, Barbara; Charles, Ameh; van den Broek, Nynke.** (2015), „Social Return on Investment (SROI) methodology to account for value for money of public health interventions: a systematic review.“ *BMC Public Health*, Vol. 15, Iss. 582, 2015, 14 p.
- Barker, Bob.** (1993), „Value-adding Performance Measurement: A Time-based Approach.“ *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 13, Iss. 5, pp. 33-40.
- Beblavy, M., Lehouelleur, S., Maselli, I.** (2013), „Useless degrees of useless statistics? A comparison of the net present value of higher education by field of study in five European countries.“ [http://www.neujobs.eu/sites/default/files/4.4.2_a.pdf]
- Bhattacharjee, Anol.** (2012), „Social Science Research: Principles, Methods, and Practices.“ 2nd edition, 2012, 150 p.
[http://scholarcommons.usf.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1002&context=oa_textbooks]
- BiGGAR Economics.** (2014), „Economic impact of the Amsterdam universities and UMCs.“ A report to University of Amsterdam, 2014, 65 p. [<https://www.bnr.nl/binaries/1000/03/41/biggar-rapport-economische-impact-universiteiten-amsterdam.pdf>]
- BiGGAR Economics.** (2017), „Economic contribution of the Estonian universities.“ Universities Estonia. [<http://ern.ee/files/Biggar/economicimpact.pdf>]
- BiGGAR Economics.** (2017), „Economic contribution of the Finnish universities.“ Universities Finland, 2017, 116 p. [http://www.unifi.fi/wp-content/uploads/2017/06/UNIFI_Economic_Impact_Final_Report.pdf]
- BMBF.** (2013), „Roadmap for research infrastructures: A pilot project of the Federal Ministry of Education and Research (BMBF).“ The Federal Ministry of Education and Research (BMBF), Germany, 2013, 46 p. [https://www.bmbf.de/pub/Roadmap_Research_Infrastructures.pdf]
- BMBF.** (2017), „The National Roadmap Process for Research Infrastructures: Investing in the Future of Research.“ The German Federal Minister of Education and Research (BMBF), Germany, 2017, 28 p.
[https://www.bmbf.de/pub/The_National_Roadmap_Process_for_Research_Infrastructures.pdf]
- Bornmann, Lutz.** (2017), „Measuring impact in research evaluations: a thorough discussion of methods for, effects of and problems with impact measurements.“ *Higher Education*, Vol. 73, Iss. 5, 2017, pp. 775-787.

- Bozeman, B.; Sarewitz, D.** (2011), „Public value mapping and science policy evaluation.“ *Minerva*, Vol. 49, Iss. 1, pp. 1-23.
- Boulton, Geoffrey.** (2014), „Open data infrastructure for global challenges.“ Presentation at the ICRI conference, Athens, April 2014, 18 p.
[<http://www.icri2014.eu/sites/default/files/presentations/Boulton%20ICRI%20presentation.pdf>]
- BS ISO 55000:2014.** „Asset management — Overview, principles and terminology.“ ISO Standard, 2014, 19 p.
- BS ISO 55001:2014.** „Asset management — Management systems — Requirements.“ ISO Standard, 2014, 14 p.
- BS ISO 55002:2014.** „Asset management — Management systems — Guidelines for the application of ISO 55001.“ ISO Standard, 2014, 32 p.
- Bullock, A.; Hughes, R.** (2016), „Knowledge exchange and the social sciences: A report to ESRC from the Centre for Business Research.“ University of Cambridge, Cambridge.
[<http://www.esrc.ac.uk/files/collaboration/knowledge-exchange-and-the-social-sciences/>]
- Cantwel, Brendan.** (2015), „Laboratory management, academic production, and the building blocks of academic capitalism.“ *Higher Education*, Vol. 70, Iss. 3, pp. 487–502.
- Carrazza, Stefano; Ferrara, Alfio; Salinic, Silvia.** (2016), „Research infrastructures in the LHC era: A scientometric approach.“ *Technological Forecasting and Social Change*, Vol. 112, 2016, pp. 121-133.
- Chabbi, Abad; Loescher, Henry W. (Editors).** (2017), „Terrestrial Ecosystem Research Infrastructures: Challenges and Opportunities.“ CRC Press, 2017, 534 p.
- Chabbi, Abad; Loescher, Henry William; Tye, Mari R.; Hudnut, David.** (2017), „Integrated experimental research infrastructures: A paradigm shift to face an uncertain world and innovate for societal benefit.“ In: *Terrestrial ecosystem research infrastructures*, CRC Press, 2017, 534 p., pp. 3-26.
- Chalmers.** (2014), „New strategy for Chalmers research infrastructure.“ Chalmers University of Technology, 2014. [<https://www.chalmers.se/en/news/Pages/New-strategy-for-Chalmers-research-infrastructure.aspx>]
- Clarivate Analytics.** (2018), „Web of Science: Trust the difference.“
[<https://clarivate.com/products/web-of-science/>]
- CORDIS.** (2006), „Recommended guidelines for evaluating the pertinence and impacts of the EU support to research infrastructures.“ Community Research and Development Information Service (CORDIS), Technopolis Group, Interface, 2006, 72 p.
[http://cordis.europa.eu/pub/infrastructures/docs/guidelines-evaluation-research-infrastructures_en.pdf]
- Curvelo Magdaniel, Flavia T. J.** (2016), „Technology campuses and cities. A study on the relation between innovation and the built environment at the urban area level.“ PhD thesis, Delft: TU Delft, 2016, 478 p.
[https://d1rkab7tlqy5f1.cloudfront.net/Calendar/2016/09_September/document2.pdf]
- De Jonge, H.; Arkesteijn, M. H.; Den Heijer, A. C.; Vande Putte, H. J. M.; De Vries, J. C.; Van der Zwart, J.** (2009), „Designing an Accomodation Strategy (DAS Frame).“ TU Delft Faculty of Architecture, Delft.
- Deák, Csaba; Szabó, István.** (2016), „Assessing Cooperation between Industry and Research Infrastructure in Hungary.“ *Technology Innovation Management Review*, Vol. 6, Iss. 7, 2016, pp. 13-20.

- Den Heijer, A. C.; Tzovlas, G.** (2014), „The European Campus: Heritage and Challenges. Information to Support Decision Makers.“ Delft: Delft University of Technology, 2014, 191 p.
- Den Heijer, Alexandra C.** (2011), “Managing the university campus – Information to support real estate decisions.” Delft, Eburon Academic publisher, 2011, 432 p.
- Dolan, Tom.** (2017), „Digitally Connected Infrastructure System: Resilience Literature Review (UCL).“ National Infrastructure Commission, London, UK, 2017, 61 p. [<https://www.nic.org.uk/wp-content/uploads/CCCC17A21-Project-Literature-Review.pdf>]
- EC.** (2010a), „Assessing Europe’s university-based research. Expert group on assessment of university-based research.“ Belgium, European Union, 2010, 151 p. [https://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/assessing-europe-university-based-research_en.pdf]
- EC.** (2010b), „Legal framework for a European Research Infrastructure Consortium – ERIC: Practical Guidelines.“ 2010, 44 p. [https://ec.europa.eu/research/infrastructures/pdf/eric_en.pdf]
- EC.** (2011), „Digital Agenda: Commission's Open Data Strategy, Questions & answers.“ European Union, MEMO/11/891, IP/11/1524, Brussels, 12th December, 2011, 6 p. [http://europa.eu/rapid/press-release_MEMO-11-891_en.htm]
- EC.** (2014), „Guide to cost-benefit analysis of investment projects economic appraisal tool for cohesion policy 2014–2020.“ Belgium, European Union, 2014, 364 p. [http://ec.europa.eu/regional_policy/sources/docgener/studies/pdf/cba_guide.pdf]
- EC.** (2015), „Horizon2020 Research and Innovation indicators: Assessing the results and impact of Horizon 2020.“ European Union, European Commission (EC), Directorate-General for Research and Innovation, Belgium, 2015, 36 p. [<https://www.ffg.at/sites/default/files/downloads/page/horizon2020indicators.pdf>]
- EC.** (2016), „European Charter for Access to Research Infrastructures Principles and Guidelines for Access and Related Services.“ European Commission, Directorate-General for Research and Innovation, 2016, 16 p. [https://ec.europa.eu/research/infrastructures/pdf/2016_charterforaccesstoris.pdf#view=fit&pagemode=none]
- EC.** (2017a), „Horizon 2020 and the Research Infrastructures Landscape.“ European Union, European Commission (EC), Research and Innovation 0.1 version: Draft, 2017, 14 p. [http://ec.europa.eu/research/infrastructures/pdf/ri_landscape_2017.pdf#view=fit&pagemode=none]
- EC.** (2017b), „Horizon 2020 Work Programme 2018-2020. 4. European research infrastructures (including eInfrastructures).“ 2017, 84 p. [http://ec.europa.eu/research/participants/data/ref/h2020/wp/2018-2020/main/h2020-wp1820-infrastructures_en.pdf]
- EC.** (2017c), „Long-term sustainability of Research Infrastructures.“ European Commission (EC) staff working document, SWD(2017) 323 final, Brussels, 26.9.2017, 49 p. [https://ec.europa.eu/research/infrastructures/pdf/swd-infrastructures_323-2017.pdf]
- EC.** (2017d), „Horizon 2020: Research Infrastructures offering free access with EU support.“ European Commission (EC), 2017, 5 p. [http://ec.europa.eu/research/infrastructures/pdf/infrastructure_offering_tna.pdf#view=fit&pagemode=none]
- EC.** (2017d), „Next-generation metrics: Responsible metrics and evaluation for open science.“ Report of the European Commission Expert Group on Altmetrics, European Commission (EC), European

- Union (EU), 2017, 26 p.
[<http://ec.europa.eu/research/openscience/pdf/report.pdf#view=fit&pagemode=none>]
- EC.** (2017e), „Sustainable European Research Infrastructures – A call for action.“ Commission Staff working document: Long-term sustainability of Research Infrastructures, SWD(2017) 323 final, 2017, 60 p. [http://ec.europa.eu/research/infrastructures/pdf/ri_policy_swd-infrastructures_2017.pdf]
- Erma, Diana.** (2014), „A bookkeeping approach to social accounting for a university faculty: the case of the University of Tartu.“ Tartu: University of Tartu Press.
- e-IRG.** (2015), „Best Practices for the use of e-Infrastructures by large-scale research infrastructures.“ E-IRG Guidelines Document, Version 2.0, 2015, 34 p. [<http://e-irg.eu/documents/10920/277005/Best+Practices+for+the+use+of+e-Infrastructures+by+large-scale+research+infrastructures.pdf/9fff8e66-b00e-4e29-949a-9da4800045d9>]
- EITS.** (2018), „Andmed ja andmetehingud.“
[https://vainol.kehtna.edu.ee/eandmebaas/andmed_ja_andmetehingud.html]
- ELIXIR.** (2018), „Taust ja olukorra kirjeldus.“ [<https://www.ut.ee/et/teenus/elixir>]
- ESF.** (2011), “The capture and analysis of research outputs” Member Organisation Forum on Publicly Funded Research Working Group on “Comparative Research Portfolios”, Working Document, 2011, 23 p.
[http://www.dfg.de/download/pdf/dfg_im_profil/zahlen_fakten/programm_evaluation/esf_capture_and_analysis.pdf]
- ESF.** (2012), „Research Funders and Research Output Collection“ Working Group 3: Comparative Research Portfolios, ESF Member Organisation Forum on Evaluation of Publicly Funded Research, European Science Foundation (ESF), 46 p.
[http://www.dfg.de/download/pdf/dfg_im_profil/zahlen_fakten/programm_evaluation/research_portfolios_wg3.pdf]
- ESFRI.** (2011), „Evaluation Report: ESFRI Evaluation Report 2011.“ 2011, 34 p.
[https://ec.europa.eu/research/infrastructures/pdf/esfri_evaluation_report_2011.pdf]
- ESFRI.** (2013), „Increasing regional competitiveness in Europe: Strategy for development of regional RI capacity.“ 2012 Progress Report of the ESFRI Regional Issues Working Group, FI13_46_10, 2013, 17 p. [http://ec.europa.eu/research/infrastructures/pdf/reg_wg_report_2013_final.pdf]
- ESFRI.** (2015), „Inspiring Excellence: Research Infrastructures and the Europe 2020 Strategy.“ European Strategy Forum on Research Infrastructures (ESFRI), 2015, 24 p.
[<https://www.kowi.de/Portaldata/2/Resources/fp/esfri-inspiring-excellence.pdf>]
- ESFRI.** (2016), „Public roadmap 2018 guide.“ The European Strategy Forum on Research Infrastructures (ESFRI), 2016, 26 p.
[http://www.esfri.eu/sites/default/files/docs/ESFRI_Roadmap_2018_Public_Guide_f.pdf]
- ESFRI.** (2016), „Strategy report on research infrastructures: Roadmap 2016.“ European Strategy Forum on Research Infrastructures, 2016, 210 p.
[http://www.esfri.eu/sites/default/files/20160308_ROADMAP_single_page_LIGHT.pdf]
- ESFRI.** (2017a), „ESFRI Annual Report 2016.“ 2017, 82 p.
[https://ec.europa.eu/research/infrastructures/pdf/esfri/publications/esfri_ar_2016.pdf#view=fit&pagemode=none]
- ESFRI.** (2017b), „Long-Term Sustainability of Research Infrastructures.“ European Strategy Forum on Research Infrastructures Long-Term Sustainability Working Group, ESFRI Scripta Volume II, 2017, 94 p. [http://www.esfri.eu/sites/default/files/u4/ESFRI_SCRIPTA_VOL2_web.pdf]

- ESFRI.** (2018), „Innovation-oriented cooperation of Research Infrastructures.“ European Strategy Forum on Research Infrastructures Innovation Working Group, ESFRI Scripta Volume III, 2018, 80 p. [http://www.esfri.eu/sites/default/files/u4/ESFRI_SCRIPTA_VOL3_INNO_double_page.pdf]
- ETAg.** (2013), „Eesti Teadusagentuuri arengukava 2020“ Eesti Teadusagentuur, 2013, 8 lk.
- ETAg.** (2016), „Avatud teadus Eestis Eesti Teadusagentuuri avatud teaduse ekspertkomisjoni põhimõtted ja soovitused riikliku poliitika kujundamiseks.“ Eesti Teadusagentuuri avatud teaduse ekspertkomisjon, 2016, 18 lk. [http://www.etag.ee/wp-content/uploads/2016/07/Avatud_Teadus_Eestis_1.0.pdf]
- ETAg.** (2018), „Teadustaristu teekaart 2018 infopäev – 27.02.2018“, Videosalvestus, Dorpati konverentsikeskus, Tartu. [<https://vimeo.com/257753920/07b21ce9de>]
- ETER.** (2018), „European Tertiary Education Register. What is it?“ [https://ec.europa.eu/education/resources/european-tertiary-education-register_en]
- ETIS.** (2018), „Teadusaparatuur.“ Eesti Teadusinfosüsteem (ETIS), 2018. [<https://www.etis.ee/Portal/ScientificEquipments/Index>]
- EU2017.EE.** (2017), „Tallinn Call for Action 2017. Seize the opportunity now: research and innovation matter for the future of Europe.“ Statement of the Estonian Presidency of the Council of the EU, 2017, 4 p. [https://www.hm.ee/sites/default/files/tallinn_call_for_action_2017.pdf]
- EU2018bg.** (2018), „Conference Conclusions.“ Bulgarian Presidency Flagship Conference „Research Infrastructures beyond 2020 – sustainable and effective ecosystem for science and society“, Bulgaria, Sofia, 22-23 March, 2018, 4 p. [http://risofia2018.eu/wp-content/uploads/2018/04/RI-Beyond-2020-Conference-Conclusions_For-publication.pdf]
- EUA.** (2016), „One Year of ESFRI: What’s In It for Universities? An EUA Review.“ European University Association (EUA), 2016, 6 p. [<http://www.eua.be/Libraries/publications-homepage-list/one-year-of-efsi-whats-in-it-for-universities-an-eua-review>]
- Euroopa Komisjoni teatis.** (2014), „Teadus- ja arendustegevuseks ning innovatsiooniks antava riigiabi raamistik (2014/C 198/01).“ Euroopa Liidu Teataja, C 198/1, 27.6.2014. [<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ET/TXT/?uri=CELEX%3A52014XC0627%2801%29>]
- European Data Portal.** (2017), „Re-using Open Data: A study of companies transforming Open Data into economic & societal value.“ European Data Portal, European Commission, EU, 2017, 106 p. [https://www.europeandataportal.eu/sites/default/files/re-using_open_data.pdf]
- European Science Foundation.** (2013), „Research Infrastructures in the European Research Area A report by the ESF Member Organisation Forum on Research Infrastructures.“ European Science Foundation (ESF), 2013, 40 p. [https://portal.meril.eu/meril/downloads/mof_research_infrastructures.pdf]
- EvaRIO.** (2013), „Evaluation of Research Infrastructures in Open innovation and research systems.“ Core study Final Report: Adapting the BETA method to the case of the evaluation of the impact of Research Infrastructures Final report: Results and Policy Recommendations - PART I Deliverable 5.2 - July 2013 Contract n°262281, Supervisor: Laurent Bach, Technical support: Monique Flasaquier. [http://evario.u-strasbg.fr/uploads/autres-docs-BETA/D52_PART_I_EvaRIO_Core_study.pdf]
- Federation for the humanities and social sciences.** (2014), „The impacts of humanities and social science research.“ Working Paper, 2014. [<http://www.ideas-idees.ca/sites/default/files/2014-10-03-impact-project-draft-report-english-version-final2.pdf>]
- FenRIAM.** (2011), „FenRIAM full guide. Proposal for a Foresightenriched Research Infrastructure Impact assessment Methodology.“

- Ferguson, Mark.** (2017) Presentation at the Estonian Research Council Conference „Research Excellence, Impact and Value for Society“, Tallinn, 12th October 2017, Science Foundation Ireland, 2017, 33 p. [<https://www.eu2017.ee/sites/default/files/presentation%20Mark%20Ferguson.pdf>]
- Florio, Massimo; Sirtori, Emanuela.** (2016), „Social benefits and costs of large scale research infrastructures.“ *Technological Forecasting & Social Change*, Vol. 112, 2016, pp. 65-78.
- Fontana, Stefano.** (2008), „A compendium of research infrastructure roadmaps and of the international dimensions of infrastructures.“ OECD report, Science and Technology Facilities Council, UK, 2007, 20 p. [<https://www.oecd.org/sti/sci-tech/41996708.pdf>]
- Friedrich, P.; Eerma, D.** (2015), „TIPS uuringu 3.3 lõpparuanne.“ [www.ut.tips.ee]
- Garfield, E.** (1955), „Citation Indexes for Science: A New Dimension in Documentation through Association of Ideas.“ *Science*, Vol. 122, No. 3159, pp. 108–111. [<http://dx.doi.org/10.1126/science.122.3159.108>]
- Garfield, E.** (2006), „The history and meaning of the journal impact factor.“ *Journal of the American Medical Association*, Vol. 295, Iss. 1, 2006, pp. 90-93.
- Garfield, E.; Welljams-Dorof, A.** (1992), „Citation data: Their use as quantitative indicators for science and technology evaluation and policy-making.“ *Science and Public Policy*, Vol. 19, Iss. 5, 1992, pp. 321-327
- Garforth, L.; Červinková, A.** (2009), „Times and Trajectories in Academic Knowledge Production.“ In *Knowing and Living in Academic Research. Convergence and Heterogeneity in Research Cultures in the European Context*, edited by U. Felt, 169-26. Prague, Czech Republic: Academy of Sciences of the Czech Republic.
- Georghiou, Luke.** (1995), „Research evaluation in European national science and technology systems.“ *Research Evaluation*, 1995, Vol. 5, No. 1, pp. 3-10.
- Gertler, M. S.** (2003), „Tacit knowledge and the economic geography of context, or the undefinable tacitness of being (there).“ *Journal of Economic Geography*, Vol. 3, Iss. 1, pp. 75-99.
- Geser, Guntram; Hollander, Hella.** (2017), „ARIADNE – Deliverable: D2.5 Final Report on Project Impact.“ [http://www.ariadne-infrastructure.eu/content/download/10424/61288/file/ARIADNE_D2-5_Final-Report-on-Project-Impact.pdf]
- Gibbons, M.; Limoges, C.; Nowotny, H.; Schwartzman, S.; Scott, P.; Trow, M.** (1994), „The new production of knowledge.“ London: Sage.
- 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*, Vol. 31, Iss. 12, pp. 638–647.
- Gliksohn, Florian.** (2012), „The impacts and added value of research infrastructures Identification, Estimation, Determinants.“ 2012, 16 p. [http://www.ramiri-blog.eu/uploads/Main/Finance_Socio-economic_impact_FG.pdf]
- Godin, B.** (2006), „The linear model of innovation: The historical construction of an analytical framework.“ *Science, Technology & Human Values*, Vol. 31, Iss. 6, pp. 639–667.
- Goldstein, H.; Renault, C.** (2004), „Contributions of universities to regional economic development: A quasi-experimental approach.“ *Regional Studies*, Vol. 38, Iss. 7, pp. 733-746.
- Gray, D. O.** (2000), „Government-sponsored industry-university cooperative research: An analysis of cooperative research center evaluation approaches.“ *Research Evaluation*, Vol. 9, Iss. 1, pp. 57-67.
- Griniece, E.; Reid, A.; Angelis, J.** (2015), „Evaluating and Monitoring the Socio-Economic Impact of Investment in Research Infrastructures.“ Technopolis Group, Tallinn, Estonia, 2015, 22 p.

- [http://www.technopolis-group.com/wp-content/uploads/2015/04/2015_Technopolis_Group_guide_to_impact_assessment_of_research_infrastructures.pdf]
- HAL.** (2013), „Return on Investment in Large Scale Research Infrastructure.“ HAL Innovation Policy Economics, Final Report, Prepared for: National Research Council Canada, 2013, 81 p. [<http://www.triumf.ca/sites/default/files/HAL-ReturnOnInvestmentStudy-May-2013.pdf>]
- Hanseth, O.; Lyytinen, K.** (2010), „Design theory for dynamic complexity in Information Infrastructures: The case of building Internet.“ *Journal of Information Technology*, Vol. 25, No. 1, pp. 1-19.
- Harland, Kate; O'Connor, Helen.** (2015), „Broadening the Scope of Impact: Defining, assessing and measuring impact of major public research programmes, with lessons from 6 small advanced economies.“ Science Foundation Ireland (SFI), Small Advanced Economies Initiative (SAEI), Public issue version: 2, 1.03, 2015, 66 p. [http://www.smalladvancedeconomies.org/wp-content/uploads/SAEI_Impact-Framework_Feb_2015_Issue2.pdf]
- HEFCE.** (2015a), „The Metric Tide: Correlation analysis of REF2014 scores and metrics (Supplementary Report II to the Independent Review of the Role of Metrics in Research Assessment and Management).“ The Higher Education Funding Council for England (HEFCE) Analytical Services Directorate, 2015, 87 p. DOI: 10.13140/RG.2.1.3362.4162 [http://www.dcscience.net/2015_metricides2.pdf]
- HEFCE.** (2015b), „The nature, scale and beneficiaries of research impact. An initial analysis of Research Excellence Framework (REF) 2014 impact case studies.“ London: King's College London and Digital Science, The Higher Education Funding Council for England (HEFCE) Analytical Services Directorate, 2015, 92 p. [<https://www.kcl.ac.uk/sspp/policy-institute/publications/Analysis-of-REF-impact.pdf>]
- HEFCE.** (2016), „New Forum for Responsible Research Metrics launched.“ [<http://www.hefce.ac.uk/news/newsarchive/2016/Name,109662,en.html>]
- Henke, C. R.** (1999), „The Mechanics of Workplace Order: Toward a Sociology of Repair.“ *Berkeley Journal of Sociology*, Vol. 44, Iss. 1, pp. 55-81.
- Hicks, Diana; Wouters, Paul; Waltman, L.; et al.** (2015), „Bibliometrics: The Leiden Manifesto for research metrics.“ *Nature*, Vol. 520, Iss. 7548, 2015, pp. 429-431. [https://www.nature.com/polopoly_fs/1.17351!/menu/main/topColumns/topLeftColumn/pdf/520429a.pdf]
- Himma, M.** (2017), „Graafik teadusrahast: teadlased küsisid 32 miljonit eurot, said 4.“ [<http://novaator.err.ee/642834/graafig-teadusrahast-teadlased-kusisid-32-miljonit-eurot-said-4>]
- Hints, Olle.** (2016), „Avatud teadus Eestis: hetkeseis ja perspektiivid.“ Tallinna Tehnikaülikool, ettekande slaidid, 2016, 39 lk. [https://www.ttu.ee/public/r/raamatukogu/Hints_avatud_teadus_Eestis_TTUs.pdf]
- Houghton, John W.** (2005), „Changing Research Practices and Research Infrastructure Development“, *Higher Education Management and Policy*, Vol. 17, Iss. 1, 2005, pp. 63-81. [<http://dx.doi.org/10.1787/hemp-v17-art4-en>]
- Infrastructure Australia.** (2016), „Australian Infrastructure: Plan Priorities and reforms for our nation's future.“ Report, February 2016, 204 p. [http://infrastructureaustralia.gov.au/policy-publications/publications/files/Australian_Infrastructure_Plan.pdf]
- HTM.** (2014), „Eesti teadus- ja arendustegevuse ning innovatsiooni strateegia 2007–2013 „Teadmistepõhine Eesti“ täitmise lõpparuanne.“ Eesti Haridus- ja Teadusministeerium (HTM),

- 2014, 53 lk. [<http://dspace.ut.ee/bitstream/handle/10062/50980/TAI%20aruanne%202007-2013.pdf?sequence=1&isAllowed=y>]
- HTM.** (2018), „Teadus.“ EV Haridus- ja teadusministeerium, koduleht. [<https://www.hm.ee/et/tegevused/teadus>]
- Hyvärinen, J.** (2011), „TEKES impact goals, logic model and evaluation of socio-economic effects.“ *Research Evaluation*, Vol. 20, Iss. 4, pp. 313-323.
- Jackson, Penny.** (2012), „Value for money and international development: Deconstructing myths to promote a more constructive discussion.“ The OECD Development Assistance Committee, 2012.
- Joly, B. M.; Polyak, G.; Davis, M. V.; Brewster, J.; Tremain, B.; Raevsky, C.; Beitsch, L. M.** (2007), „Linking accreditation and public health outcomes: A logic model approach.“ *Journal of Public Health Management and Practice*, Vol. 13, Iss. 4, pp. 349-356.
- Jones, M.; Castle-Clarke, S.; Manville, C.; Gunashekar, S.; Grant, J.** (2013), „Assessing research impact: An international review of the Excellence in Innovation for Australia Trial.“ RAND Europe, Cambridge, 2013, 104 p. [http://www.rand.org/content/dam/rand/pubs/research_reports/RR200/RR278/RAND_RR278.pdf]
- Jonkers, Koen; de Moya Anegón, Felix; Aguillo, Isidro F.** (2012), „Measuring the usage of e-research infrastructure as an indicator of research activity.“ *Journal of the Association for Information Science and Technology*, Vol. 63, Iss. 7, 2012, pp. 1374–1382.
- Jonkers, K. G.; Derrick, E.; Lopez-Illescas, C.; Van den Besselaar, P.** (2014), „Measuring the scientific impact of e-research infrastructures: a citation based approach?“ *Scientometrics*, Vol. 101, Iss. 2, 2014, pp. 1179-1194.
- Jordan, G. B.** (2010), „A theory-based logic model for innovation policy and evaluation.“ *Research Evaluation*, Vol. 19, Iss. 4, pp. 263-273.
- Kalm, Volli.** (2017), „Teaduse tähtsusest ja mõjust.“ Riigikogu Toimetised, 35, lk. 153–156.
- Kaltenbrunner, Wolfgang.** (2017), „Digital Infrastructure for the Humanities in Europe and the US: Governing Scholarship through Coordinated Tool Development.“ *Computer Supported Cooperative Work (CSCW)*, Vol. 26, 2017, pp. 275–308.
- Kamath, Chandrika.** (2009), „Scientific Data Mining: A Practical Perspective.“ SIAM, 2009, 286 p.
- Kanninen Sami; Lemola, Tarmo.** (2006), „Methods for Evaluating the Impact of Basic Research Funding: An Analysis of Recent International Evaluation Activity.“ Academy of Finland (AKA), Publication of the Academy of Finland 9/06, 2006, 98 p. [http://www.aka.fi/globalassets/awanhat/documents/tiedostot/julkaisut/9_06-methods-for-evaluating.pdf]
- Karo, Erkki; Kanep, Hanna; Ukrainski, Kadri; Kattel, Rainer; Varblane, Urmas; Lember, Veiko.** (2014), „Nutikas spetsialiseerumine: kas Eesti teadus-, arendus- ja innovatsioonipoliitika kuldvõtmeke aastail 2014–2020.“ Riigikogu Toimetised nr 29, 2014, lk. 116-136.
- Kask, Kaia.** (2014), „Public Sector Real Estate Asset Management Models and Their Evaluation.“ *Dissertationes Rerum Oeconomicarum, Universitatis Tartuensis* No. 52, 2014, 264 p. [http://dspace.ut.ee/bitstream/handle/10062/44336/kask_kaia.pdf?sequence=1&isAllowed=y]
- Kattel, Rainer; Kalvet, Tarmo.** (2005), „Teadmistepõhine majandus ning info- ja kommunikatsioonitehnoloogia alane haridus: hetkeolukord ning väljakutsed.“ Poliitikauuringute Keskus PRAXIS, 2005, 106 lk.
- Khan, Zaheer; Ludlow, David; Caceres, Santiago.** (2013), „Evaluating a collaborative IT based research and development project.“ *Evaluation and Program Planning*, Vol. 40, 2013, pp. 27–41.

- Knight; Linda V.; Steinbach, Theresa A.** (2008). „Selecting an Appropriate Publication Outlet: A Comprehensive Model of Journal Selection Criteria for Researchers in a Broad Range of Academic Disciplines.“ *International Journal of Doctoral Studies*, Vol. 3, 2008, 21 p.
[https://www.humfak.umu.se/digitalAssets/148/148368_fadcubkursht14.pdf]
- Koppel, A.** (2016), „Kulutused teadus- ja arendustegevusele: investeerimise tulevikku.“ J. Allik, U. Varblane, T. Tammaru, K. Raudvere (toim), Eesti Teadus 2016. Tartu: SA Eesti Teadusagentuur.
[<http://hdl.handle.net/10062/55419>]
- Koskinen, K. U.; Pihlanto, P.; Vanharanta, H.** (2003), „Tacit knowledge acquisition and sharing in a project work context.“ *International Journal of Project Management*, Vol. 21, Iss. 4, pp. 281-290.
- Kuhlmann, S., Arnold, E.** (2001), „RCN in the Norwegian research and innovation system.“ Fraunhofer ISI.
- Kõljalg, U.** (2017), „Kas riik peab suletud andmete kasutamise ära keelama?“ Postimees, 2. detsember.
- Kõljalg, U.; Kõljalg, M.; Zirk, A.** (2017), „Teadusandmete elutsükkel PlutoF platvormil.“ PlutoF. – DOI: 10.15156/BIO/587472
- Lane, J.** (2010), „Let's make science metrics more scientific.“ *Nature*, 2010, Vol. 464, Iss. 7288, 2010, pp. 488-489.
- Lawson, C.; Hughes, A.; Salter, A.; Kitson, M.; Bullock, A.; Hughes, R. B.** (2016), „Knowledge Exchange in UK Universities: Results from a Panel of Academics 2005 – 2015.“ NCUB, London.
[http://www.ncub.co.uk/index.php?option=com_docman&view=download&category_slug=reports&alias=431-knowledge-exchange-in-uk-universities&Itemid=2728]
- Lee, Charlotte P.; Schmidt, Kjeld.** (2018), „A bridge too far? Critical remarks on the concept of 'infrastructure' in CSCW and IS.“ Chapter 5 in V. Wulf, et al. (eds): *Socio-Informatics: A Practice-based Perspective on the Design and Use of IT Artifacts*. Oxford: Oxford University Press, pp. 177-217. [<https://depts.washington.edu/csclab/wordpress/wp-content/uploads/Lee2018.pdf>]
- Leitner, K.-H.** (2004), „Intellectual capital reporting for universities: conceptual background and application for Austrian universities.“ *Research Evaluation*, Vol. 13, Iss. 2, pp. 129-140.
- LERU.** (2015). – http://www.leru.org/files/publications/LERU_Economic_Contribution_-_Report.pdf
- LERU.** (2017), „Productive interactions: societal impact of academic research in the knowledge society.“ *Pushing the Frontiers of Innovative Research (LERU) position paper*, 2017, 32 p.
[<https://www.leru.org/files/Productive-Interactions-Societal-Impact-of-Academic-Research-in-the-Knowledge-Society-Full-paper.pdf>]
- Linton, Jonathan D.; Tierney, Robert; Walsh, Steven T.** (2013), „Publish or Perish: How Are Research and Reputation Related?“
- Lorentzen, David G.** (2014), „Webometrics benefitting from web mining? An investigation of methods and applications of two research fields.“ *Scientometrics*, 2014, Vol. 99, Iss. 2, pp. 409-445.
- Los, Wouter.** (2012), „Research Infrastructures: Characteristics and Implications.“ RAMIRI Handbook training slides, 2012, 15 p. [http://www.ramiri-blog.eu/uploads/Main/RI%20Characteristics%20and%20Implications_WL.pdf]
- Lozano, R.** (2011), „The state of sustainability reporting in universities.“ *International Journal of Sustainability in Higher Education*, Vol. 12, Iss. 1, pp. 67-78.
- Maidla, M.** (2016), „Personaalne meditsiin ja genoomika.“ *Sirp*, 10. Juuni, 2016.
[<http://www.sirp.ee/s1-artiklid/c21-teadus/personaalne-meditsiin-ja-genoomika/>]

- Manrique, L.; Bobb, K.; Roessner, D.; Youtie, J.; Shapira, P.** (2008), „Eureka! Winning ways: Analysis of early client experiences.“
- Martinson, H.** (2015), „Isolatsioonist akadeemilisse kapitalismi.“ Tallinn: Vaba Maa.
- Maxwell-Jackson, Quentin.** (2011), „Getting better value from public sector research establishments.“ CentreForum, 2011, 60 p. [<http://www.centreforum.org/assets/pubs/psre.pdf>]
- Mayernik Matthew S.; Maull, Keith E.** (2017), „Assessing the uptake of persistent identifiers by research infrastructure users.“ PLoS ONE, Vol. 12, Iss. 4, 2017, e0175418.
- Mayernik, Matthew S.; Hart, David L.; Maull, Keith E.; Weber, Nicholas M.** (2016), „Assessing and tracing the outcomes and impact of research infrastructures.“ *Journal of the Association for Information Science and Technology*, Vol. 68, Iss. 6, 2017, pp. 1341–1359.
- McGuinness, S.** (2003), „University quality and labour market outcomes.“ *Applied Economics*, Vol. 35, Iss. 18, pp. 1943-1955.
- McKinsey.** (2017), „Artificial intelligence the next digital frontier?“ McKinsey Global Institute (MGI), 2017, 80 p.
[<https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Industries/Advanced%20Electronics/Our%20Insights/How%20artificial%20intelligence%20can%20deliver%20real%20value%20to%20companies/MGI-Artificial-Intelligence-Discussion-paper.ashx>]
- McLaughlin, J. A., Jordan, G. B.** (1999), „Logic models: A tool for telling your programs performance story.“ *Evaluation and Program Planning*, Vol. 22, Iss. 1, pp. 65-72.
- Medical Research Council.** (2012), „Measuring the link between research and economic impact.“ Report of an MRC consultation and workshop. April.
[<https://www.mrc.ac.uk/documents/pdf/measuring-link-between-research-economic-impact/>]
- Meek, V. Lynn; van der Lee, Jeannet J.** (2005), „Performance Indicators for Assessing and Benchmarking Research Capacities in Universities.“ APEID, UNESCO Bangkok Occasional Paper Series Paper No. 2, TH/2005/PI/H/4, Centre for Higher Education Management and Policy University of New England, Australia, 2005, 46 p.
- MERIL.** (2013), „An Inventory of Research Infrastructures in Europe.“ Mapping the European Research Infrastructure Landscape (MERIL), 2013, 4 p.
[http://archives.esf.org/fileadmin/Public_documents/Publications/meril_01.pdf]
- MERIL.** (2018) – Mapping the European Research Infrastructure Landscape (MERIL) database.
[<http://portal.meril.eu>]
- Mirabile, Mariana; Marchal, Virginie; Baron, Richard.** (2017), „Technical note on estimates of infrastructure investment needs: Background note to the report Investing in Climate, Investing in Growth.“ OECD, 2017, 19 p. [<https://www.oecd.org/env/cc/g20-climate/Technical-note-estimates-of-infrastructure-investment-needs.pdf>]
- Moed, Henk F.** (2017), „Applied Evaluative Informetrics.“ Springer, 2017, 312 p.
- Morton, Sarah.** (2015), „Progressing research impact assessment: A ‘contributions’ approach.“ *Research Evaluation*, Vol. 24, Iss. 4, 2015, pp. 405–419.
- MŠMT.** (2015), „Roadmap of Large Infrastructures for Research, Experimental Development and Innovation of the Czech Republic for the years 2016–2022.“ Ministry of Education, Youth and Sports (MŠMT), Czech Republic, 2015, 67 p. [https://www.elixir-europe.org/system/files/roadmap-czech-republic-2016-2022_0.pdf]
- Männik, G.** (2016), „ Medaliteni viib teadus, mitte kokkuhoid.“ Postimees, 31. August, 2016.
[<https://sport.postimees.ee/3818611/medaliteni-viib-teadus-mitte-kokkuhoid>]

- NASA.** (2011), „NASA’s infrastructure and facilities: an assessment of the agency’s real property master planning.“ Office of Audits, Audit report, REPORT NO. IG-12-008, 2011, 40 p. [https://oig.nasa.gov/audits/reports/FY12/IG-12-008.pdf]
- National Infrastructure Commission.** (2017a), „Infrastructure and Digital Systems Resilience: Final Report.“ National Infrastructure Commission, London, UK, 2017, 36 p. [https://www.nic.org.uk/wp-content/uploads/CCCC17A21-Resilience-of-Digitally-Connected-Infrastructure-Systems-20171121.pdf]
- National Infrastructure Commission.** (2017b), „Infrastructure and Digital Systems Resilience: Final Report Appendices.“ National Infrastructure Commission, London, UK, 2017, 25 p. [https://www.nic.org.uk/wp-content/uploads/CCCC17A21-Resilience-of-Digitally-Connected-Infrastructure-Systems-20171121-Appendices.pdf]
- National Research Council.** (1998), „Investing in Research Infrastructure in the Behavioral and Social Sciences.“ National Academy Press, Washington, D.C., 1998
- National Research Council.** (2008), „Evaluating research efficiency in the U.S. Environmental Protection Agency.“ National Academies Press, USA, 2008, 152 p.
- Neerut, Lilian.** (2016), „Teadusandmete haldamise ja jagamise praktikad Tartu Ülikooli loodus- ja täppiseaduste ning sotsiaalteaduste valdkonna teadlaste ja doktorantide seas.“ Tartu Ülikool, Humanitaarteaduste ja kunstide valdkond, Ajaloo ja arheoloogia instituut, Magistritöö, 2016, 72 lk. [http://dspace.ut.ee/bitstream/handle/10062/54931/Neerut_M.pdf?sequence=1&isAllowed=y]
- NFU.** (2014), „Economic impact of University Medical Centres in the Netherlands.“ [http://www.nfu.nl/img/pdf/14.5495_BiGGAR_Confidential_Report_-_Economic_Impact_of_University_Medical_Centres_in_the_Netherlands_9-6-2014.pdf]
- Nightingale, Julie M.; Marshall, Gill.** (2012), „Citation analysis as a measure of article quality, journal influence and individual researcher performance.“ *Radiography*, Vol. 18, Iss. 2, 2012, pp. 60-67.
- NIH.** (2014), „Research infrastructures in Hungary.“ The National Research, Development and Innovation Office (NRDI Office), Hungary, 2014, 35 p. [http://nkfi.gov.hu/policy-and-strategy/national-strategies/research-infrastructures/research-infrastructures-in-hungary]
- NORFACE.** (2006), „Data and Research Infrastructure.“ Recommendations to the NORFACE Partners and Proceedings of the Conference on Data & Research Infrastructure , 16-17 November 2006, The Hague, The Netherlands, 95 p. [https://www.norface.net/wp-content/uploads/2017/09/infrastructure.pdf]
- Nowotny, H.** (2011), „Innovation and frontier research.“ In: S. Tilford, P. Whyte (eds.). Innovation: How Europe can take off. Centre for European Reform, pp. 13-17. [https://www.cer.org.uk/sites/default/files/publications/attachments/pdf/2011/rp_998-139.pdf]
- NRCIS.** (2017), „National Collaborative Research Infrastructure Strategy: Program Guidelines.“ Australian Government, National Collaborative Research Infrastructure Strategy (NCRIS), 2017, 16 p. [https://docs.education.gov.au/system/files/doc/other/ncris_2017-19_guidelines.pdf]
- NRICS.** (2016), „The Australian Research Data Infrastructure Strategy.“ Australian Government, National Collaborative Research Infrastructure Strategy (NCRIS), Research Data Infrastructure Committee, The Data Revolution: Seizing the Opportunity, 2016, 63 p. [https://docs.education.gov.au/system/files/doc/other/the_australian_research_data_infrastructure_strategy.pdf]
- NZ.** (2018a), „Performance-Based Research Fund Guidelines for tertiary education organisations participating in the 2018 Quality Evaluation.“ Wellington, New Zealand (NZ), The Tertiary

- Education Commission (TEO), Guidelines for tertiary education organisations participating in the 2018 Quality Evaluation, 2018, 137 p. [<http://www.tec.govt.nz/assets/Forms-templates-and-guides/PBRF-TEO-guidelines-October-2017.pdf>]
- NZ.** (2018b), „Research Definition and Research Outputs: System Categorisation Guidelines.“ New Zealand, the University of Auckland, 2018. [<https://www.auckland.ac.nz/en/about/the-university/how-university-works/policy-and-administration/research/output-system-and-reports/research-outputs--definition-and-categories.html>]
- NTNU.** (2014), „NTNU 2060 Visions for Campus development.“ NUAS Conference Facilities & Environment August 25, 2014 Helsinki, 2014, 32 p. [<https://matskut.helsinki.fi/bitstream/handle/123456789/381/NTNU%202060%20-%20Visions%20for%20campus%20development.pdf?sequence=1>]
- NWO.** (2016), „National Roadmap Large-Scale Scientific Infrastructure.“ The Netherlands Organisation for Scientific Research (NWO), 2016, 128 p. [https://www.dtls.nl/wp-content/uploads/2016/12/Roadmap_UK_2016_2020_lowres.pdf]
- OECD.** (2001), „Innovative Clusters Drivers of National Innovation Systems: Drivers of National Innovation Systems“ OECD Publishing, 2001, 420 p.
- OECD.** (2008), „Large Research Infrastructures.“ Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) Global Science Forum(GSF), 2008, 68 p. [<http://www.oecd.org/sti/sci-tech/47057832.pdf>]
- OECD.** (2010), „Establishing Large International Research Infrastructures: Issues and Options.“ Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) Global Science Forum(GSF), 2010, 40 p. [<http://www.oecd.org/science/sci-tech/47027330.pdf>]
- OECD.** (2014a), „International Distributed Research Infrastructures: Issues and Options.“ Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) Global Science Forum (GSF), 2014, 28 p. [<http://www.oecd.org/sti/sci-tech/international-distributed-research-infrastructures.pdf>]
- OECD.** (2014b), „OECD science, technology and industry outlook 2014.“ Paris: OECD Publishing, 2014, 480 p. [http://dx.doi.org/10.1787/sti_outlook-2014-en]
- OECD.** (2015), „Towards a framework for the governance of infrastructure.“ OECD, Public Governance and Territorial Development Directorate, Public Governance Committee, 2015, 36 p. [<https://www.oecd.org/gov/budgeting/Towards-a-Framework-for-the-Governance-of-Infrastructure.pdf>]
- OECD.** (2017), „Digital platforms for facilitating access to research infrastructures.“ OECD Publishing, OECD Science, Technology and Innovation Policy Papers, No. 49, 2017, 27 p. [<https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/8288d208-en.pdf?expires=1522858405&id=id&accname=guest&checksum=2228E0B4BF26692D82E6E686C736DE5A>]
- OECD.** (2018), „Research and development statistics. Gross Domestic Expenditure on R-D by sector of performance and type of cost“ [http://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=GERD_COST#]
- OECD.** (2016a), „Education at a Glance 2016: OECD Indicators.“ Paris: OECD Publishing.
- OECD.** (2016b), „OECD Science, Technology and Innovation Outlook 2016.“ OECD Publishing, Paris, 2016, 196 pp. [http://dx.doi.org/10.1787/sti_in_outlook-2016-en]
- OEE.** (2018), „What is Overall Equipment Effectiveness?“ Overall Equipment Effectiveness (OEE), 2018. [<https://www.oee.com/#>]

- OIKLS.** (2018), „Research data lifecycle.“ [<https://blogs.ntu.edu.sg/lib-datamanagement/data-lifecycle/>]
- Okk, G.** (2015), „Eesti ülikoolide, teadusasutuste ja rakenduskõrgkoolide võrgu ja tegevussuundade raport.“
[https://riigikantselei.ee/sites/default/files/riigikantselei/strateegiaburoo/eutarkvt_loppraport.pdf]
- ORDTF.** (2017), „Research Data Infrastructures in UK.“ Open Research Data Taskforce (ORDTF) with Mihael Jubb, Landscape Report, 2017, 57 p. [<http://www.universitiesuk.ac.uk/policy-and-analysis/research-policy/open-science/Documents/ORDTF%20report%20nr%201%20final%2026%2006%202017.docx>]
- Ovseiko, P. V., Oncea, A., Buchan, A. M.** (2012), „Assessing research impact in academic clinical medicine: A study using Research Excellence Framework pilot impact indicators.“ *BMC Health Services Research*, 12.
- Oxford Economics.** (2017), „The economic impact of UK universities, 2014-15.“ Report for Universities UK, 2017, 61 p. [<http://www.universitiesuk.ac.uk/policy-and-analysis/reports/Documents/2017/the-economic-impact-of-universities.pdf>]
- Paradeise, Catherine; Reale, Emanuela; Bleiklie, Ivar; Ferlie, Ewan.** (2009), „University Governance: Western European Comparative Perspectives.“ Springer Science & Business Media, 2009, 322 p.
- Parthenos.** (2017), „What is infrastructure?“ PARTHENOS Training module material, 2017. [<http://training.parthenos-project.eu/sample-page/intro-to-ri/what-is-infrastructure/>]
- Parthenos.** (2017), „Why humanities need a research infrastructure.“ PARTHENOS' Leaflet to address Policy Makers. [<http://www.parthenos-project.eu/why-humanities-need-a-research-infrastructure/>]
- Penfield, Teresa; Baker, Matthew J.; Scoble, Rosa; Wykes, Michael C.** (2014), „Assessment, evaluations, and definitions of research impact: A review.“ *Research Evaluation*, Vol. 23, Iss. 1, 2014, pp. 21–32.
- Peters, Debra. P. C.; Loescher, H. W.; SanClements, M. D.; Havstad, K. M.** (2014), „Taking the pulse of a continent: expanding site-based research infrastructure for regional- to continental-scale ecology.“ *Ecosphere*, Vol. 5, Iss. 3, 2014, Art. 29, 23 p.
- Polanyi, M.** (1966), „The Tacit Dimension.“ London: Routledge and Paul Keagan, 1966, xi, 108 s.
- Psacharopoulos, G., Patrinos, H. A.** (2004), „Human capital and rates of return.“ *In: G. Johnes, J. Johnes (eds.). „International handbook of economics of education.“* Cheltenham: Edward Elgar, pp. 1-57.
- Puolokainen, Tarmo.** (2018), „Public Agencies' Performance Benchmarking in the Case of Demand Uncertainty with an Application to Estonian, Finnish and Swedish Fire and Rescue Services.“ *Dissertationes Rerum Oeconomicarum, Universitatis Tartuensis No. 59*, 2018, 247 p.
[http://dspace.ut.ee/bitstream/handle/10062/59046/puolokainen_tarmo.pdf?sequence=1&isAllowed=y]
- Rahandusministeerium.** (2017), „Riigi eelarvestrateegia 2018–2021.“ Tallinn: Rahandusministeerium. [https://www.rahandusministeerium.ee/system/files_force/document_files/riigieelarve-2018-ulevaade.pdf?download=1]
- Rahandusministeerium.** (2018), „Hoonestatud kinnisvara juhtimise tulevik.“ HOPE projekti infoseminari materjalid, 26. Jaanuar, 2018, Tallinn, Suur-Ameerika 1.

- RAMIRI.** (2012), „Handbook.“ Research infrastructure handbook, developed within the project „Realising and managing international research infrastructures (RAMIRI)“, European Commission, 2012. [<http://www.ramiri-blog.eu/>]
- Raudla, R.; Karo, E.; Valdmaa, K.; Kattel, R.** (2015), „Implications of project-based funding of research on budgeting and financial management in public universities.“ *Higher Education* Vol. 70, pp. 957–971, doi: 10.1007/s10734-015-9875-9
- RCUK.** (2013), „Investing for growth: Capital Infrastructure for the 21st Century.“ UK Roadmap, Research Councils UK (RCUK) Strategic Framework for Capital Investment, 40 p. [https://ec.europa.eu/research/infrastructures/pdf/roadmaps/uk_national_roadmap.pdf]
- Rizzuto, Carlo.** (2012), „Research Infrastructures: Making the case and setting the scene.“ RAMIRI Handbook training slides, 2012, 16 p. [http://www.ramiri-blog.eu/uploads/Main/Making_the_Case_CR.pdf]
- Roback, K.; Dalal, K.; Carlsson, P.** (2011), „Evaluation of health research: Measuring costs and socioeconomic effects.“ *International Journal of Preventive Medicine*, Oct-Dec, Vol. 2, Iss. 4, pp. 203–215. [<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3237262/>]
- Robinson-Garcia, Nicolas; Mongeon, Philippe; Jeng, Wei; Costas, Rodrigo.** (2017), „DataCite as a novel bibliometric source: Coverage, strengths and limitations.“ *Journal of Informetrics*, Vol. 11, 2017, pp. 841–854.
- Rogers, Patricia; Hawkins, Andrew; McDonald, Bron; Macfarlan, Alice; Milne, Chris.** (2015), „Choosing appropriate designs and methods for impact evaluation.“ Australian Government, 2015, 85 p. [<https://industry.gov.au/Office-of-the-Chief-Economist/Publications/Documents/Impact-evaluation-report.pdf>]
- Royal Society, the.** (2016), „UK research and the European Union The role of the EU in international research collaboration and researcher mobility.“ 38 p. [<https://royalsociety.org/~media/policy/projects/eu-uk-funding/phase-2/EU-role-in-international-research-collaboration-and-researcher-mobility.pdf>]
- Royal Society, the.** (2018), „A snapshot of UK research infrastructures.“ The Royal Society, A report produced with the support of UCL Public Policy, 2018, 32 p. [<https://royalsociety.org/~media/policy/Publications/2018/snapshot-uk-research-infrastructures.pdf>]
- RT.** (2013), „Alameetme «Väikesemahulise teaduse infrastruktuuri kaasajastamine Eesti teadus- ja arendusasutuste teadusteamade sihtfinantseerimise raames» tingimused.“ Riigi Teataja, VV määrus, RT I, 19.06.2013, 14. [<https://www.riigiteataja.ee/akt/13173078?leiaKehtiv>]
- RT.** (2015), „Riikliku tähtsusega teaduse infrastruktuuri toetamine teekaardi alusel.“ Riigi Teataja, VV määrus, RT I, 28.07.2015, 3. [<https://www.riigiteataja.ee/akt/128072015003>]
- RT.** (2017), „Raamatupidamise seadus.“ Riigi Teataja, RT I, 09.05.2017, 30. [<https://www.riigiteataja.ee/akt/125052012016?leiaKehtiv>]
- Russell Group.** (2010), „The economic impact of research conducted in Russell Group universities.“ [<http://russellgroup.ac.uk/media/5256/economic-impact-of-the-capital-investment-plans-of-the-russell-group-universities.pdf>]
- Rõõm, T.** (2007), „Haridus ja tööturg Eestis.“ *Eesti Panga Toimetised*, 12, 2007, 66 lk. [http://dspace.ut.ee/bitstream/handle/10062/40734/Kutsehar_HaridusjaTooturg.pdf?sequence=1&isAllowed=y]

- Räim, Toivo.** (2018), „Teadustaristu teekaardi uuendamine.“ Ettekande slaidid seminaril „Teadustaristu teekaart 2018 infopäev – 27.02.2018“, Dorpati konverentsikeskus, Tartu.
[http://www.etag.ee/wp-content/uploads/2018/02/2018-02-27_infopaev_teekaart.ppt]
- Rönnebro, E. C. E.** (2012), „Technology and manufacturing readiness of early market motive and non-motive hydrogen storage technologies for fuel cell applications.“
[http://www.pnnl.gov/main/publications/external/technical_reports/PNNL-21473.pdf]
- Schaltegger, S., Burritt, R.** (2000), „Contemporary environmental accounting: Issues, concepts and practice.“ 2000. Greenleaf, 462 pp.
- Science|Business.** (2017), „Research and Innovation: How to get more impact? A public consultation carried out for the Estonian Presidency of the EU.“ EU2017.EE, 2017, 22 p.
[<https://www.eu2017.ee/sites/default/files/inline-files/Research%20and%20Innovation%20How%20to%20get%20more%20impact.pdf>]
- Silvello, G.** (2018), „Theory and practice of data citation.“ *Journal of the Association for Information Science and Technology*, Vol. 69, Iss. 1, 2018, pp. 6-20.
- Small Advanced Economies Initiative (SAEI).** [<http://www.smalladvancedeconomies.org>]
- Stark, A.** (2007). Which fields pay, which fields don't?: An examination of the returns to university education in Canada by detailed field of study. Department of Finance, Economic and Fiscal Policy Branch.
- Stern, Elliot; Stame, Nicoletta; Mayne, John; Forss, Kim; Davies, Rick; Befani, Barbara.** (2012), „Broadening the range of designs and methods for impact evaluations report of a study commissioned by the department for international development.“ OECD Development Assistance Committee (DAC), Department for International Development, Working Paper 38, April 2012, 127 p.
- Stokes, D. E.** (2011). Pasteur's quadrant: Basic science and technological innovation. Brookings Institution Press.
- Swedish Research Council.** (2015), „The Swedish Research Council's guide to research infrastructures 2014.“ The Swedish Research Council, 2015, 175 p.
- Swedish Research Council.** (2017), „The European spallation source – a world-leading tool for research, education and innovation: the Swedish research council's proposal for a strategy for Swedish participation in and hosting of ESS.“ Swedish Research Council, 2017, 13 p.
- Zuijdam, F.; Boekholt, Patries; Deuten, Jasper; Meijer, Ingeborg; Vermeulen, Niki.** (2011), „The role and added value of large-scale research facilities.“ Technopolis Group report, 2011, 62 p.
[http://www.technopolis-group.com/wpcontent/uploads/2011/02/1379_Report_Large-scale_Research_Facilities_EN1.pdf]
- Zuijdam, Frank; Boekholt, Patries; Deuten, Jasper; Meijer, Ingeborg; Vermeulen, Niki.** (2011), „The role and added value of large-scale research facilities.“ Technopolis Group, Final report, 2011, 62 p. [http://www.technopolis-group.com/wp-content/uploads/2014/05/1379_Report_Large-scale_Research_Facilities_EN.pdf]
- Tammaru, T.** (2016), „Doktorikraad ja teadustöötajad tööturul: Eesti Euroopa riikide võrdluspeeglis.“ J. Allik, U. Varblane, T. Tammaru, K. Raudvere (toim), Eesti Teadus 2016. Tartu: SA Eesti Teadusagentuur. [<http://hdl.handle.net/10062/55419>]
- Tassey, G.** (2008), „Globalization of technology-based growth: The policy imperative.“ *The Journal of Technology Transfer*, Vol. 33, Iss. 6, pp. 560–578.
- Teadmistepõhine Eesti.** (2013), „Eesti teadus- ja arendustegevuse ning innovatsiooni strateegia 2014–2020 „Teadmistepõhine Eesti“.“
[<https://www.riigiteataja.ee/aktiivisa/3290/1201/4002/strateegia.pdf#>]

- Technopolis.** (2012), „The Evolution of the Knowledge Triangle.“ The Tehchnopolitan, July 2012 - N° 09, 8. p. [<https://www.technopolis-group.com/wp-content/uploads/2014/02/Technopolitan9.pdf>]
- Tedersoo, Leho; Milani, Lili; Kurig, Heisi.** (2017), „Eesti tippteadus ja selle probleemid.“ Riigikogu Toimetised 36/2017, lk. 225-233.
- Thomasson, Anna; Carlile, Colin.** (2017), „Science facilities and stakeholder management: how a pan-European research facility ended up in a small Swedish university town.“ *Physica Scripta*, Vol. 92, No. 6, 2017, 32 pp.
- Thorley, Charlotte; Alho, Ivo; Fiaschi, Maryline.** (2017), „Research and Innovation: How to get more impact?“ A public consultation carried out for the Estonian Presidency of the EU, EU2017.ee, Science|Business, 2017, 22 p. [<https://www.eu2017.ee/sites/default/files/inline-files/Research%20and%20Innovation%20How%20to%20get%20more%20impact.pdf>]
- Tilford, S.; Whyte, P.** (2011), „Innovation: How Europe can take off. London: Centre for European Reform.“ [https://www.cer.org.uk/sites/default/files/publications/attachments/pdf/2011/rp_998-139.pdf]
- Toom, K.; Olesk, A.; Ruusalepp, R.; Kaal, E.; Mandre, S.; Vaikmäe, R.** (2017), „Avatud teadus Eestis ja Euroopas: võimalikkus ja potentsiaal erinevate sidusgruppide vaates.“ Tallinn: Tallinna Ülikool ja Eesti Teaduste Akadeemia, 2017, 96 lk.
- TÜ.** (2015), „Eesti ülikoolid suurendasid teadusandmete jagamist ja kättesaadavust.“ Tartu Ülikooli raamatukogu, 2015. [<https://utlib.ut.ee/eesti-ulikoolid-suurendasid-teadusandmete-jagamist-ja-kattesaadavust>]
- UK.** (2016), „The UK Knowledge and Research Landscape: A report on available resources.“ 2016, 32 p. [<http://www.rcuk.ac.uk/documents/documents/ukknowledgeandresearchlandscapereport-pdf/>]
- Ukraini, Kadri; Looga, Jaan; Ülper, Aivo.** (2015), „Teadustöö majanduslike mõjude avaldumine Eestis premeeritud tehnoloogiaid hõlmavates sektoraalsetes innovatsioonisüsteemides.“ SA Eesti Teadusagentuur poolt tellitud uurimus, Tartu Ülikool, 2015, 193 lk. [<http://www.etag.ee/wp-content/uploads/2014/02/L%C3%B5pparuanne-teaduse-rakendatavus-14092015-FIN.pdf>]
- Ukraini, Kadri; Timpmann, Kadi; Kanep, Hanna; Eerma, Diana.** (2017), „Ülikoolide mõju väikeriigi ühiskonna ja majanduse arengule.“ Riigikogu Toimetised 36, 2017, lk. 211-224.
- Universities Scotland.** (2013). Grow export attract support: Universities' contribution to Scotland's economic growth, 2013, 28 p. [<http://www.universities-scotland.ac.uk/uploads/Grow%20Export%20Attract%20Support%20Universities%20Scotland.pdf>]
- Waijjer, Cathelijn J. F.; Heyer, Anne; Kuli, Sara.** (2016), „Effects of appointment types on the availability of research infrastructure, work pressure, stress, and career attitudes of PhD candidates of a Dutch university.“ *Research Evaluation*, Vol. 25, Iss. 4, 2016, pp. 349-357.
- Valks, Bart; Arkesteijn, Monique; Den Heijer, Alexandra; Vande Putte, Herman.** (2018), „Smart campus tools - adding value to the university campus by measuring space use real-time.“ *Journal of Corporate Real Estate*, accepted unpublished paper, 2018, 11 p. [<https://doi.org/10.1108/JCRE-03-2017-0006>]
- Wallquist, M.** (2014), „Chalmers research infrastructure: Principles and governance.“ Chalmers University of Technology, Dnr C2013/301, Beslutat av Alf-Erik, Almstedt, Vicerektor för forskning, 2014-02-03, Riktlinjer för Chalmers, forskningsinfrastruktur, M. Wallquist 2014, 7 p. [<https://www.chalmers.se/insidan/EN/about-chalmers/policies-rules/research/#>]

- Wallquist, M.; Almstedt, A.-E.** (2014), „Chalmers research infrastructures Roadmap for 2014-2018 and beyond.“ Chalmers University of Technology, Dnr C 2014-0092, 2014, 21 p.
[<https://www.chalmers.se/insidan/EN/about-chalmers/policies-rules/research/#>]
- Walton, Graham; Matthews, Graham.** (2017), „Exploring Informal Learning Space in the University: A Collaborative Approach.“ Routledge, 2017, 182 p.
- Van De Wal, Nino.** (2013), „The Process of Tacit Knowledge Transfer: An Empirical Study on Managing the Transfer of Tacit Knowledge in Innovation Projects.“ Master Thesis Organization Studies 2012-2013, 2013, 109 p.
- Van Dijck, José; Van Saarloos, Wim.** (2017), „The Dutch Polder Model in science and research.“ Royal Netherlands Academy of Arts and Sciences, Amsterdam, 2017, 84 p.
[<http://www.oopen.org/download?type=document&docid=638015>]
- Wang, Jianzhong Jay; Datta, Koushik.** (2002), „A Life-Cycle Cost Estimating Methodology for NASA-Developed Air Traffic Control Decision Support Tools.“ NASA/CR-2002-211395, Prepared for NASA Ames Research Center, 2002, 22 p.
[<https://ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa.gov/20020079430.pdf>]
- Varblane, U., Ukrainski, K.** (2016), „Teadus- ja arendustegevus ja tootlikkus rahvusvahelises võrdluses.“ J. Allik, U. Varblane, T. Tammaru, K. Raudvere (toim), Eesti Teadus 2016. Tartu: SA Eesti Teadusagentuur, lk 33-43.
[http://dspace.ut.ee/bitstream/handle/10062/55419/TA_teaduskogumik_veeb.pdf?sequence=1&isAllowed=y]
- Wilkinson, M. D.; Dumontier, M.; Aalbersberg, I. J.; et al.** (2016), „The FAIR guiding principles for scientific data management and stewardship.“ Scientific Data 3, Article No. 160018.
[<https://www.nature.com/articles/sdata201618>]
- Williams, Calvin F.** (2014), „NASA Facilities and Real Estate.“ NASA, Presentation at November 19th, 2014, 35 p. [https://www.nasa.gov/sites/default/files/atoms/files/facilities_presentation_tagged.pdf]
- Williams, W. L., Eiseman, E., Lanrede, E. Adamson, D. M.** (2009). Demonstrating and communicating research impact. Preparing NIOSH Programs for External Review.
[<http://www.rand.org/pubs/monographs/MG809.html>]
- Wilsdon, J.; Allen, L.; Belfiore, E.; et al.** (2015), „The Metric Tide: Report of the Independent Review of the Role of Metrics in Research Assessment and Management.“ The Higher Education Funding Council for England (HEFCE) Analytical Services Directorate, 2015, 178 p. DOI: 10.13140/RG.2.1.4929.1363
[http://www.hefce.ac.uk/media/HEFCE,2014/Content/Pubs/Independentresearch/2015/The,Metric,Tide/2015_metric_tide.pdf]
- Wissenschaftsrat.** (2011), „Recommendations on Research Infrastructures in Humanities and Social Sciences.“ Drs. 10465-11, Berlin 28 01 2011, 89 p.
[https://www.wissenschaftsrat.de/download/archiv/10465-11_engl.pdf]
- Wissenschaftsrat.** (2013), „Science-driven Evaluation of Large Research Infrastructures for the National Roadmap – Pilot Phase.“ Wissenschaftsrat, Background information, Berlin, 29.04.2013, 8 p. [https://www.wissenschaftsrat.de/download/archiv/hginfo_1513_engl.pdf]
- Wissenschaftsrat.** (2017), „Report on the Sciencedriven Evaluation of Large-scale Research Infrastructure Projects for Inclusion in an National Roadmap.“
[https://www.wissenschaftsrat.de/download/archiv/6410-17_engl.pdf] 2017, 259 p.

Wouters, P.; et al. (2015), „The Metric Tide: Literature Review (Supplementary Report I to the Independent Review of the Role of Metrics in Research Assessment and Management).“ The Higher Education Funding Council for England (HEFCE) Analytical Services Directorate, 2015, 200 p. DOI: 10.13140/RG.2.1.5066.3520

VV määrus. (2017), „Riikliku tähtsusega teaduse infrastruktuuri toetamine teekaardi alusel.“ RT I, 28.07.2015, 3.

Andmebaasid

CESSDA ERIC – Consortium of European Social Science Data Archives (CESSDA), European Research Infrastructure Consortium (ERIC) [<https://www.cessda.eu/>]

Leiden Ranking – CWTS Leiden Ranking [<http://www.leidenranking.com/>]

Soome TI – Finland’s research infrastructure database [<http://infrascience.fi/>]

Lisa 1. Intervjuu plaan – vaatlus ja seire

Intervjuu plaan: teadusinfrastruktuuri vaatlus ja seire

1. Mida mõistetakse Teie ülikoolis (riigis) teadusaparatuuri ja -infrastruktuuri all? Kuidas seda defineeritakse?
2. Kas Teie ülikoolis (riigis) jaotatakse teadusaparatuur ja -infrastruktuur erinevatesse tüüpidesse ja/või kategooriatesse? Kui jah, siis kuidas ja millistesse?
3. Kas Te hindate teadusaparatuuri ja -infrastruktuuri kasutamist? Kui jah, siis miks see on Teie jaoks vajalik?
4. Mida Te teadusaparatuuri ja -infrastruktuuri kasutamisel jälgite ja analüüsite? Kulutõhusus, teadustulemused, ...?
5. Kuidas Te hindate teadusaparatuuri ja -infrastruktuuri kasutamist? Mis meetodeid Te kasutate?
6. Kas Te kasutate indikaatoreid? Kui jah, siis milliseid ja miks just neid?
7. Millised on erisused meetodite ja indikaatorite kasutamises erinevate teadusaparatuuri ja -infrastruktuuri tüüpide ja/või kategooriate vahel (kui vastus küsimusele 2 on jaatav)?
8. Mis on nende meetodite ja indikaatorite eelised ja puudused?
9. Mida tuleks paremini teha? Kuidas?

Lisa 2. Intervjuu plaan – eksperdid

Interview questions for RITA project:

„Developing on methodology for the evaluation of research equipment and infrastructure”

University of Tartu

- **Aim of the project:**

The aim of the research is to develop a methodological conceptual framework for the evaluation of the efficiency and performance of the university research equipment and infrastructure, based on ESFRI, OECD and other international practices.

- **Interview questions:**

1. What is understood under the term of research equipment and infrastructure in your university (country)? How is it defined?
2. Is the research equipment and infrastructure in your university (country) classified or divided into different types and/or categories? If yes, then how and into what types and/or categories?
3. Do you evaluate the use and performance of your research equipment and infrastructure? If yes, then why is it necessary for you?
4. Are you classifying the research equipment and infrastructure especially for their evaluation? If yes, then how it is done, i.e., based on which criteria or parameter are those assets classified for the evaluation?
5. What do you monitor and analyse concerning the use of research equipment and infrastructure? Cost-efficiency, research output, or sth else?
6. How do you evaluate the use of research equipment and infrastructure? I.e., what kind of methodology and methods do you use?
7. Do you use indicators (e.g., KPIs) for the evaluation of research equipment and infrastructure? If yes, then what indicators and why exactly these ones?
8. What are the differences in methods and indicators used between different types and/or categories of research equipment and infrastructure (if the answer to Q2 is yes)?
9. What are the advantages and deficiencies of these methods and indicators?
10. What should be improved? How?
11. How do you monitor the user needs for the infrastructure? Do you measure how those needs are met?
12. How do you evaluate the use and the efficiency of the participation in international research infrastructure?

Thank you already in advance!

Lisa 3. Intervjuu plaan – fookusgrupid

Fookusgrupi intervjuu plaan

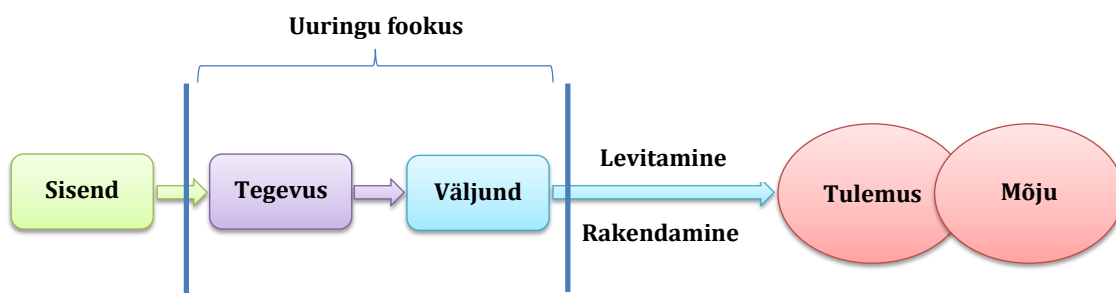
RITA uuringule „Teadusaparatuuri ja -infrastruktuuride kasutamise hindamise meetodika väljatöötamine“

- **Uuringu eesmärk:**

Töötada välja meetodilis-kontseptuaalne raamistik teadusaparatuuri ja -infrastruktuuri (TI) kasutamise hindamiseks.

- **Uuringu fookus:**

Olemasoleva, st juba välja arendatud või arendamisel oleva, TI tegevuse ja väljundi hindamine (vt joonis 1).



Joonis 1. Loogilisel mudelil põhinev teadusaparatuuri ja -infrastruktuuri kasutamise, kasutamise väljundi ning tulemuslikkuse ja mõju hindamise meetodiline raamistik. (Allikas: autorite koostatud erinevate autorite põhjal)

- **Fookusgrupi intervjuu eesmärk:**

Selgitada välja sobivaimad TI kasutamist mõõtvad indikaatorikomplektid erinevates TI kategooriates.

- **Fookusgrupi intervjuu küsimustik:**

- I Teadustaristu avatus**

13. Kuidas Te hindate enda poolt kasutatava teadustaristu avatust ja teenuste kättesaadavust erasektorile ja/või teistele teadus- ja uurimisasutustele?
14. Kui suure osatähtsusega on erasektori osa TIga seotud sissetulekutest?
15. Kuidas teete kindlaks teadustaristuga seotud teenuste vajalikkust ning vajadusi uute teenuste järgi?

II Teadustaristu kategoriseerimine ja klassifitseerimine

16. Mis on Teie arvates teadusaparatuur ja -infrastruktuur (TI) ning kuidas või mille alusel Teie TI'd enda jaoks defineerite?
17. Palun märkida, millisesse alljärgnevalt toodud kategooriasse te paigutaksite enda poolt kasutatava teadustaristu?
 - Lokaalne taristu (*single-sited*) – vahendid, teadmised, materjalid ja nendega seotud tegevused asuvad füüsiliselt ühes kohas.
 - Delokaliseeritud (hajutatud asukohaga) taristu (*distributed*) – vahendid, teadmised, materjalid ja nendega seotud tegevused asuvad füüsiliselt erinevates kohtades, kuid moodustavad omavahel üksteist täiendava süsteemi.
 - Virtuaalne taristu (*virtual*) – arhiivid, repositooriumid, andmesidevõrgustikud jne ja nendega seotud teenused.
18. Lähtudes eeltoodud üldistest kategooriatest, millisesse alamkategooriasse paigutaksite enda poolt kasutatava TI? Palun nimetada see alamkategooria oma sõnadega ning võimalusel täpsustada.
19. Millised on Teie poolt kasutatavale teadustaristule kõige iseloomulikud tunnused?

III Teadustaristu kasutamist mõõtvad indikaatorid

20. Kas teie poolt kasutataval taristul on taristu loomise hetkest ette antud indikaatorid ja nende sihttasemed?
21. Kas ja kui aktiivselt Te olete ise seotud enda kasutatava teadustaristu kasutamismõõdikute/-indikaatorite valimisega ning nende sihttasemete/-suuruste määramise ja paikapnemisega?
22. Juhul, kui Teie poolt kasutataval teadustaristul on olemas kasutust mõõtvad indikaatorid, siis palun põhjendada, miks on välja valitud justnimelt need ja mitte teistsugused mõõdikud?
23. Kas indikaatorite sisendandmed on teile täpselt teada ja nende suurused kergesti mõõdetavad ja/või hinnatavad? Näiteks:
 - TI seotud kulud ja tulud?
 - Kasutajate arv?
 - Kasutuskordade arv?
 -
24. Kas indikaatoritega seotud sisendandmete kogumiseks on Teil loodud ja olemas eraldi keskkond, kuhu andmed automaatselt kokku kogutakse?

25. Juhul, kui Teil esineb probleeme indikaatorite sisendmuutujate suuruse hindamisega, siis millised need probleemid on?
26. Juhul, kui Teil on esinenud probleeme indikaatorite etteantud sihttasemete saavutamise, siis millised on need põhjused, mille pärast on jäänud sihttasemed saavutamata?
27. Palun arutleda teemal, millised on või võivad olla potentsiaalsed riskid ja ohud seoses Teie poolt kasutatava teadustaristu kasutamise ning samas ka kasutamist mõõtvate indikaatorite sihtsuuruste saavutamise.
28. Seoses punktis 11 tooduga:
- Millega piirneb Teie vastutus Teie poolt kasutatava teadustaristuga?
 - Kuidas on teadustaristu kasutamise seotud vastutus jaotatud erinevate kasutajate vahel?
 - Kuidas on Teie poolt mainitud teadustaristu riskid maandatud?
29. Mida saaks ja võiks Teie arvates seoses senise TI kasutamise hindamisega muuta ja mida võiks teha paremini?
30. Millise meetodika ja/või indikaatorite järgi võiks teie hinnangul hinnata Eesti osalust rahvusvahelises teadustaristus? Sh-s:
- Mida on Teie arvates rahvusvahelise teadustaristu kasutamise hindamisel vaja silmas pidada?
31. Palun valida välja allpool toodud nimekirjast **vähemalt 5 Teie teadustaristule kõige sobivamat indikaatorit** ning palun sealjuures põhjendada oma valikut.

NB! Juhul, kui Te soovite allolevatele midagi täiendavalt juurde lisada või sõnastust muuta, siis palun seda julgesti teha!

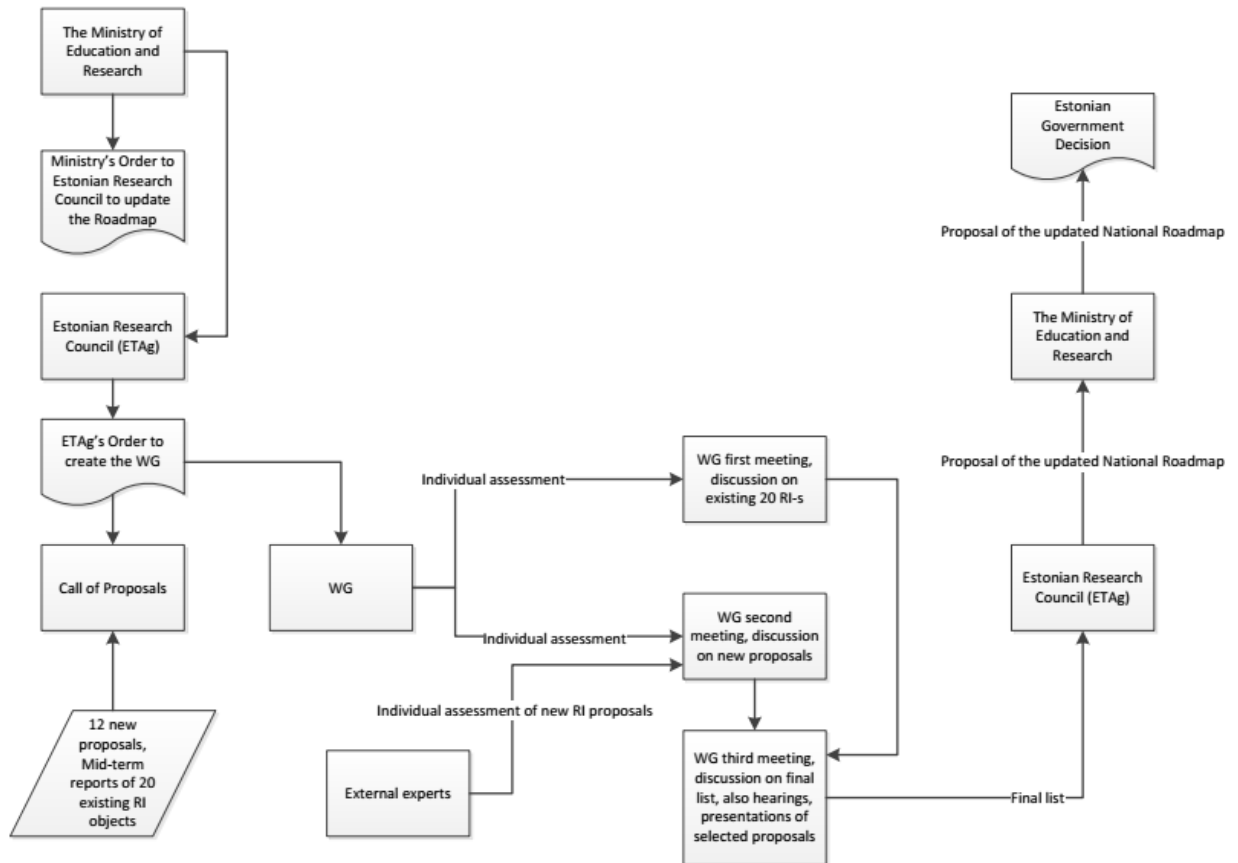
- **TI kasutamise indikaatorid:**

TI tegevusfaasis toimub teadusaparatuuri ja infrastruktuuri kasutamine, mille mõõtmiseks on käesoleva meetodika autorid välja pakkunud alljärgnevad kasutusindikaatorite või -mõõdikute komplektid:

[Alljärgnevalt oli esitatud nimekiri indikaatoritest, mis on leitav peatükist 5.2]

Suur tänu Teile uuringus osalemast ja kaasa mõtlemast!

Lisa 4. Eesti teadusinfrastruktuuri teekaardi uuendamise protsess 2013. aastal



Allikas: ETAg.

Lisa 5. Teadusaparatuuri ja -infrastruktuuri kasutamise väljundnäitajad

Väljundi kategooria	Väljundi alamkategooria	Kirjeldus ja näited
1. Artikkel teadusajakirjas	a) Artikkel	<ul style="list-style-type: none"> Täisteadusartikkel olenemata avaldamiskohast (nt erialases ajakirjas, teadusajakirjas) Kriitiline teadustekst, mis ilmub artikli vormis
	b) Kiri	<ul style="list-style-type: none"> Kirjad (ajakirja) toimetajale
	c) Ülevaade	<ul style="list-style-type: none"> Ülevaateartikkel teadusajakirjas, v.a.: <ul style="list-style-type: none"> ✓ raamatuülevaade, midavõib jaotada muude ülevaadete kategooriasse
	d) Kiire kommunikatsioon	<ul style="list-style-type: none"> Lühikesed artiklid teadusajakirjades, mis sisaldavat väga originaalset ja olulist materjali
	e) Parandus	<ul style="list-style-type: none"> Autori parandus ajakirjaartiklile
	f) Lisa (ingl k <i>addendum</i>)	<ul style="list-style-type: none"> Autori lisa juba avaldatud artiklile
	g) Toimetaja kommentaar	<ul style="list-style-type: none"> Juhtkiri teadusajakirjas
	h) Diskussiooniartikkel	<ul style="list-style-type: none"> Lühike diskussiooniartikkel teadusajakirjas, mis kriitiliselt käsitleb teatud tulemusi või andmeid avaldatud teadusartiklites
2. Konverentsid	a) Lühikokkuvõte/teesid (ingl k <i>abstract</i>)	<ul style="list-style-type: none"> Artikli lühikokkuvõte või teesid, mis ilmuvad konverentsiteeside kogumikus (ingl k <i>proceedings</i>), mille reeglina on kas ISBN või ISSN number ning nad on avaldatud alljärgnevas formaadis: <ul style="list-style-type: none"> ✓ konverentsiteeside kogumikväljaandes ✓ teadusajakirja spetsiaalses või tavapärasel väljaandes ✓ raamat või monograafia ✓ veebileht
	b) Konverentsiartikkel (ingl k <i>conference paper</i>)	<ul style="list-style-type: none"> Kirjalik täisartikkel, mis ei ilmu avaldatud konverentsikogumikus.
	c) Konverentsikogumik (ingl k <i>proceedings</i>)	<ul style="list-style-type: none"> Kirjalikud täisartiklid, mis ilmuvad avaldatud konverentsikogumikus. Konverentsikogumik omab reeglina kas ISBN või ISSN numbrit ning võib olla publitseeritud kas kogumiku numbris või seerias. Ajakirja normaal- või eriväljaanne. Raamat või monograafia. Veebileht.
	d) Muu	<ul style="list-style-type: none"> Paneeldiskussioon, kus diskussioon on salvestatud. <p>Välja arvatud:</p> <ul style="list-style-type: none"> Konverentsiartikli lühikokkuvõte (ingl k <i>conference abstract</i>). Konverentsi suuline ettekanne. Konverentsi artikkel. Konverentsiartikkel, mis on avaldatud ametlikus kogumikus. Konverentsi poster. <p>Sessiooni juhid ja moderaatorid.</p>
3. Ettekanne	Suuline ettekanne konverentsil	<p>Konverentsi suuline ettekanne, k.a. peaesinejana või kutsutud esinejana.</p> <p>Välja arvatud:</p> <ul style="list-style-type: none"> Suuline konverentsiettekanne, millega kaasneb täispikkuses kirjalik teadusartikkel või mis ilmub publitseeritud konverentsikogumikus (kategoriseerub „konverentsid“ alla).

	Suuline ettekanne, mis ei ole konverentsi-ettekanne	Näiteks: <ul style="list-style-type: none"> • Professori inaguratsiooniloeng • Avalik kõne/loeng
4. Poster/plakat		<ul style="list-style-type: none"> • Poster-ettekanne konverentsil, sümposionil ja muudel üritustel.
5. Peatükk		<p>See kategooria viitab panusele toimetatud raamatutes.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sissekanded toimetatud raamatus. • Sissekanded entsüklopeedias, sõnaraamatutes ja refereeritud töödes. • Sissekanded õpikutes, mis sisaldavad märkimisväärset osal uurimistööd • Sissekanded teadusväljaannetes • Sissekanded muudetud või uutes väljaannetes, mis sisaldavad märkimisväärset uut uurimismaterjali. • Juhtkirjad. • Sissejuhatused. • Eessõnad • Olulise toimetamistööga peatüki-pikkuses tõlked, mis võrduvad olemuslikult uurimistööga.
6. Raport / aruanne	a) Tellitud aruanne (ingl k <i>commissioned report</i>)	<ul style="list-style-type: none"> • Aruanded (ei ole konfidentsiaalsed, tellitud ja / või rahastatud välise organisatsiooni poolt), mis sisaldavad aruandeid eraettevõtetele, riigiasutustele, riigiülesed ja mitteriiklikele organisatsioonidele.
	b) Konfidentsiaalne aruanne (ingl k <i>confidential report</i>)	<ul style="list-style-type: none"> • Konfidentsiaalsed aruanded, mille on tellinud ja / või rahastanud välisorganisatsioonid, sealhulgas aruanded eraettevõtete, valitsusasutuste, riigiüleste organisatsioonide ja valitsusväliste organisatsioonide kohta.
	c) Tehniline raport (ingl k <i>technical report</i>)	<ul style="list-style-type: none"> • Uurimistööd, mida levitatakse arutelu soodustamiseks ja läbivaatamise ettepanekute tegemiseks enne lõplikku väljaandmist viitena ajakirjades või muudes väljaannetes; avaldatakse sageli osakondade või uurimiskeskuste seerias, sageli koos ISSN-i või ISBN-numbriga, mis on laialdaselt kättesaadavad paberkandjal või elektroonilisel kujul.
	d) Töös olevad artiklid (ingl k <i>working paper</i>)	<ul style="list-style-type: none"> • Uurimistööd, mida levitatakse arutelu soodustamiseks ja läbivaatamise ettepanekute tegemiseks enne lõplikku väljaandmist viitena ajakirjades või muudes väljaannetes. Need on sageli osakondade või uurimiskeskuste avaldatud seerias, sageli koos ISSN-i või ISBN-numbriga ning on laialdaselt kättesaadavad paberkandjal või elektroonilisel kujul.
7. Väitekirjad/ Dissertatsioon	a) Doktoritöö (ingl k <i>PhD thesis</i>)	<ul style="list-style-type: none"> • Töötaja enda doktoritöö, kas doktorikraad või muu doktorikraad <p>Välja arvatud:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Doktoritöö, mida töötaja on juhendanud.
	b) Magistritöö (ingl k <i>Master's thesis</i>)	<ul style="list-style-type: none"> • Töötaja enda magistritöö <p>Välja arvatud:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Magistritööd, mida töötaja on juhendanud.
8. Raamat	a) Raamat	<p>Autoriseeritud raamat: autoriseeritud raamat peab olema kirjutatud kas täielikult ainult ühe autori või kaasautorite poolt, kes jagavad vastutust kogu raamatu eest.</p> <p>Kaasa arvatud:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Raamatu-pikkuses teaduspublikatsioonid. • Uurimismonograafiad. • Õpikud, mis baseeruvad olulisel määral autori(te) enda uuringul. • Parandatud / uued väljaanded eeltoodutest, mis sisaldavad olulisel määral uut uurimismaterjali

		<ul style="list-style-type: none"> • Raamatu-pikkuses novell, näitemäng, tsenaarium/käsikiri. • Raamatu-pikkuses näidendite kollekstioon, luulekogu, lühijutustused või muu loominguline kirjutus. <p>Toimetatud raamat: Raamatu või köite toimetamine, milles üksikud peatükid või osad on kirjutatud erinevate autorite poolt.</p> <p>Kaasa arvatud:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Redigeeritud raamatud või väljaanded. • Õpikud või entsüklopeediad, kus on vaja märkimisväärseid taustauuringuid. • Kommenteeritud antoloogiad, kus uuring teavitab antoloogiast. • Muudetud või uus väljaanne eespooltoodutest, mis sisaldavad olulisel määral uut uurimismaterjali.
	b) Monograafia	Sama, mis „Raamat“ alamkategoria eespool.
	c) Tõlketöö	<ul style="list-style-type: none"> • Kirjanduslikud tõlked, kus need sisaldavad märkimisväärset toimetööd teadustöö iseloomu järgi. <p>Välja arvatud:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Peatükkide pikkuses tõlked isegi siis, kui need sisaldavad märkimisväärset toimetamistööd teadustöös. <p>Need tuleks liigitada peatükis.</p>
9. Etteaste (ingl k <i>performance</i>)		<p>Tunnustatud juhtivate esitus- või meediakunstide praktikute tööd (nt näitleja, muusik, tantsija, režissöör, dramaturg, koreograaf, disainer, dirigent või muu loominguline kunstnik). Kaasaarvatud soolettekanded ning märkimisväärset panust ettekannetele, mis on läbi viidud kas grupi või mitmete isikute poolt.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kontserdid ja soolokontserdid. • Tantsukoreograafia. • Etenduste juhtimine, lavastamine ja/või tootmine. • Improviseeritud etteaste. • Avalikult kättesaadavad raadio- või muud helisalvestised või audiovisuaalsed salvestused, sh-s CDd ja DVDd. • Teatritendused (draama, tants, ooper, muusikateater)
10. Meedia (film/TV/video)		<ul style="list-style-type: none"> • Film: avalikult esitatavate lühifilmide ja/või mängufilmide kirjutamine, tootmine ja/või tootmise juhtimine. • TV: televisiooni dokumentaalfilmide ja/või programmide kirjutamine, juhtimine ja/või tootmine. • Video: teaduslikud teosed esitatakse audiovisuaalses vormis, mis hõlmavad uurimistulemuste esitamist ja faktilist teavet.
11. Artefakt		<p>Näiteks:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Artefaktid • Objektid • Füüsilises vormis kunstiteos • Käsitöö <p>Vt ka Näituste kategoria</p>
12. Patent/kaubamärk		<ul style="list-style-type: none"> • Avaldatud patendikoostöölepingu (<i>Patent Cooperation Treaty, PCT</i>) taotlused või üks avaldatud patenditaotlustest, mis tulenevad esialgsest patenditaotlusest. • Autoriõigused. • Kaubamärgid.
13. Näitus		<ul style="list-style-type: none"> • Esialgsed kunstiteosed ja/või disainilahendused eksponeeritakse tunnustatud galeriis, muuseumis, kunstniku raamatus või elektroonilises vormingus. • Näituse kureerimine. • Isikunäitused.

		<ul style="list-style-type: none"> Märkimisväärne panus näitustel grupi või üksikute isikute poolt.
14. Teadusväljaanne (ingl k <i>scholarly edition</i>)		<ul style="list-style-type: none"> Olemasolevate tekstide ja dokumentide väljaanded ja tõlked eesmärgiga saavutada usaldusväärsus, sageli lisades juurde sissejuhatus ja segitavad märkused.
15. Tarkvara (ingl k <i>software</i>)		<ul style="list-style-type: none"> Tarkvaratooted, sealhulgas üksikasjad, mis on vajalikud avatud lähtekoodiga raamatukogude jaoks.
16. Andmekogud (ingl k <i>dataset</i>)		<p>Andmebaasid, mis sisaldavad avaldatud andmekogumike püsivaid URL-e (http://www.datacite.org/).</p> <p>Andmebaasid pakuvad analüüside jaoks tavaliselt toorandmeid. Sellised toorandmed on sageli arvutustabeli vormis, kuid see võib olla mistahes andmete kogum, mille baasil saab analüüsi läbi viia.</p>
17. Joonis / kujutis		Joonised on tavaliselt fotod, graafikud ja staatilised pildid, mis oleksid traditsioonilistes pdf-väljaannetes esindatud.
18. Dokumendikogumik (ingl k <i>fileset</i>)		Failide/dokumentide grupid/rühmad, millele võib viidata kui ühekordsele tsiteeritavale URI-le (nt URL, DOI).
19. Composition		<ul style="list-style-type: none"> Muusikaline kompositsioon, millel on kas skoor või salvestus (elektroonilise muusika puhul) või mõlemad <i>Live</i>-esitusega salvestatud muusika, millel on nii skoor kui ka esitus (nt salvestus, programm või ülevaade). <p>Välja arvatud:</p> <ul style="list-style-type: none"> Improviseeritud ettekanne/-aste. <p>Need tuleks kategoriseerida alamgrupi „Etteaste“ alla.</p>
20. Interneti-publikatsioon		<ul style="list-style-type: none"> Internetis avaldatud teaduslik materjal, mis ei vasta muude spetsiifiliste kategooriate kriteeriumitele.
21. Disain		<ul style="list-style-type: none"> Omistatavad disainistandardid või muud standardid, tegevusjuhised või disainijuhendid Ehitis, rajatis, arhitektuur ja linnaplaneerimine Toiduainete ja -protsesside kujundamine Materjalide, seadmete ja piltide kujundamine Moe- ja tekstiilidisain Graafiline disain Illustratsioon Sisekujundus Tööstus- ja tootedisain Maastikuarhitektuur ja -disain Multimeedia kujundus Prototüübi disain Visuaalne kommunikatsioonidisain
22. Konfidentsiaalne teaduslik väljund (ingl k <i>confidential research output</i>)		<p>Kasutatav ainult selleks, et luua kohaloend teadusuuringute väljundites, kasutades Tõedusmaterjalide Portfelli. Kunagi ei tohi sisestada konfidentsiaalset infot teadusuuringute väljunditesse.</p> <p>Välja arvatud:</p> <ul style="list-style-type: none"> konfidentsiaalsed tellitud aruanded <p>Need tuleks liigitada "aruannetena"</p>
23. Muu		<p>Kõik väljundid, mis vastavad teadusuuringute määratlusele ja mida käesolevas juhendis muul viisil ei liigitata.</p> <p>Näited sisaldavad:</p> <ul style="list-style-type: none"> Faktilehed. Valitsusettepanek. Kliinilised juhised. Näitusekataloog.

- Avaldatud geoloogilised ja/või geomorfoloogilised kaardid ja selgitavad tekstid.
 - Ülekanded ja teksti-põhised meediaintervjuud (kus on tegu uurimis-, mitte ametialase tegevusega)
 - Ajalaheartiklid.
 - Filmide-, raamatute-, kataloogide- või näituste arvustused.
- Välja arvatud:
Arvamused, mis sobivad kategooriasse „Ajakirja artikkel: ülevaade“

Allikas: NZ 2018b.

