

TARTU ÜLIKOOL

Majandusteaduskond

Taavi Kirss

**NANOTEHNOLOOGILISE
KORROSIONIKINDLA KIHI LOOMISE
MEETODI TEOSTATAVUSANALÜÜSI
TEOSTAMINE TARTU ÜLIKOOLI
TEHNOLOOGIASIIRDE TALITUSE NÄITEL**

Magistritöö ärijuhtimise magistrikraadi taotlemiseks ettevõtluse ja tehnoloogia erialal

Juhendajad: professor Urmas Varblane, Siim Kinnas

Tartu 2017

Soovitan suunata kaitsmisele

(juhendaja nimi)

Kaitsmisele lubatud “ “ 2017. a

Olen koostanud töö iseseisvalt. Kõik töö koostamisel kasutatud teiste autorite tööd, põhimõttelised seisukohad, kirjandusallikatest ja mujalt pärinevad andmed on viidatud.

.....

Taavi Kirss

SISUKORD

Sissejuhatus	4
1. Teostatavusanalüüsi roll tehnoloogiasirdes	7
1.1 Tehnoloogiasiire ja selle koostisosad	7
1.2 Teostatavusanalüüsid ja nende liigid	18
1.3 Teostatavusanalüüsi läbimise etapid	24
2 Teostatavusanalüüsi tegemine.....	29
2.1 Teostatavusanalüüsi meetodika raamistiku tutvustus	29
2.2 Nanotehnoloogilise korrosioonikindla kihi loomise meetodi teostatavusanalüüs 32	
2.3 Teostatavusanalüüsi tulemused ja soovitused	46
Kokkuvõte	49
Viidatud allikad.....	53
Lisa 1. Teostatavusanalüüside võrdluses kasutatud teostatavusanalüüside loend	62
Lisa 2. Täieliku teostatavusanalüüsi struktuur	64
Summary	67

SISSEJUHATUS

Majandus- ja kommunikatsiooniministeeriumi 2015. aastal esitatud raportis tõi toonane ettevõtlusminister Liisa Oviir välja, et pidurdunud majandusarengu olukorras on tarvilik riigipoolne süsteemne lähenemine läbi innovatsioonipoliitika ettevõtlussektorile seatud kasvueesmärkide saavutamiseks. Samas analüüsis rõhutati lisaks probleemkohana kohaliku tippteaduse nõrka seotust riigi peamiste tööstusharudega, järeldades, et ettevõtted peavad protsessiinnovatsiooni teadusmahukast tooteinnovatsioonist kasumlikumaks (Kaarna et al 2015:4).

Seega saab järelda mitte potentsiaali puudumist, vaid selle kasutamata jätmist. Krugmani (1979) põhjal võib teadmiste- ja tehnoloogiasiirde kui võimaluse kasutamatajätmise märkimisväärsel määral pärssida nii riigi majanduskasvu, elatustaseme hoidmist/kasvatamist ja tehnoloogilise eelise säilitamist. Seetõttu on ärilist potentsiaali omava intellektuaalomandi kommertsialiseerimine ja seeläbi tehnoloogiasiirde toimumine kriitilise tähtsusega kohaliku ettevõtlussektori konkurentsivõime säilitamisel.

Tooteinnovatsiooni ja muude projektide eduka teostamise seisukohast on oluline eelnevalt analüüsida organisatsiooni kui projekti läbiviija ja projekti enda hetkeseisu ja arenguperspektiivi mõistmaks, milliseid tegevusi on tarvilik teostada. Projektide ettevalmistamise etappide osas on ÜRO Tööstusarengu Organisatsioon (*United Nations Industrial Development Organization - UNIDO*) andnud välja omapoolse juhendi projekti ettevalmistava analüüsi, teostatavusanalüüsi, koostamiseks. Teostatavusanalüüs aitab projektiga seotud osapooltel mõista nii selle tehnilist ja majanduslikku teostatavust kui ka selle teostamise ratsionaalsust ning annab seega saadaoleva informatsiooni põhjal võimalikult objektiivse hinnangu, kas projektiga on mõistlik jätkata.

Teostatavusanalüüside roll idee või projekti ettevalmistamise faasis tingib vajaduse määratleda ühiselt nii nende nimetus kui ka sisu. Käesoleval hetkel on nii eesti kui ka inglise keeles kasutusel erinevad terminid, mistõttu võib tekkida probleemseid olukordi

näiteks informatsiooni otsimisel. Eesti keeles kasutatakse sõnu „teostatavusanalüüs“, „teostatavusuuring“, „otstarbekusuuring“ jt. Lisaks on leidnud teostatavusanalüüside rolli ja olulisuse kirjeldamine vähest tähelepanu eestikeelsetes allikates, mistõttu eksisteerib erineva terminoloogiaga juhendeid, mis samas keskenduvad juba konkreetse projekti analüüsi struktuurile. Seetõttu on vajalik ka teoreetilise tagapõhja kirjeldamine eesti keeles.

Projekti CORRAL raames alustatud tööd jätkates arendati Tartu Ülikooli Kiletehnoloogia Laboris välja nanotehnoloogiline korrosioonikindla kihi loomise meetod, mis kombineerib anodeerimise aatomkihtsadestusega. Meetod annab tulemuseks erakordselt õhukese ja vastupidava kihi, mis kaitseb töödeldud metallobjekte korrosiooni eest (Advanced Corrosion Resistance Treatment 2016). Käesolevaks hetkeks ei ole tehtud kõnealusele tehnoloogiale teostatavusanalüüsi, mis on oluline esimene samm jätkusuutliku tehnoloogia komertsialiseerimise strateegia väljatöötamisel (Kinnas 2016). Teostatavusanalüüsi tegemine annab autorile väärtusliku kogemuse ning pädeva aluspõhja, et edaspidi tegeleda vastavasisuliste analüüside teostamisega.

Käesoleva magistritöö eesmärk on Tartu Ülikoolis välja töötatud anodeerimise ja aatomkihtsadestamise kombineerimisel saadava korrosioonikindla nanotehnoloogilise kihi loomise meetodi teostatavusanalüüsi tegemine ning analüüsi olemusest lähtuvalt välja pakkuda edasised tegevused meetodi arendamise või komertsialiseerimise osas.

Püstitatud eesmärgi saavutamiseks seab autor järgnevad uurimisülesanded, mille täitmine võimaldab avada teostatavusanalüüside sisu, rolli majanduses, struktuuri ning selle kohandamise võimalusi analüüsitava objekti eripäradest lähtuvalt:

1. Analüüsida tehnoloogiasirde olulisust ja selle rolli majanduse edendamises;
2. Analüüsida teostatavusanalüüside rolli osana tehnoloogiasirdest ja intellektuaalomandi komertsialiseerimise protsessist;
3. Sünteesida nanotehnoloogilise korrosioonikindla kihi loomise meetodi teostatavusanalüüsi tegemiseks sobiv analüüsi struktuur;
4. Teostada eelmises punktis mainitud meetodi teostatavusanalüüs.
5. Anda soovitusi kõnealuse meetodi komertsialiseerimise protsessi ja/või arendustegevuse tarvis.

Magistritöö esimene teoreetiline peatükk annab ülevaate teostatavusanalüüside rollist intellektuaalomandi kommertsialiseerimises ning tehnoloogiasiirde protsessis. Teostatavusanalüüside rolli avamisel on tuginetud Krugmani (1979) väljapakutud mudelile tehnoloogiasiirde olulisusest, Hanson et al (2015) intellektuaalomandit käsitlevale käsiraamatule, Mets et al (2014) materjalidele intellektuaalomandi kaitsest, Delmar ja Shane (2003), Vaghely ja Julien (2010), Ardichvili (2003), DaSilva ja Trkman (2013), Shepherd ja DeTienne (2005), Miller (1992) artiklitele ärivõimaluse tuvastamisest ja analüüside rollist ärivõimaluse arendamisel, Overton (2007), Arain, Campbell, Cooper, Lancaster (2010), Woken (2013) selgitustele teostatavusanalüüside sisust, Mackenzie ja Cusworth (2007) teostatavusanalüüside eesmärkide selgitamisele. Teostatavusanalüüside paigutuse ja struktuuri määratlemisel on tuginetud UNIDO käsiraamatule (1991) ning eelnevalt avaldatud mitmetele teostatavusanalüüsidele.

Töö teises osas kirjeldatakse Tartu Ülikoolis välja arendatud nanotehnoloogilise korrosioonikindla kihi loomise meetodit ning teostatavusanalüüsi metoodikat, mille alusel analüüs teostatakse. Empiirilises osas tehtav teostatavusanalüüs tugineb töö esimeses osas väljapakutud struktuurile. Tehtav analüüs läbib teostatavusanalüüsi olulisemad punktid, andes ülevaate käsitletavast meetodist, selle eelistest ning kommertsialiseerimise võimalustest. Analüüs tugineb Tartu Ülikooli tehnoloogiasiirde talituse poolt avaldatud materjalil ning meetodi välja töötanud teadlaste prof. Sammelselja ja Merisaluga peetud kirjavahetusel.

Käesoleva töö valmimisele aitasid kaasa märkimisväärse abi, nõuannete ja tagasisidega lisaks juhendajatele Urmas Varblasele ja Siim Kinnasele Tartu Ülikooli ettevõtluskonsultant Aivar Pere, Invent Baltics OÜ juhatuse liikmed Tõnis Eerme ja Silver Toomla, käsitletud meetodi autorid professor Väino Sammelselg ja Maido Merisalu, Tartu Ülikooli ettevõtluse professor Tõnis Mets.

Tööd iseloomustavad märksõnad: „tehnoloogiasiire“, „teostatavusuuringud“, „teostatavusanalüüs“, „intellektuaalomand“, „kommertsialiseerimine“.

1. TEOSTATAVUSANALÜÜSI ROLL TEHNOLOGIASIIRDES

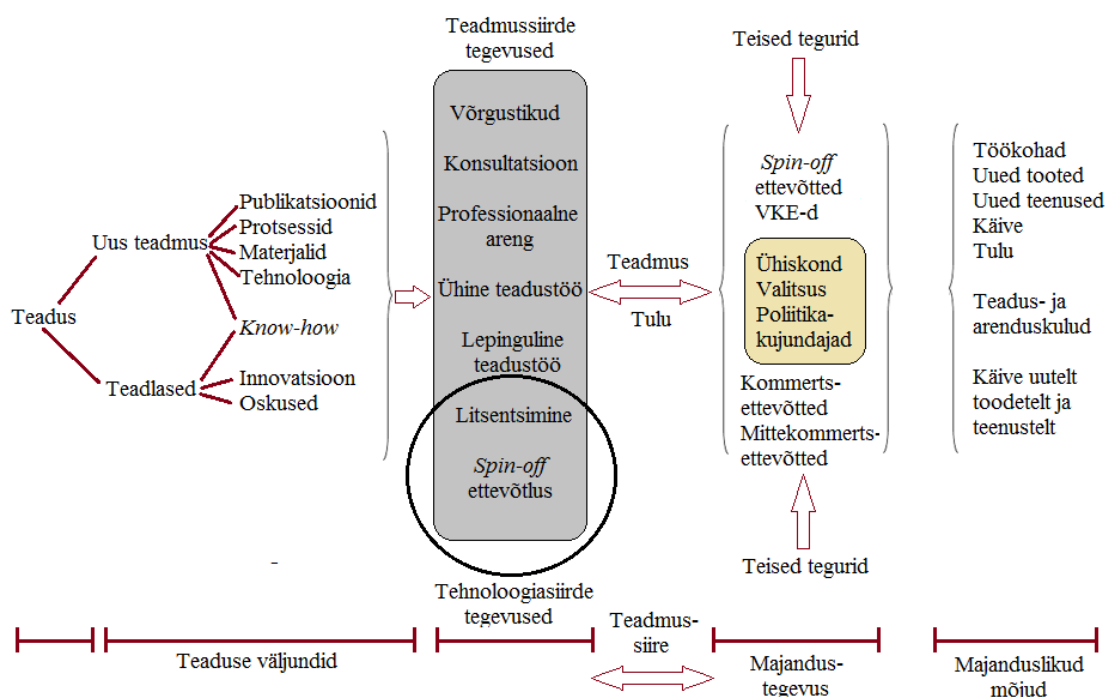
1.1 Tehnoloogiasiire ja selle koostisosad

Statistikaamet on oma aastaaruandes defineerinud teadus- ja arendustegevuse (T&A) kui süstemaatilise tegevuse, mis põhineb isiku loomevabadusel ja seab eesmärgiks teaduslikul teel uute teadmiste kogumise inimese, looduse ja ühiskonna ning nende vastastikuse toime kohta ning saadud teadmiste rakendamise uute materjalide, toodete ja seadmete loomiseks, protsesside, süsteemide ja teenuste juurutamiseks või nende oluliseks täiustamiseks. T&A hõlmab alus- ja rakendusuringuid ning katse- ja arendustöid, mis võivad omavahel osaliselt kattuda (Statistikaamet 2016:377). Seega probleem ei ole T&A olulisuse mittetunnistamine ja sellega tegelemise vältimine, vaid keskendumine pigem olemasolevate protsesside täiustamisele, mis kuulub samuti T&A alla, selle asemel, et valida uusi võimalikke tegevussuundi või panna rohkem rõhku tootearendusele..

P. Krugman (1979) lihtsustatud mudeli abil on võimalik avada ideed tehnoloogiasiire olulisuse kohta. Kuivõrd tehnoloogiasiire ja innovatsioon mõjutavad otseselt riikide majanduskasvu, võib mõista, et innovatsioon ja tehnoloogiasiire on üheks alustalaks nii riigi elatustaseme hoidmisel ja kasvatamisel kui ka püsiva tehnoloogilise eelise säilitamisel konkureerivate riikide või regioonide ees (Krugman 1979:265). Järgnevalt on oluline mõista tehnoloogiasiire kui mõiste sisu. Riigi Teatajas on tehnoloogiasiire defineeritud järgnevalt: „Tehnoloogiasiire on teadusasutusele või rakenduskõrgkoolile kuuluva tehnoloogia või oskusteabe kommertsialiseerimine tehnoloogia või oskusteabe litsentseerimise või *spin-off* ettevõtte loomise näol.“ (Teadmiste- ja tehnoloogiasiire.. 2017).

Siinkohal ei tohi segi ajada tehnoloogiasiiret (ingl. k. *technology transfer*) ja teadmussiiret (ingl. k. *knowledge transfer*). Teadmussiiret organisatsioonides

kirjeldatakse kui protsessi, läbi mille üks grupp on mõjutatud teise grupi kogemustest. (Argote, Ingram 2000:151). Oma olemuselt on teadmussiire informatsiooni ülekandmise protsess, mille tagavad erinevad tegevuste rühmad, näiteks koolitused, käsiraamatud, esitlused jt. (Loolaid et al 2013:11). Käesolevas töös keskendutakse tehnoloogiasiidle, mis on kitsam mõiste kui teadmussiire (vt. Joonis 1). Teadmussiire tähistab laiemat, kaasavamat moodustist, mis on suunatud pigem mõistmaks muutusi. Seevastu on tehnoloogiasiidle kitsam ja suunatum moodustis, mis tavaliselt hõlmab kindlaid vahendeid muutuste loomiseks (Gopalakrishnan, Santoro 2004:57).



Joonis 1. Tehnologiasiidre ja teadmussiirde mõistete erinevus (Allikas: Metrics for the Evaluation of Knowledge Transfer Activities at Universities 2008; autori täiendused).

Tartu Ülikooli siseveebis on tehnoloogiasiidre mõte ja tegevusraamistik lahti seletatud pikemalt, tuues välja, et tehnoloogiasiidre on protsess, leidmaks rakendajad teadustöö käigus loodud teadmistele, oskustele ja leiutistele väljaspool ülikooli. Seejuures on tehnoloogiasiidre peamine eesmärk baasteadusliku uuringu tulemustest arendada tooted või teenused nii, et sellest on kasu võimalikult suurele osale ühiskonnast (Teadmiste ja tehnoloogia siire 2017). Sarnasele järeldusele on jõudnud ka Krugman kirjeldades

tehnoloogiasiidet kui pidevat protsessi, mille lõpptulemus on võimalikult suur üldine kasu (Krugman 1979:259).

Siinkohal tekib tehnoloogiasiidet kirjeldamises vastuolu, sest kommertsialiseerimine toimub kindla ettevõtte (ja ka ülikooli kui osapoole) huvides ning ei saa seega olla eeskätt üldist hüvangut suurendav. Üks võimalus vastuolu eemaldamisel on see, et mõiste kirjeldamisel on kasutatud erinevaid ajahorisonte. Seega on tehnoloogiasiidet lühema ajaperioodi jooksul kindla organisatsiooni huvides toimuv, kuid lõpptulemusena ühiskonna, riigi või üldiseks hüvanguks toimuv protsess. Samas on tehnoloogiasiidet kui protsessi kompleksuse tõttu sellele kindlate piirjoonte andmine keerukas, sest see koosneb omakorda paljudest pidevatest protsessidest (Bozeman 2000:627). Eelnevast lähtuvalt võib tehnoloogiasiidet protsessis olla mitmeid osapooli ning ei pea toimuma vaid ettevõtte ja ülikooli või muude organisatsioonide vahel, vaid võib toimuda ka ettevõtete vahel ning ka ettevõttest teadus- ja arendusasutusse.

Tehnoloogiasiidet protsessi kirjeldamisel on oluline jälgida ka rakendatavate uuringutulemuste, teadustöö tulemuste jne intellektuaalse omandi kuuluvust. Tartu Ülikooli siseveebis olev informatsioon sedastab, et teadus- ja arendustöö ning õppetöö tulemused ja õigused nende suhtes on intellektuaalne vara, mille kaitsest on tõenäoliselt huvitatud nii autorid kui ka organisatsioon, kelle jaoks autorid töötavad. Intellektuaalne omand tähistab seetõttu õigusi inimese mõttetöö tulemuste suhtes, sh (Intellektuaalomandi kommertsialiseerimine 2017):

- uurimistöo aruande, teadusartikli, monograafia, konverentsi ettekande, arvutiprogrammi, andmebaasi jmt suhtes (autoriõigus);
- leiutise, kasuliku mudeli ehk väikeleiutise, kauba- ja teenindusmärgi, tööstusdisainilahenduse, loomatõu, taimesordi, ärisaladuse, oskusteabe jmt suhtes (tööstusomand).

Maailma Intellektuaalomandi Organisatsiooni (WIPO) asutamise konventsiooni kohaselt sisaldab intellektuaalomand õigusi seoses: kirjandus-, kunsti- ja teadusteostega; esitajate poolt teoste ettekannetega, fonogrammidega, raadio- ja televisioonisaadetega; leiutistega kõigis inimtegevuse valdkondades; teaduslike avastustega; tööstusdisainilahendustega; kaubamärkidega, teenindusmärkidega ja kaubanduslike nimede ning tähistega; kaitsega

kõlvatu konkurentsi vastu; ja kõigi teiste õigustega, mis tulenevad intellektuaalsest tegevusest tööstuse, teaduse, kirjanduse ja kunsti valdkondades (Convention Establishing the... 1979). Majandus- ja Kommunikatsiooniministeeriumi poolse selgituse kohaselt on intellektuaalomandil on kolm liiki (Terminid 2017):

- Autoriõigus;
- autoriõigusega kaasnevad õigused ehk naaberõigused;
- tööstusomandist tulenevad õigused.

Autoriõiguse sisu moodustavad omakorda isiklikud õigused ja varalised õigused. Isiklikud õigused annavad autorile võimaluse kaitsta enda teose mainet ning varalised õigused võimaldavad saada majanduslikku kasu teose kasutamisest. Levinud üldise põhimõtte järgi võib teine isik loodud teost kasutada vaid autori nõusolekul. Eestis kehtib autoriõigus üldjuhul autori kogu eluaja jooksul ja ka 70 aastat pärast tema surma, olenemata teose õiguspärase avalikustamise kuupäevast (Hanson et al 2015:7). Seejuures on autori isiklikud õigused võõrandamatud ja kuuluvad autorile, kuid varalised õigused on võõrandatavad (Intellektuaalomani kommertsialiseerimine 2017).

Täiendades eelpool toodud intellektuaalomandi liigitamist, on võimalik avada intellektuaalomandi liikide sisu järgnevalt (Hanson et al 2015:6):

- Autoriõigus - kirjandus-, kunsti- ja teadusteosed;
- autoriõigusega kaasnevad õigused - esitaja, fonogrammitootja, ringhäälinguorganisatsiooni õigused ja nn uued, Euroopa Liidu direktiividest tulenevad õigused näiteks andmebaasi tegijale
- tööstusomandist tulenevad õigused - kaubamärgid, patendid, kasulikud mudelid, mikrolülituste topoloogiad, tööstusdisainilahendused jne.

Eesti Intellektuaalomandi ja Tehnoloogiasiidete keskuse poolt välja antud õppematerjali põhjal on tööstusomand üldine mõiste, mis tähistab õigusi kauba- ja teenindusmärkidele, patentidega kaitstud leiutistele, kasulikele mudelitele, tööstusdisainilahendustele, geograafiliste tähistete kasutamisele, mikrolülituste topoloogiale, uutele taimesortidele jne. Seejuures on märgitud, et tööstusomand hõlmab ajaloolise traditsiooni alusel ka kaitset kõlvatu konkurentsi vastu ja ärisaladust (Hanson et al 2015:8). Ajaloolise traditsiooni all mõeldakse siinkohal autori hinnangul tõenäoliselt 1883. aastast pärinevat Pariisi

konventsiooni, mille on Riigikogu ratifitseerinud 23. märtsil 2004. aastal (Tööstusomandi kaitse... 1994). Tartu Ülikoolis enim kasutust leidnud tööstusomandi vormid on (Intellektuaalomandi kommertsialiseerimine 2017):

- leiutis (kaitstav patendiga),
- oskusteave (hoitakse salajas) ning
- bioloogiline aine.

Patendiameti juhise järgi on leiutis mis tahes tehnikavaldkonda kuuluva probleemi tehniline lahendus, mis on uus, ei tulene vastava ala asjatundja jaoks enesestmõistetavalt tehnikatasemest ja on tööstuslikult kasutatav (Kartus, Ostrat 2012:78). Seega on leiutis konkreetne tehniline lahendus konkreetsele probleemile. Leiutise objektiks, ehk kirjeldatud lahenduseks võib olla mõni seade, meetod, aine (sealhulgas ka bioloogiline aine) või eelnevalt loetletu kombinatsioonid. Leiutis on kaitstav patendiga, kui see täidab patentsuse kriteeriumid (Ibid):

- see on uudne - samasugust lahendust ei ole eelnevalt kirjeldatud ühelgi teadaoleval moel (ilukirjanduses, teadusartiklis, ettekandes, vestluses või muus vormis);
- sellel on leiutustase - kahe või enama eraldiseisva allika kombineerimisel ei ole ilma loomingulise panuseta võimalik loogiliselt tuletada kirjeldatud lahendust;
- see on praktikas rakendatav - kirjeldatu peab olema tehniliselt saavutatav ehk tööstuslikult kasutatav;

Leiutist on võimalik kommertsialiseerida eeldusel, et sellel on olemas vähemalt esialgne kaitse patenditaotluse näol ning andes partneritele kokku lepitud tingimustel loa ehk litsentsi seda kasutada (Intellektuaalomandi kommertsialiseerimine 2017). Samas tuleks kaaluda leiutise kaitsmisel, kui suur on tõenäosus leida sellele võimalikku kasutajat. Võib juhtuda, et hoolimata oma potentsiaalst pole leiutise kommertsialiseerimine ilma mahuka arendustegevuseta võimalik või pole see kaasnevatest kuludest tulenevalt ratsionaalne (Adamsoo 2017).

Teine tööstusomandi vorm eelpool vaadeldud liigutuse alusel on oskusteave (ingl. k. *know-how*). Majandus- ja kommunikatsiooniministeeriumi terminite kogumikus on

oskusteabe kohta järgmine kanne: „Konfidentsiaalne teave erioskustest konkreetse ülesande täitmiseks või töötamiseks teatud seadme või protsessiga“ (Terminid 2017).

Seega hõlmab oskusteabe mõiste teadmisi ja kogemusi litsentsiobjekti realiseerimiseks. Oskusteabe kaitsmise strateegia on selle salajas hoidmine, tulenevalt definitsioonist. Sageli hõlmab oskusteave pikema ajaperioodi jooksul kogunenud teavet ja oskusi, mida võib olla keeruline isikult isikule üle anda. Järelikult on oskusteabel oluline roll igasuguses tööstuses ning sellele võib omistada ka rahalist väärtust. Näiteks on Tartu Ülikool litsentseerinud rakenduspsühholoogide loodud oskusteavet autojuhtide riskikäitumise vähendamiseks Mercedes-Benz'i Sõidu Akadeemiale USA-s ja Kanadas (Ibid). Oskusteabe litsentseerimiseks on tarvilik pooltevaheline kokkuleppe oskusteabe kasutamise meetodi loomiseks, mille tarvis nõutakse mõnes riigis litsentsilepingute registreerimist asjakohases riigiametis (Hanson et al 2015:17).

Siinkohal on oluline vaadelda ka organisatsiooni, käesolevas töös Tartu Ülikooli, võimalikke intellektuaalomandi kaitse strateegiaid lisaks eelpool välja toodud meetoditele. Olles jõutud potentsiaalselt patenteeritava teadmiseni, on oluline teha valik, kas teadmuse patenteerida või mitte. Lähtuvalt patentsuse kriteeriumitest võib olla ratsionaalseks valikuks ärisaladuse strateegia valimine, mis samas ei välista teadmuse avalikustamist vältimaks teadmuse patenteerimist kellegi teise poolt (*defensive publishing*) Lisaks on võimalik eristada seitset patendistrateegiat (Mets et al 2014:26-27):

- 1) üks lai või mitu kitsa fookusega patenti (ingl. k. *one wider or many narrow strategy*);
- 2) patendikaitse pikendamine (ingl. k. *prolonging patent protection strategy*) regulaarsete ajavahemike tagant esitades patenditaotlusi täiendustele, muudatustele, uuele kasutusele;
- 3) ümberleiutamine (ingl. k. *invent around strategy*);
- 4) patenditihnik (ingl. k. *patent thicket* või *patent blanket strategy*) ehk proovitakse patentida kõike;
- 5) ümbritsemine (ingl. k. *patent surrounding strategy*) ehk sihiks on konkurentide võtmepatentide ümberpiiramine täiendustega jt. patentidega;

- 6) ümberpiiramise kaitse (ingl. k. *surrounding defence strategy*) ehk püüd luua oma patentidele kaitse, mis vähendab eelnevas punktis toodud strateegia konkurendipoolse kasutamise edukuse võimalikkust;
- 7) välja ulatumine (ingl. k. *reach through strategy*), mis hõlmab laia patenditaotluse esitamist, et võimaldada innovatsiooni kontrollimist tulevikus. Näiteks on eesmärgiks tulevikus loodavate toodete kaitsmine.

Ülaltoodud võimalikest patendikaitse strateegiatest nähtub, et hoolimata loodud intellektuaalomandi potentsiaalsest suurest väärtusest võib tekkida situatsioon, kus selle kommercialiseerimisel eksisteerivad ületamatud takistused konkurentide tegevuse tõttu. Eelnevale lisandub patendikaitse rahaline kulukus ning selle ajaline kulu. Seega on ärilist potentsiaali omava teadmuse kommercialiseerimises patendikaitse küsimuse käsitlemine juba võimaliku äri ettevalmistamise ja analüüsi faasis kriitilise tähtsusega.

Eelnevast lähtuvalt, kui ettevõtte või organisatsioon soovib välja arendada ja kommercialiseerida uut toodet, eksisteerib risk, et toote kommercialiseerimine võib olla tõkestatud konkurendi poolt, kellel on patent tehnoloogiale, mida kasutatakse ettevõtte poolt arendatud tootes. See risk on suurim tehnoloogilistes sektorites, kus esineb massiline patentimine. Sel põhjusel soovivad paljud ettevõtted juba varajases arengustaadiumis kindlustada oma tegutsemisvabaduse. Teisisõnu on ettevõtete eesmärgiks veenduda, et toote, protsessi või teenuse pakkumine, turundus ja kasutamine ei riku teiste füüsiliste ja juriidiliste isikute intellektuaalomani õigusi. Kuigi ühelgi ajahetkel ei ole võimalik anda täielikku tegutsemisvabaduse garantiid, eksisteerib riskide maandamiseks võimalusi, mis võimaldavad säästa ressursse märkimisväärselt (IP and Business.... 2005).

Tegutsemisvabaduse analüüs (ingl. k. *freedom to operate analysis*) algab alati väljastatud patentide või patenditaotluste seas. Selle eesmärk on anda hinnang, kas toode, protsess või teenus rikub kellegi teise patendist tulenevaid õigusi. Mitmed firmad pakuvad selliseid analüüse osana oma juriidilistest teenustest. Mõned riiklikud institutsioonid pakuvad samuti sellist teenust raha eest (Ibid).

Tegutsemisvabaduse analüüsi ja patendiotsingut teostades on kasulik meeles pidada, et mõningad piirangud patentidele pakuvad ka võimalusi ettevõttele või organisatsioonile.

Näiteks on patendikaitse territoriaalsete piiridega - kuigi konkreetne tehnoloogia võib olla kaitstud ettevõtte peamistel turgudel, võib see olla avalik omand teistes riikides. Viimasel juhul ei ole vajalik loa või litsentsi olemasolu patendiomaniku poolt toote kommercialiseerimiseks nendes riikides, kus tehnoloogia on avalikus omandis. Samuti on patentidel ajaline piirang. Patendikaitse kestab maksimaalselt 20 aastat, mille järel loetakse patent avalikuks omandiks ning seda võib igäüks vabalt kasutada. Lisaks eelnevale on WIPO Magazine artikli (2005) väitel Euroopa Patendiamet andnud hinnangu, et vähem kui 25% nende poolt väljastatud patentidest hoitakse 20 aastat. Paljude patentide puhul lõpetavad nende omanikud lihtsalt regulaarsete tasude maksmise enne 20 aasta täitumist. Täiendavalt on patentidel piirangud nende ulatusele. Patendi nõuete osa määratleb patendi ulatuse. Leiutise osad, mis ei ole kaetud nõuetega, pole ka kaitstud. Seejuures pole lihtne määratleda patendi ulatust, sest nõuete, spetsifikatsiooni ja taotlusprotsessi ajaloo tõlgendamine vajab märkimisväärseid kogemusi (Ibid).

Patendiotsing on esimene samm tegutsemisvabaduses veendumisel. Juhul, kui otsing tuvastab, et üks või mitu patenti piirab ettevõtte tegutsemisvabadust, tuleb otsustada, kuidas jätkata. Eeldusel, et takistus on reaalne, on WIPO Magazine artikli põhjal võimalused järgnevad (2005):

1. Osta tegutsemisvabadust piirav patent või hankida vastav litsents;
2. Ristlitsentsimine (ingl. k. *cross licencing*) - kujutab endast kahe või enama ettevõtte või organisatsiooni vahel toimuvat litsentside vahetamist võimaldamaks osapooltel konkreetsete patentide kasutamist. Ristlitsentsimisel peaks olema ettevõttel või organisatsioonil hästi kaitstud patendid, mis omavad väärtust teiste osapoolte jaoks.
3. Ümberleiutamine – leitakse muu moodus samasuguse tulemini jõudmiseks;
4. Patendifondi moodustamine (ingl. k. *patent pool*) – praktika, mille kohaselt kaks või enam ettevõtet moodustavad patendifondi, et kindlustada oma tegutsemisvabadus. Näitena saab tuua Sony, Philips ja Pioneer poolt moodustatud patendifondi.

Ülaltoodust nähtub, et nii intellektuaalomandi kaitsmine kui ka tegutsemisvabaduse kindlustamine on omavahel tihedalt seotud sarnaste tegutsemisviiside põhjal. Leiutise kommercialiseerimise protsessis ei tohiks tähelepanuta jätta neist kumbagi vältimaks

edasisi rahalisi ressursse nõudvaid vaidlusi või vajadust muuta oma leiutist märkimisväärselt. Lisaks on oluline märgata võimalike takistuste leidmisel ka neis peituvaid uusi võimalusi lähtuvalt intellektuaalomandi kaitse piiridest.

Juba kaitset omava intellektuaalomandi komertsialiseerimiseks on üldiselt kolm erinevat tegevusvarianti (Mets et al 2014:30):

1. litsentsi andmine;
2. üle andmine ehk võõrandamine;
3. äriühingu (*spin-off* ettevõtte või *joint venture* ehk ühise ettevõtte) moodustamine.

Seejuures on ära toodud ka kõigi kolme tegevusvariandi tugevused ja nõrkused järgnevas tabelis 1.

Tabel 1. Intellektuaalomandi komertsialiseerimise võimalused

Meetod	Tugevused	Nõrkused
Litsentsi andmine	<ul style="list-style-type: none"> • võimalik anda litsentsi erisugusteks rakendusteks; • võimalik anda enam kui ühele ettevõttele; • peaks enim soodustama teadmussiiret ja olema seeläbi üldist hüvangut suurendav 	<ul style="list-style-type: none"> • litsentsiandja on kohustatud hoidma jões IO kaitset ja vajadusel seda kohtus kaitsma; • oht kaotada IO väärtus, kui õiguskaitse ei ole piisavalt agressiivne;
Võõrandamine	<ul style="list-style-type: none"> • pakkuja ei ole kohustatud hoidma jões IO kaitset; • pakkuja ei ole sunnitud valima riike ja meetodeid IO kaitseks; • vastutus antakse edasi; 	<ul style="list-style-type: none"> • võimalik väiksem rahavoog; • IO-ga koos antakse ära selle kõik võimalikud kasutusala; • ostja võib takistada IO kasutamist kolmandatel osapooltel;
Ettevõtte loomine	<ul style="list-style-type: none"> • olemasolevatest tegevusvariantidest suurima kasumipotentsiaaliga eeldusel, et teadlased on pidevalt arendustegevusse kaasatud; • tegevus on kontrollitav. 	<ul style="list-style-type: none"> • nõuab olemasolevatest tegevusvariantidest suurimat panust investeeringutes, ajas ja juhtimises; • läbikukkumisel tekkiv kahju on suurim.

Allikas: (Mets et al 2014: 30-31).

Ülaltoodud tabelist nähtub, et *spin-off* või *joint-venture* ettevõtte loomine on kõrgema riskitasemega, kuid suurima kasumipotentsiaaliga tegevusvariant. Kuigi kõigi kolme

variandi puhul on oluline erinevate analüüside teostamine ärilise potentsiaali kindlaksmääramiseks, on tõenäoliselt just viimane tegevusvariant see, kus need on kõige suurema osatähtsusega. Järgnevalt vaadeldakse ärilise potentsiaali tuvastamist ja teostatavusanalüüside olulisust ettevalmistava etapina.

Intellektuaalomandi kommertsialiseerimisel, autori või organisatsiooni seisukohast, on selle võimaliku edukuse eelduseks ärilise potentsiaali olemasolu. Eelnevale lisandub vastava potentsiaali olemasolul ka edasise tegevuskava, äriplaani, loomine, mille läbimõeldus ja teostatavus lihtsustab vastavasisuliste eesmärkide, näiteks kasumi teenimise, saavutamist. Seda toetab 2003. aastal ilmunud artikkel, kus väidavad Delmar ja Shane, et äriplaneerimine lihtsustab ettevõttele seatavate eesmärkide saavutamist. Planeerimine võimaldab ettevõtte asutajatel võtta vastu õigeid otsuseid kiiremini kui katse-eksitus meetodil tegutsedes. Järelikult aitab äriplaneerimine vähendada ka riski ettevõtmisest loobuda ning lihtsustab seeläbi erinevaid arendustegevusi. Planeerimist vaadeldakse ka kui eeldust igasugusele tegevusele, sest see loob raamistikku, milles järgnevad tegevused toimuvad (Delmar, Shane 2003:1166).

Äriplaneerimise algeks oleva ärivõimaluse võib Vaghely ja Julieni põhjal defineerida kui situatsiooni, mis annab võimaluse pakkuda uusi kaupu ja teenuseid luues või leides selleks sobiliku meetodi. Ettevõtja loob endale eesmärgid ja vahendid nendesamade eesmärkide saavutamiseks. Samas sõltub ärivõimaluse leidmine ja uurimine ettevõtjale saadaolevast informatsioonist ja selle töötlemise viisist (Vaghely, Julien 2010:75).

Alternatiivse käsitluse kohaselt võivad ärivõimaluse elemendid küll olla äratuntavad, kuid ärivõimalus tervikuna luuakse ettevõtja poolt. Turu vajaduste uurimine ja võimekus märgata turul olevat tühimikku võimaldab ettevõtjal alustada ärivõimaluse arendamisega, mis omakorda nõuab loovat tööd. Leitud võimalus ei ole transformeeritav elujõuliseks äriks ilma vastavasisulise arendustööta (Ardichvili et al 2003:106). Kõnealune käsitlus sarnaneb seega pigem ärimudelile, mida mõistetakse kui ressursside kombinatsiooni, mis võimaldab luua väärtust ettevõttele ja selle klientidele (DaSilva, Trkman 2013:5). Tehnoloogiasirde kontekstis sobiks seega ärivõimaluse kirjeldamiseks pigem Vaghely ja Julieni definitsioon.

Ärivõimaluse edasise arendamise kasuks otsustamisel on oluline mõista selle väärtust. Innovaatiliseuse mõõtmine või hindamine peab olema kaasatud ärivõimaluse väärtuse hindamisse (Shepherd, DeTienne 2005:92). Eduka ettevõtte loomine järgneb edukale võimaluse tuvastamise, hindamise ja arendamise protsessile, mis on tsükliline ja korduv: ettevõtja tõenäoliselt teostab hindamist mitmel korral erinevates arendusetappides. See juures võib hindamine viia ka uute võimaluste tuvastamiseni või muudatusteni esialgses visioonis (Ardichvili et al 2003:106).

Ärivõimaluse arendamine ja realiseerimine hõlmab endas paratamatult ka riske, mille maandamine on ettevõtjate huvides. Teadus- ja arendustegevusse investeerides ümbritseb teatav ebakindlus ja määramatus teostatava projekti valmimise ajaraamistikku ja ka selle võimalikku väljundit. Samas võib investering teadus- ja arendustegevusse olla kriitilise tähtsusega ettevõtte konkurentsivõime säilitamisel. Suutmatus teadus- ja arendustegevusse investeerida võib jätta ettevõtte nõrgemale positsioonile võrreldes teiste ettevõtetega, sest konkureerivad firmad võivad saavutada tehnoloogilise eelise (Miller 1992:325).

Samas tuleks teadus- ja arendustegevuse investeringuotsuste puhul lisaks võimaliku tulemi vaatlusele kaaluda ka võimalike kaasnevate riskide realiseerumise tõenäosust ning lähenema projektile analüütiliselt. Seejuures on oluline seada teostatav projekt ka sihturu ja projekti enese küpsuse konteksti. Võimalik risk on ettevõtte juhtide poolt projektile liigselt antav tähelepanu ja survestamine kommertsialiseerimiseks enne piisava küpsusastme saavutamist. Liiga varajane kommertsialiseerimine võib seega takistada projekti maksimaalse võimaliku edu saavutamist ja laiemat rakendamist (O'Connor et al 2008:11)

Leiutistega, perspektiivikate uute toodete või teenustega tegelemise puhul võib esmane formaalne hindamine hõlmata endas teostatavusanalüüsi, mille eesmärk on anda vastus küsimusele, kas väljapakutud kombinatsioon ressurssidest saab pakkuda soovitud väärtust. Teostatavusanalüüs annab ka hinnangu, kas kõnealune ressursside kombinatsioon võib olla ka majanduslikult edukas. Teostatavusanalüüs sisaldab endas tavaliselt lisaks ka ärikontseptsiooni, kuitahes algelise, väljapakkumist. Kui ärikontseptsiooni välja ei pakuta, tugineb teostatavusanalüüs kas turuvajaduse

hindamisele või määravad ärikontseptsiooni valiku saadaolevad ressursid (Ardichvili et al 2003:111).

1.2 Teostatavusanalüüsid ja nende liigid

Komplekssete probleemide ja kaalutavate arendusprojektide võimaluste määratlemisel on soovituslik teostada eelnev uuring, mida nimetatakse teostatavusanalüüsiks (ingl. k. *feasibility study*). Teostatavusanalüüs teostatakse eesmärgiga omandada ülevaade probleemist või võimalusest ja hindamaks, kas eksisteerib jätkusuutlikke lahendusi probleemi lahendamiseks või idee teostamiseks enne täiendava ajalise ja rahalise ressursi investeerimist projekti (Overton 2007:6). Oma olemuselt on teostatavusanalüüs uuring, mille põhieesmärk leida vastus küsimusele, kas idee teostamisega või probleemi lahendamisega on ratsionaalne jätkata. Seejuures on kõik analüüsis hõlmatud tegevused suunatud antud küsimusele vastuse leidmisele (Hofstrand, Holz-Clause 2009). Seega on teostatavusanalüüsid ülal kirjeldatu põhjal kitsa fookusega, kuid suunatud komplekssete lahenduste ja ideede potentsiaali tõestamisele.

Teostatavusanalüüsi on kirjeldatud ka kui umbkaudset projekti analüüsi, mis teostatakse enne täiendavate ressursside investeerimist (Overton 2007:6). Toodud väitega ei saa autor nõustuda lähtudes teostatavusanalüüsi osade kitsast fookusest ja eesmärgipärasusest. Teostatavusanalüüs võib samas eelneda põhjalikuma uuringu, täiendava analüüsi või katsetuse tegemisele (Arain et al, 2010:4). Seega on võimalik neid oma põhjalikkuse järgi jaotada, kuid iga analüüs peab säilitama oma fookuse lõppeesmärgi saavutamiseks. Siinkohal on oluline teostatavusanalüüsi mõistet mitte segi ajada pilootuuringuga, mida on kirjeldatud kui projekti vähendatud mõõtmetes versiooni (Woken, 2013:1). Teostatavusanalüüsi täpsema sisu elemendid tuuakse autori poolt esile järgnevates alapeatükkides.

Huvipakkuv on asjaolu, et eesti keele õigekeelsussõnaraamatu internetis kättesaadavas 2013. aasta variandis ei leidu mõistet „teostatavusanalüüs“. Samas on seletatud sõna „analüüs“ kui millegi osadeks lahti võtmist, eritelu. Seejuures eestikeelsetest materjalidest on kättesaadav Ettevõtluse Arendamise Sihtasutuse ja PriceWaterhouseCoopers ühistööna valminud esitlus tasuvus- ja teostatavusanalüüside (TTA) kohta, milles kirjeldatakse TTA-d kui analüüsi, mis peab aitama olulise projekti

ettevalmistajal hinnata, kas projekt on piisavalt põhjendatud ja ettevalmistatud (PWC 2016). Kuigi materjal on suunatud KOV ja riigi perspektiivist oluliste projektide analüüsiks, annab see siiski edasi analüüsides tegemise üldise mõtte. Samas eelnevast lähtuvalt ei kirjelda see uute tehnoloogiate analüüsi võimalikke eripärasid. Seetõttu on oluline leida käesoleva töö ja selles käsitletava tehnoloogia valdkonna jaoks sobilik definitsioon, mis aitaks ka üldisemalt määratleda teostatavusanalüüsides olemust.

Paralleelselt on eestikeelsetes materjalides kasutusel mõiste „teostatavusuuring“. Stockholmi Keskkonnainstituudi Tallinna keskuse kodulehelt kättesaadavas sõnastikus on mõiste defineeritud järgnevalt: „Eeluuring, et teha kindlaks projekti edu tõenäosus. Teostatavusuuringus analüüsitakse probleemi lahendusvõimalusi ning soovitatakse parimat lahendust. Teostatavusuuring hõlmab tavaliselt nii majanduslikku, tehnilist, ajalist kui organisatsioonilist teostatavust. Tihti käsitletakse teostatavusuuringus ka sotsiaalse mõju ja keskkonnamõju hindamist“ (Säästva arengu sõnaseletusi 2016). Seejuures on eesti õigekeelsussõnaraamatus defineeritud sõna „uuring“ kui piiratud ja praktilise ülesande täitmine (Eesti õigekeelsussõnaraamat 2013). Lisaks on eesti keeles kasutusel ka muud terminid konkreetse analüüsi kirjeldamiseks. Seega esineb eestikeelses terminoloogias sama probleem, mis inglise keeles, kus mitut mõistet kasutatakse korraga, kuigi nende sisu võib olla võimalik erinevalt tõlgendada. Siinkohal leiab autor, et korrektsem on kasutada mõistet „teostatavusanalüüs“, sest kõnealust varianti toetavad järgnevalt käsitletavad analüüsi definitsioonid, eesmärgid, struktuur ja ka mõiste „analüüs“ sisu.

Teostatavusanalüüsides põhjalikumaks ja üheseks mõistmiseks on oluline teostatavusanalüüsi mõiste täpsemalt defineerida. Kättesaadavates võõrkeelsetes allikates esineb kerge variatsiooniga sõnastuses mitmeid definitsioone. Töö koostamise käigus läbitöötatud teostatavusanalüüsides üldiselt puudub seletus teostatavusanalüüsi olemuse kohta. Eestikeelsete definitsioonide vähesuse tõttu võrdles autor 10 erinevat definitsiooni, mis pärinevad võõrkeelsetest allikatest (vt. Tabel 2). Definitsioonide leidmiseks kasutati märksõnu „*feasibility study*“ ja „*feasibility analysis*“.

Tabel 2. Teostatavusanalüüsi mõistete erinevused

Definitsioon	Allikas
Analüüs tõestamaks, kas miski on teostatav	Merriam Webster (2016)
Kontrollitud protsess probleemide ja võimaluste identifitseerimiseks, eesmärkide määratlemiseks, olukorra kirjeldamiseks, edukate lahenduste defineerimiseks ning probleemi lahenduseks pakutud alternatiivide kulude ja tulude hindamiseks.	Allan Thompson (2005:185)
Teostatavusanalüüsid on uurimistöö osad, mis tehakse enne põhiuuringut.	Arain M., et al (2010:4)
Analüüs projekti eduka teostatavuse hindamiseks, mis võtab arvesse projekti mõjutavaid tegureid, milleks võivad olla majanduslikud, tehnoloogilised, juriidilised ja ajalised faktorid.	Investopedia (2016)
Väljapakutud projekti analüüs ja hindamine määratlemaks selle tehnilist teostatavust, teostatavust hinnangulise kulu piirides ja tasuvust.	Business Dictionary (2016)
Analüüs, mis on loodud andmaks ülevaadet äriideega seotud põhilistest probleemidest.	Myers et al (1998)
Sitatsiooni hindamine otsustamaks, kas pakutud meetod, plaan, osa tööst on võimalik või ratsionaalne.	Cambridge dictionary (2016)
Idee elujõulisuse analüüs	Hofstrand et al (2009)
Analüüs hindamaks pakutud projekti tugevusi ja nõrkusi ning näitamaks tegevussuundi, mis aitavad projekti täiustada ja saavutada soovitud tulemusi.	Jagiellonian University (2011)
Uuring, tavaliselt inseneride poolt tehtav, mis määratleb, kas tingimused mingi kindla projekti teostamiseks on sobivad.	Techopedia (2016)

Allikas: autori koostatud

Ülaltoodud tabelist nähtub, et teostatavusanalüüside definitsioonid erinevad teineteisest nii kirjelduse, ülesehituse määratlemise kui ka eesmärkide poolest. Definitsioonide ühisteks joonteks on teostamise realistlikkus, võimalike probleemide kirjeldus ja kuuluvus mingi projekti alla. Seega ei vaadelda teostatavusanalüüsi eraldiseisva tegevusena, vaid osana suuremast projektist. Vaadeldud definitsioonidest aitavad autori hinnangul kõige paremini mõista teostatavusanalüüside olemust ülal toodud Stockholmi Keskkonnauuringute Tallinna keskuse kodulehel olev versioon ning Investopedia ja Jagiellonia Ülikooli poolt pakutud variandid, mida ühendades võib saada põhjaliku definitsiooni.

Teostatavusanalüüside täpse sisu, eesmärgi ja ülesehituse määratlemine võib varieeruda märkimisväärselt lähtuvalt analüüsi tegijatest, projekti osapooltest, tööstusharust ja

muudest faktoritest, mistõttu on kohati keerukas leida üldist raamistikku teostatavusanalüüside tegemiseks. Samale probleemile viitavad ka Mackenzie ja Cusworth (Mackenzie, Cusworth 2007:1) ning pakuvad välja järgnevad eesmärgid, mille abil määratleda teostatavusanalüüside üldist sisu:

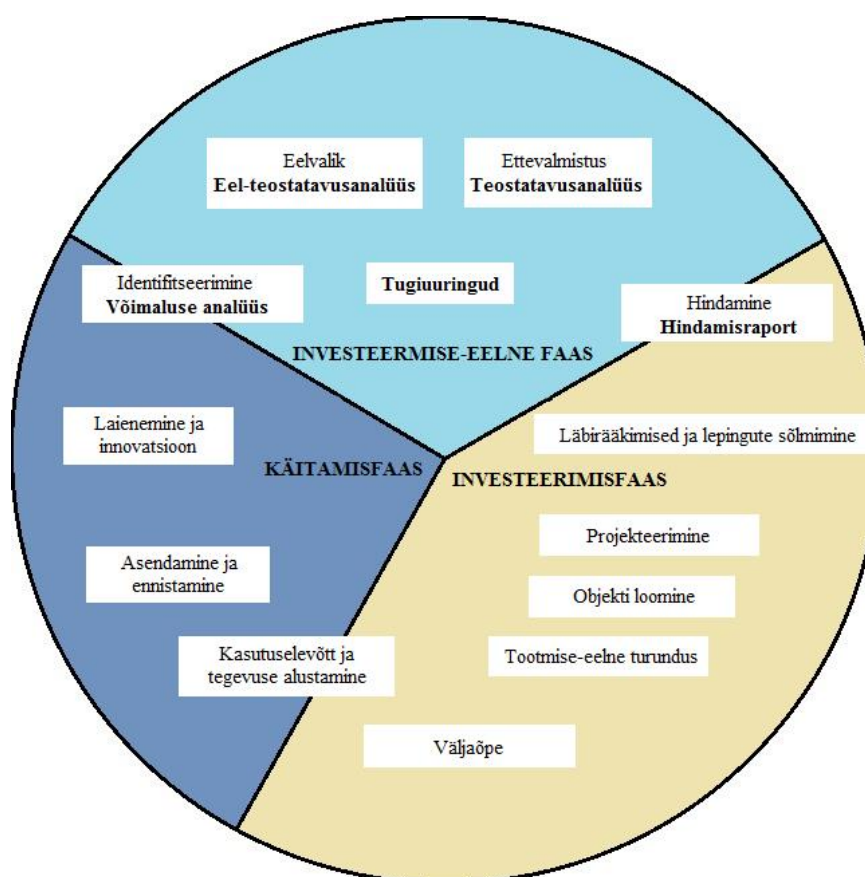
1. Väljapakutud projekti ärivõimaluse tehnilise ja majandusliku teostatavuse võimalikkuse (või võimatuse) demonstreerimine;
2. Projekti kirjeldamine koos investeerimisvõimalusega ning projekti fookuse, kvaliteedi, maksumuse ja ajakulu määratlemine;
3. Projekti efektiivse ja tõhusa ressursikasutuse demonstreerimine;
4. Riskiprofiili loomine ja riskide maandamise strateegia loomine vähendamaks projekti negatiivsete hinnangute tõenäolisust;
5. Projekti juurutamisfaasi planeerimine, et luua alused juurutamise juhtimiseks, vaatlemiseks, kontrollimiseks ja aruandluseks ning luua edasine tööplaan;
6. Vajaminevate rahaliste vahendite hankimise lihtsustamine projekti edasiarendamiseks mõistliku ajaperioodi jooksul;
7. Sisukat hinnangu pakkumine koos seda toetavate lisadega, mis sisaldavad selget soovitusi jätkata investeeringuga või vastupidist.

Lähtuvalt väljapakutud üldistest eesmärkidest, seniste definitsioonide võrdlusest ning Hofstrandi ja Holz-Clause ideest tegevuste sihipärasuse kohta võiksime sõnastada teostatavusanalüüsi definitsiooni järgnevalt:

„Teostatavusanalüüs on projekti või idee analüüs, mille eesmärgiks on demonstreerida selle tehnilise ja majandusliku teostatavuse võimalikkust, leida võimalikud tegevussuunad, lihtsustada võimalike vajaminevate investeeringute saamist ning anda hinnang projektiga jätkamise tasuvuse või mõistlikkuse kohta.“

Väljapakutud definitsioon hõlmab seni eestikeelsetes mõistetes kajastatule lisaks projekti teostamise ratsionaalsust ning näitab ka analüüsi rolli projekti rahastamises. Lisaks võimaldab see eesti keeles üheselt mõista teostatavusanalüüsi eesmärki ja sisu, ajamata mõistet segamini muude definitsioonidega. Oluline on välja tuua ka uuringute ja analüüside erinevus.

Lähtuvalt väljapakutud definitsioonist ei pruugi kõnealuse analüüsi tulemus olla tingimata positiivne vastus esitatud küsimustele. Samas on oluline mõista teostatavusanalüüsi rolli ideede realiseerimisel ja rahaliste vahendite kaasamisel, kus analüüs ning selles antav hinnang aitavad ressurside käsutajatel otsustada kui ratsionaalne on jätkamisega soetud riski võtmine. Seega võib vaadelda teostatavusanalüüsi kui riskide maandamise üht meetodit. Samas on idee või projektiga jätkamise osas positiivse vastusega teostatavusanalüüs argumendiks investeeringute tegemisel. Seejuures kuuluvad projekti investeeringu-eelsesse faasi ka muud toetavad uuringud (vt joonis 1), ning seetõttu ei tohiks vaadelda teostatavusanalüüsi kui ainukest töövahendit kaalutletud otsuste langetamisel (Manual for the.... 1991:10).



Joonis 1. Projekti faasid ja nende komponendid.

Allikas: (UNIDO 1991:10)

Joonisel 1 on toodud projektide üldine elutsüklil koos erinevate faaside komponentidega. Teostatavusanalüüsid on projektide puhul ettevalmistavaks sammuks, mida toetavad

teised analüüsid ja uuringud. Ettevalmistavale osale järgneb hindamine, mille alusel liigutakse edasi projekti investeerimisfaasi.

Põhjusel, et teostatavusanalüüsid tegelevad paiguti tundmatusega, on kujunenud välja mitmeosaline ja korduv lähenemine, mis Mackenzie ja Cusworthi põhjal jaotab analüüsid kolmeks: kontseptuaalne analüüs, ettevalmistav analüüs ja täielik teostatavusanalüüs (Mackenzie, Cusworth 2007:2). See lähenemine jaotab analüüsid erineva detailsusastme ja mahuga dokumentideks, mida on kirjeldatud allpool. Teostatavusanalüüside liigitamine ja nende järkjärguline läbimine võimaldab vältida ka liiga varajast täieliku teostatavusanalüüsi juurde liikumist, analüüsimata projekti detailselt ja toomata välja alternatiivseid lahendusi (Mackenzie, Cusworth 2007:2).

Esimene, kontseptuaalne analüüs (võimaluste analüüs), peaks keskenduma projekti potentsiaali määramisele. Muuhulgas elimineeritakse suunad või valikud, mis tõenäoliselt ei ole optimaalsed ning hinnatakse, kas projekti potentsiaal on piisav, et sellega jätkata (Mackenzie, Cusworth 2007:2). Autori hinnangul samastub see käsitlus UNIDO (1991) materjalides võimaluste analüüsile. Seega saame öelda, et ülal kirjeldatud lähenemise korral võib projekti teostatavuse hindamine piirduda vaid kontseptuaalse analüüsiga. Kuigi kontseptuaalset analüüsi võib vaadelda esmase ja kõige pealiskaudsemana, võib märgata selles riski jätta tähelepanuta väljapakutud idee spetsiifilised eelised, mistõttu peaks selle etapi struktuur ja meetod olema äärmiselt täpne.

Projekti ettevalmistavat teostatavusanalüüsi (eel-teostatavusanalüüs, ingl. k. *pre-feasibility study*) peaks kasutama esimese osa põhjal defineeritud tegevussuundade valikuks ning hindamaks, kas on ratsionaalne jätkata lõpliku analüüsiga (Ibid). Eelnevast lähtuvalt keskendutakse selles etapis idee rakendatavusele kitsamas raamistikus, mistõttu on see esimesest etapist oluliselt detailsem ja mahukam. Ettevalmistava etapi loogiliseks osaks on ka vähemalt teoreetiliste arvutuste sooritamine ideega jätkamisega tasuvuse hindamiseks (Manual for Evaluation ..., 1986:10).

Teostatavusanalüüs on ühtlasi projekti ettepaneku formuleerimise lõplik dokument, mille põhjal tehakse otsus selle teostamiseks ja finantseerimiseks. Sellest lähtuvalt peab teostatavusanalüüs sisaldama kogu projekti hindamise seisukohalt vajalikku tehnilist ja majanduslikku informatsiooni. Seejuures peaks teostatavusanalüüs olema vaadeldav

iseseisvana, et selle hindaja ei saaks kurta informatsiooni puuduse või analüüsi puudujääkide üle. Samuti peab olema analüüsis esitatud informatsioon olema täielik ja tõene, et analüüs oleks käsitletav dokumendina, mille põhjal võtta vastu otsuseid projekti või ideega jätkamise kohta (Manual for Evaluation ..., 1986:10).

Projekti teostatavusanalüüsi peaks kasutama ettevalmistava osa põhjal määratud optimaalse tegutsemisstsenaariumi rafineerimiseks. Lõplikku analüüsi kasutatakse sageli välise finantseerimise kaasamiseks. See annab aluse otsustamiseks, kas edasised uuringud on vajalikud, kas projektiga on väärt jätkata või kas tuleks liikuda edasi projekti teostamise etappi. Seejuures on UNIDO poolt välja toodud, et viimast etappi kui täielikku või lõplikku teostatavusanalüüsi peaks tegema osapool, kellel on vajaminev kompetents töö teostamiseks. Viimasena tehtav teostatavusanalüüs on eelnevatest kõige mahukam ja detailsem (Manual for Evaluation ..., 1986:10). Samas keskendub käsiraamat riiklikult oluliste suurprojektide analüüsile ega pruugi seetõttu kogu ulatuses sobida käesolevas töös käsitletava tehnoloogia analüüsimiseks.

1.3 Teostatavusanalüüsi läbimise etapid

Teostatavusanalüüsi käsitlevatest allikatest on seni autori hinnangul kõige põhjalikumad UNIDO (1986, 1991) väljaanded, milles käsitletakse tööstusprojektide ettevalmistamist. Kõnealuseid väljaandeid on allikatena kasutatud ka eelnevas alapeatükis. Põhjusel, et teostatavusanalüüsides osas antakse neis täielikum ülevaade kui alternatiivsetes allikates, võetakse käesolevas töös teostatavusanalüüsi struktuuri aluseks just UNIDO käsitlus.

UNIDO poolt tuuakse välja, et puudub ühtne lähenemine katmaks kõiki tööstusprojekte, mistahes suuruse või suunitlusega. Projektide analüüsi fookus paratamatult sõltub projekti tüübist, samuti neis käsitletava informatsiooni kompleksus. UNIDO poolt pakutav teostatavusanalüüsi struktuur on üldine ning seda peaks lähtuvalt projektist kohandama (UNIDO 1991:16).

Mainitud väljaannetes ja eelnevas alapeatükis toodud definitsioonides rõhutatakse teostatavusanalüüsi tulemusena tehtavaid konkreetseid järeldusi. Kõnealuseid järeldusi tuleb põhjalikult selgitada ning nind peavad toetama kaalukad argumendid. Analüüsi esitluse huvides peaks see algama kokkuvõtva osaga, millel peaks olema sama struktuur, mis teostatavusanalüüsil endal (UNIDO 1991:55).

Seni avaldatud allikates on käsitletud teostatavusanalüüside üldisi eesmärgi ning nende jaotamist vastavalt uuritava tehnoloogia või lahenduse küpsusastmele ning on välja pakutud ka täieliku teostatavusanalüüsi struktuur. Samas, võttes arvesse teostatavusanalüüsi keerukust ja jõukohasust pigem vastava eriväljaõppega indiviidile, keskendub autor täielikule analüüsile eelneva etapi läbimisele ning selle struktureerimisele. Seejuures on varasemalt käsitletud materjal täieliku analüüsi struktuuri ja selle osade kohta oluliseks suunanäitajaks, millele tugineda.

Teostatavusanalüüsi pakutud struktuur UNIDO põhjal on välja toodud Lisas 2. Pakutud loetelu teostatavusanalüüsi elementidest on ülevaatlik, kätledes endas analüüsi põhilisi punkte, millele lisandub arvukalt alapunkte. Seejuures ei piira toodud loetelu analüüsis kajastatavaid võimalikke osi. Sõltuvalt projektist saab lisada muid elemente. Näiteks võib lisada tegutsemisvabaduse analüüsi (ingl. k. *freedom to operate analysis*, lühendatult FTO). Lisaks soovib autor rõhutada, et pakutud struktuur keskendub pigem mahukatele tööstusprojektidele ning võib vajada üksiku tehnoloogia vaatlemiseks kohandamist.

Käesoleva töö raames ei teostata täielikku teostatavusanalüüsi, mille teostamiseks on kohane kasutada vastavate kogemustega professionaale. Ülaltoodud loetelu sobibki autori hinnangul pigem täieliku teostatavusanalüüsi teostamiseks. Käesolevas töös teostatava analüüsi tarvis oli seetõttu vajalik luua alternatiivne struktuur, mis samaks hõlmaks kokkuvõtlikult ka ülaltoodud elemente.

Üldise struktuuri leidmiseks kõrvutas autor varasemalt tehtud erinevaid tehniliste lahenduste teostatavusanalüüsi (vt. Tabel 3 järgneval leheküljel). Kõik kasutatud analüüsid keskendusid erinevate tehnoloogiate rakendamisele mingis konkreetses valdkonnas. Tabeli selguse huvides on analüüside pealkirjad asendatud numbritega ning kasutatud analüüside loetelu on toodud Lisas 1. Analüüsi vaadeldi nende ülesehituse blokkide kaupa ning eesmärk oli määratleda, missugused ehitusblokid esinesid kõigis kõrvutatud analüüsid. Võrdluse teine eesmärk oli tuvastada, missuguseid elemente kajastatakse teostatavusanalüüsis, mida ei saa määratleda kui „täielikku teostatavusanalüüsi“. Alljärgnevas tabelis 3 on blokkide nimetused välja toodud nende sisu järgi.

Tabel 3. Aastatel 2007 – 2014 tehtud teostatavusanalüüside sisublokid.

	Teostatavusanalüüsi number									
Blokk	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Tehnoloogia	Valdkond	Taust	Taust	Taust	Taust	Taust	Taust	Taust	Taust
2	Tehn. Eelised	Valdkonna probleemid	Tehn. Kirjeldus	Eelnevad uuringud	Vaadeldavad võimaluse kirjeldus	Analüüsi eesmärk	Analüüsi eesmärk	Analüüsi eesmärk	Analüüsi eesmärk	Analüüsi eesmärk
3	Eelnevad uuringud	eelnevad uuringud	Valdkonna kirjeldus	Tehnoloogia kirjeldus	Eelnevad uuringud	Eelnevad uuringud	Eelnevad uuringud	Tehnoloogia kirjeldus	Eelnevad uuringud	Tehnoloogia kirjeldus
4	Katse	Uurimisobjekti valik	Eelnevad uuringud	Analüüs	Uuringu eesmärk	Tehnoloogia kirjeldus	Tehnoloogia kirjeldus	Katse	Eelnevate uuringute vastamata küsimused	Katse
5	Tulemused	Tehnoloogia kirjeldus	Uuringu eesmärk	Katse	Tehnoloogia kirjeldus	Analüüs	Analüüs	Arendus	Tehnoloogia kirjeldus	Võrdlus olemasolevate tehnoloogiatega
6	Kokkuvõte	Katse	Katse	Tulemused	Katse	Katse	Katse	Edasised uurimissuunad	Katse	Tulemused
7		Tulemused	Tulemused	Edasised uurimissuunad	Tulemused	Tulemused	Kokkuvõte	Kokkuvõte	Tulemused	Kokkuvõte
8		Tasuvus	Kokkuvõte	Kokkuvõte	Tasuvus	Kokkuvõte			Analüüs	
9		Kokkuvõte			Kokkuvõte				Kokkuvõte	

Allikas: autori koostatud

Kuigi analüüsi osade nimetused allikates paiguti varieerusid, oli võimalik nende üldine sisu määratleda järgnevalt:

1. Valdkonna või projekti tausta (sh probleemi) kirjeldamine;
2. Eelnevate probleemi lahendusele suunatud uuringute lühikokkuvõtte;
3. Analüüsi eesmärgi sõnastamine;
4. Käsitletava tehnoloogia või lahenduse kirjeldus;
 - 4.1. Tegutsemisvabaduse analüüs
5. Lahenduse katsetamine praktikas või teoreetiliselt;
 - 5.1. Pakutud lahenduse tasuvusarvutused;
6. Katsetulemuste kokkuvõtte;
 - 6.1. Võrdlus alternatiivsete lahendustega;
7. Tulemuste analüüs;
8. Kokkuvõtte, ettepanek projekti jätkamise kohta.

Analüüside kõrvutamisel nähtus, et pakutud struktuuri on lühendatud ning analüüsid olid võimalikult kokkuvõtva iseloomuga. Vaadeldud analüüside puhul oli nendes käsitletud tehnoloogiate rakendamise kontekst juba paika pandud. Seega uurides innovaatilist tehnoloogiat, mille puhul ei pruugi olla veel võimalik rakendusvaldkond kindlaks määratud, on ratsionaalne lisada ka võimalik ärikontseptsioon, mis abistab ülikoolis loodud intellektuaalomandi ärilise potentsiaali tuvastamist.

Eelnevast lähtuvalt pakub autor välja lihtsustatud teostatavusanalüüsi struktuuri, mida kasutada käesolevas töös innovaatilise tehnoloogia teostatavusanalüüsi teostamisel:

1. Projekti valdkonna ja tausta kirjeldus;
2. Eelnevate haakuvate uuringute lühikokkuvõtte;
3. Analüüsi eesmärgi kirjeldus lähtuvalt kasusaavast osapooltest;
4. Käsitletava tehnoloogia kirjeldus ja tegutsemisvabaduse analüüs patendiotsingu põhjal;
5. Tehnoloogia katsetuste tulemuste kirjeldus ja selle kasutamise kulud;
6. Tehnoloogia rakendamise võimalused ja võrdlus alternatiivsete lahendustega, tugevuste-nõrkuste analüüs;
7. Tehnoloogia eeliste kokkuvõtte;
8. Võimalik rakendatav ärimudel tehnoloogia komertsialiseerimiseks;

9. Kokkuvõte ja ettepanekud projekti jätkamise kohta (antakse alapeatükis 2.3)

Autori poolt väljapakutud ülevaatlik analüüs peaks võimaldama anda tehnoloogiast või projektist piisav ülevaade otsustamiseks projektiga jätkamise üle ning lõpliku teostatavusanalüüsi juurde liikumise osas. Käesoleva töö empiirilises osas võetakse teostatavusanalüüsi teostamise aluseks autori poolt väljapakutud struktuur. UNIDO poolt pakutud täieliku teostatavusanalüüsi etappe täies mahus ei läbita põhjusel, et nende eesmärk on analüüsida mahukate tööstusprojekti teostatavust ja nende mõju riigi arengule. Üksiku tehnoloogia analüüsiks on seetõttu kohane lihtsustatud struktuuriga teostatavusanalüüs, mida võib nimetada ka ettevalmistavaks teostatavusanalüüsiks või eel-teostatavusanalüüsiks (ingl. k. *pre-feasibility analysis*).

2 TEOSTATAVUSANALÜÜSI TEGEMINE

2.1 Teostatavusanalüüsi metoodika raamistiku tutvustus

Käesoleva töö teoreetilises osas käsitleti põhjalikult teostatavusanalüüside rolli tehnoloogiasirde protsessis ja teostatavusanalüüside ülesehitust. Teostatavusanalüüside, osana tehnoloogiasirde protsessist, tegemise ülesanne on sõltuvalt organisatsioonist antud kas sisemisele üksusele või on nende tegemine ostetud sisse väljaspoolt. Tartu Ülikoolis on loodud tehnoloogiasirdega tegelemiseks teadus- ja arendusosakonna koosseisus töötav tehnoloogiasirde talitus, mille eesmärgiks on suurendada teadlastele kättesaadavate teadustöö rahastamisvõimaluste hulka ja mahtu (Teadmiste ja tehnoloogia siire 2017).

Tehnoloogiasirde talituse ülesanneteks on vahendada ettevõtete lahendamist ootavaid väljakutseid teadlastele, otsida Tartu Ülikoolile püstitatud uurimisküsimustele vastuste leidmiseks töögrupid ning vajaduse korral komplekteerida ka interdistsiplinaarseid töörühmi. Komplekteeritud töögrupid osalevad muuhulgas lepingute läbirääkimisel ettevõtetega, tagamaks mõlema osapoole rahulolu koostöö tulemustega. Lisaks nõustab töögrupp vajaduse korral ka teadlasi ja koostööpartnereid arendustegevuste planeerimisel ja teostamisel (Ibid).

Tehnoloogiasirde talituse põhiline ülesanne on korraldada Tartu Ülikoolis loodud intellektuaalomandi kaitset ja kommertsialiseerimist. See sisaldab endas ülikoolis tekkinud intellektuaalomandi analüüsi, selle kaitse organiseerimist ja sobiva rakendaja või rakendusvaldkonna otsimist. Tehnologiasirde talitus aitab leida sobiva lähenemisviisi intellektuaalomandi kaitseks, korraldades seejuures ka patendi taotlemise. Lisaks peab talitus läbirääkimisi ülikooli intellektuaalomandi kasutamise vastu huvi tundvate ettevõtetega ning korraldab konfidentsiaalsus- ja litsentsilepingute sõlmimist ning materjalide üleandmist (Teadmiste ja tehnoloogia siire 2017).

Majanduskasvu saavutamiseks on üks võimalustest tehnoloogiapiire intellektuaalomandi üleandmise kaudu. Tehnoloogia müügi või litsentsimisega on võimalik teenida tulu järgmiste projektide jaoks ning ühtlasi suurendatakse tehnoloogiapiirde tulemusel tootlikkust (Hanson et al 2015:16). Intellektuaalomandi komertsialiseerimine tähendab teadustöö tulemusel tekkinud intellektuaalomandi realiseerimist äriliste vahenditega. Tavaliselt tähendab see koos partneritega intellektuaalomandi arendamist tooteks või teenuseks. Alternatiiv eelnevale tegevusele on intellektuaalomandi litsentsi alusel kasutada andmine (Teadmiste ja tehnoloogia siire 2017). Tartu Ülikooli tehnoloogiapiirde talituse tegevust aastatel 2011-2016 iseloomustab Tabel 4, mis annab arvulise ülevaate tehnoloogiapiirdega seonduvatest tulemustest.

Tabel 4. Tehnoloogiapiirde talituse tegevusnäitajad 2011-2016

Aasta	2011	2012	2013	2014	2015	2016
T&A lepingute arv	90	63	47	48	33	44
T&A lepingute maht [€]	1 213 422	1 849 868	2 585 688	2 487 641	3 111 415	1 822 648
Uutest äripotentsiaali omavatest IO objektidest teatamiste arv	11	10	15	17	17	6
Aktiivselt komertsialiseeritavate IO objektide arv andmebaasis	48	47	30	49	54	16
Patentide arv	48	40	35	35	43	33
Patenditaotluste arv	70	77	54	51	38	28
Litsentsilepingute arv	9	10	7	4	9	1
Litsentsilepingute maht [€]	108 403	110 975	113 000	119 677	103 682	70 041

Allikas: (Tartu Ülikooli tehnoloogiapiirde talitus 2016)

Ülaltoodud tabelist nähtub, et keskmiselt teatatakse Tartu Ülikooli tehnoloogiapiirde talitusele igal aastal 13 ärilise potentsiaaliga intellektuaalomandi objektist. Seejuures vajab võimaliku ärilise potentsiaaliga intellektuaalomandi objekt täiendavat analüüsi, mis on tehnoloogiapiirde talituse esmane ülesanne komertsialiseerimise protsessis. Täiendav analüüs on eesmärgiga tuvastada äriiline potentsiaal, leida partnerid, sõlmida lepingud ning jälgida sõlmitud lepingute täitmist.

Juhul, kui analüüsi tulemusena ilmneb, et intellektuaalomandi objekti kommertsialiseerimiseks on ratsionaalne lähenemisviis luua uus ettevõtte (*spin-off*), mille ülesandeks on vastav teenus või toode turule viia, toetab tehnoloogiasiirde talitus ka vastava ettevõtte loomist. Tehnoloogiasiirde talituse toetuse sisuks on pakkuda nõustamist äriplaani, rahastamise ja juhtimise osas (Teadmiste ja tehnoloogia siire 2017).

Kommertsialiseerimise protsessi oluliseks osaks on siinkohal teostatavusanalüüsi tegemine, mille üheks komponendiks on võimaliku ärimudeli väljapakkumine. Teostatavusanalüüs oma olemuselt peab andma piisava ülevaate, käesoleva töö kontekstis, käsitletavast tehnoloogilisest meetodist ning selle teostatavusest ja teostatavuse mõistlikkusest. Järgnevalt antakse ülevaade analüüsi etappidest ja vajaminevast informatsioonist.

Käesolevas töös tehtava teostatavusanalüüsi näites rakendatakse teoreetilises osas väljapakutud analüüsi struktuuri ettevalmistava teostatavusanalüüsi tegemiseks. Analüüsi struktuur koostati autori poolt tuginedes UNIDO käsiraamatule teostatavusanalüüsides kohta ja eelnevate avaldatud teostatavusanalüüsides võrdlusele. Kõnealuse analüüsi struktuur on järgnev:

1. Projekti valdkonna ja tausta kirjeldus;
2. Eelnevate haakuvate uuringute lühikokkuvõtte;
3. Analüüsi eesmärgi kirjeldus lähtuvalt kasusaavast osapooltest;
4. Käsitletava tehnoloogia kirjeldus ja tegutsemisvabaduse analüüs patendiotsingu põhjal;
5. Tehnoloogia katsetuste tulemuste kirjeldus ja selle kasutamise kulud;
6. Tehnoloogia rakendamise võimalused ja võrdlus alternatiivsete lahendustega, tugevuste-nõrkuste analüüs;
7. Tehnoloogia eeliste kokkuvõtte;
8. Võimalik rakendatav ärimudel tehnoloogia kommertsialiseerimiseks;
9. Kokkuvõtte ja ettepanekud projekti jätkamise kohta.

Teostatavusanalüüsi punktides 1. – 3. on esmatähtis analüüsis käsitletava tehnoloogilise meetodi kirjelduse olemasolu ning sellele eelnenud uuringute tulemuste kokkuvõtte. Lisaks on vajalik pöörata tähelepanu Tartu Ülikoolile kui tehnoloogia

kommertsialiseerimisest kasusaavale osapoolele ning Tartu Ülikooli poolsele eesmärgile kommertsialiseerimise viisi valikul.

Analüüsi 4. punktis kirjeldatakse tehnoloogilise meetodi olemust ning teostatakse patendiotsingu põhjal tegutsemisvabaduse analüüs. Tegutsemisvabaduse analüüsis vaadeldakse olemasolevaid ja taotletavaid patente, mis haakuvad käsitletava valdkonnaga. Tegutsemisvabaduse analüüsi eesmärk on veenduda tehnoloogilise meetodi kommertsialiseerimise võimaluses intellektuaalomandi kaitsest tulenevate takistuste puudumise abil.

Punktides 5. – 6. on vaatluse all käsitletava tehnoloogilise meetodi võimekus ning selle eelised võrreldes eelnevates uuringutes vaadeldud meetoditega ja teiste levinud alternatiividega korrosiooni tõkestamiseks. Tehnoloogilise meetodi hindamiseks on vajalik katseandmete olemasolu ning selle rakendamise hinna väljaarvutamine. Lisaks on vajalik alternatiivsete meetodite tulemuslikkuse ja kulukuse informatsiooni olemasolu.

Punktides 7. – 9. võetakse kokku tehnoloogilise meetodi eelised, selle kommertsialiseerimise võimalused ning antakse hinnang selle kommertsialiseerimisega jätkamise ratsionaalsuse kohta. Seejuures pakutakse välja ka üldine võimalik ärimudel, mis on autori hinnangul otstarbekaim tehnoloogilise meetodi kommertsialiseerimiseks.

2.2 Nanotehnoloogilise korrosioonikindla kihi loomise meetodi teostatavusanalüüs

Tartu Ülikooli Kiletehnoloogia Laboris töötati välja korrosioonikindla kaitsekihi loomise meetod, mis on sobilik rakendamiseks erakordset mehaanilist ja korrosioonikindlust vajavates kohtades. Meetod seisneb mehaanilistele ja keemilistele kahjustustele vastupidavas pinda katva kihi loomises. Kõnealune meetod on sobilik kasutamiseks enamike metallide puhul ja katab igasuguse pinnageomeetria kõrge kvaliteediga ühtlase tihedusega kihiga (Advanced Corrosion Resistance Treatment 2016)..

Ekstreemsetes keskkondades kasutatavad metallist objektid, alates lennuki- ja autoosadest kuni meditsiiniliste implantaatideni, vajavad pinna passiveerimist, muutmaks need vastupidavaks korrosiooni mõjudele keskkonnas, milles neid rakendatakse. Enimkasutatav passiveeritud kihi loomise meetod, värvimise kõrval, on anodeerimine.

Anodeerimise eeliseks on selle rakendatavus nii väikeste kui ka suurte kompleksse geomeetriaga pindade töötlemisel, näiteks keerukatest bio-implantaatidest kuni tervete auto keredeni (Advanced Corrosion Resistance Treatment 2016).

Lähtuvalt protsessi eripäradest on anodeerimise puuduseks loodava kihi poorsus. Põhjusel, et anodeerimise protsessis peab olema elektrivoolul ligipääs töödeldava metallpinnani, on pooride moodustumine vältimatu. Seetõttu mõned poorid ulatuvad läbi pinda kaitsva kihi kuni metalli töötlemata pinnani. Eripäradest tulenevalt tekivad mingil ajahetkel korrosioonikolded, hoolimata passiveerimisest (Ibid).

Keemiline sadestamine aurufaasist (*chemical vapour deposition - CVD*) ja sellele lähedane meetod aatomkihtsadestamine (*atomic layer deposition - ALD*) katavad pinnad täielikult, sealhulgas ka moodustunud pooride siseküljed ja nende põhjad, kattes seega pinna täiesti ühtse, keemiliselt homogeense ja vastupidava kihiga. Meetod seisneb pinnale kilekihi loomises ühe aatomkihi kaupa, tekitades erinevate nanokihtide laminaadi. Protsessi puuduseks on selle suur ajakulu. Lisaks on probleemiks nende nanokihtide vähene nakkuvus substraadiga (Ibid).

Eelnevalt pole praktikas suudetud kombineerida ülal kirjeldatud meetodeid. Näiteks Euroopa 7. Raamprogrammi projekt „CORRAL“, kus Tartu Ülikooli meeskond töötas koos partneritega erinevatest tööstusvaldkondadest ning keskendus kõnealuse probleemi lahendamisele, ei suutnud hoolimata üle kolme aasta pikkusest tööst saavutada märkimisväärset edu (Ibid).

Jätkates CORRAL projektis alustatud tööd, arendas Tartu Ülikooli Kiletehnoloogia Labori meeskond välja meetodi, mis kombineerib anodeerimist aatomkihtsadestusega. Aatomkihtsadestuse unikaalsed omadused kindlustavad ühtlase oksiidikihi loomise töödeldud pinna peale, sulgedes kõik poorid, mis on tekkinud anodeerimisel (Ibid).

Meetod hõlmab objekti pinna ettevalmistamist, selle anodeerimist kolme elektroodiga vannis ning seejärel pinna katmist aatomkihtsadestusega. Anodeerimine annab aluspinnale mehaaniliseks vastupidavuseks vajaliku tiheduse ja aatomkihtsadestusega peale kantav kiht katab olemasolevate pooride seinad ja põhjad, andes töödeldud pinnale erakordse vastupidavuse ekstreemsetes keskkondades. Lisaks on aluspinda kattev kiht

õhuke ja piisavalt tugev, et liikuda koos aluspinnaga, kui see deformeerub mehaanilise ja termilise pinge all, seejuures pragunemata (Advanced Corrosion Resistance Treatment 2016).

Tartu Ülikool pakub meetodi kasutamiseks litsentsi omandamist koos võimalusega teha koostööd meetodi arendamisel ja kohandamisel ettevõtte vajadustega. Meetodi juurutamisel arvestatakse töödeldavate objektide koostise ja nende geomeetriaga ühes tootmisprotsesside võimalike piirangute ja kliendi soovidega. See tähendab, et ettevalmistava töö järel laboratooriumis viiakse juurutamine lõpuni kliendi juures, kindlustades sellega kõrgeima võimaliku kvaliteedi ja sobivuse tootmisprotsessiga. Tootmisprotsessi etappide kvaliteetse tulemuse kindlustamiseks teostatakse analüüsid, milles rakendatakse skaneerivat teravikmikroskoopiat (*scanning probe microscopy*), elektronspektromeetriat, voltammeetriat ja muid meetodeid (Ibid).

Tulemuseks saadava meetodiga on võimalik töödelda esemeid, mille tulemuseks saadav pind on vastupidavam keemilisele ja mehaanilisele kahjule võrreldes vaid anodeerimise või aatomsadestusega saadava tulemusega. Seejuures ei suurenda kasutatav meetod eseme mõõtmeid või muudab neid vaevumärgatavalt. Kõnealune väike ja ennustatav mõju eseme mõõtmetele võimaldab töötluste kasutamist tootmise viimase etapina, aidates sellega optimeerida tootmiskulusid (Ibid).

Koostöö käigus loodud intellektuaalomandi käitlemise põhimõtted on avatud aruteluks. Tavapärastelt omandab Tartu Ülikool publitseerimisõigused uuringutulemuste osas, kuid koostööpartneril on võimalik 30 päeva jooksul publitseerimist vetostada tundliku informatsiooni kaitsmise eesmärgil. Kiletehnoloogia labori meeskond koosneb pinnatöötlustega tegelevatest juhtivatest teadlastest nagu professor Väino Sammelselg, Mairo Merisalu, Lauri Aarik, PhD (Ibid).

Tartu Ülikool soovib leida partnereid, kellega koostöös leida võimalikke rakendusi loodud tehnoloogiale. Litsentseerimisega seotud kokkulepete, tehtava töö, vajalike materjalide ja võimalike reisikulude katmine peaks toimuma koostööpartneri poolt (Ibid).

Käesolevas töös analüüsitava nanotehnoloogilise korrosioonikindla kihi loomise meetodi väljatöötamisele Tartu Ülikoolis eelnes Euroopa Liidu poolt toetatud projekt CORRAL

(lühend inglise keeles olevast nimetusest *Corrosion protection with perfect atomic layers*), mis vältas aastatel 2008-2011. Projektis osalesid lisaks Tartu Ülikoolile 13 erineva organisatsiooni esindajad, kuuest erinevast riigist (*Corrosion protection with perfect atomic layers 2017*).

Projekti eesmärk oli arendada välja kõrgtihedad defektivabad ülimalt õhukesed tihenduskatted, millel on suurepärased kaitsekihi omadused ja suurem korrosioonikindlus. Uuring oli fokusseeritud mitmekihilistele nanotasandil katete arendamisele. Need läbitungimatud tihenduskihid on võimelised takistama ionide vahetust substraadi ja agressiivse keskkonna vahel, pakkudes seeläbi efektiivset kaitset korrosiooni vastu. Katted pihustati kasutades nelja alternatiivset aurufaasist sadestamise tehnikat: filtreeritud katoodsadestus (ingl. k. *Filtered Cathodic Arc Deposition - FCAD*), suure võimsusega impulss-magnetronsadestamine (ingl. k. *High Power Impulse Magnetron Sputtering - HIPIMS*), aatomkihtsadestus (ingl. k. *Atomic Layer Deposition*) ja plasma-aatomkihtsadestus (ingl. k. *Plasma Enhanced Atomic Layer Deposition - PEALD*) (Periodic Report Summary – Corral... 2010)

Loetletud meetodite eelis seisneb suure konformsuse ja ühtlase tihedusega defektivaba kile sadestamise võimalikkuses. Lisaks oli üks siht tõestada loetletud meetodeid kasutades loodava korrosioonikindla kihi tööstuslikus mahus loomise teostatavust. Eelnevast lähtuvalt oli vajalik mitmeetapilise protsessi defineerimine, hõlmates seejuures kõiki etappe ettevalmistusest sadestamiseni. Planeeritud oli kõigi meetodite hindamine efektiivsuse, rahalise kulu, keskkonnamõjude ja turvalisuse aspektist ning sobivate meetodite valimine edasiseks arendustegevuseks (Periodic Report Summary – Corral... 2010).

Sadestamise meetodeid katsetati suurt täpsust nõudvate mehaaniliste osade (laagrite), lennunduses kasutatavate komponentide (pidurdussüsteemide osad) ja gaasikäitlusseadmete komponentide peal. Projekt saavutas mõningast edu kolmes aspektis (Ibid):

1. Nanotasandil pindade töötlemise ettevalmistamine, vaatlemine ja kontrollimine;
2. Tehnoloogia arendamine katete jaoks, mis on perfektsed nanotasandil ja suudavad toime tulla järelmõjudega;
3. Nanotasandil korrosiooni käivitamine ja selle areng.

Projekti raames vaadeldi vaid kolme rakendusmudelit, milles kasutati 100Cr6 (kasutatakse laagrite tootmiseks suure kulumiskindluse tõttu), Al2024 (kasutatakse lennukite konstruktsioonis oma tugevuse, väsimuskindluse ja kerguse tõttu) ja 34CrMo4 (kasutatakse sageli suurt tugevust nõudvatel juhtudel). Ühega neist saavutati märkimisväärset edu, mistõttu planeeriti mudeli juurutamist tööstuses juba enne projekti lõppu (Periodic Report Summary – Corral... 2010).

CORRAL projekti kogemuste põhjal jätkati tehnoloogia arendamist Tartu Ülikooli Kiletehnoloogia laboris professor Väino Sammelselja eestvedamisel ning 2012. aasta detsembris esitati edasiarendatud tehnoloogia kohta patenditaotlus Ühendkuningriigis. 2016. aasta novembris avaldati märgede tehnoloogiale Euroopa patendi väljastamise kohta, mida on võimalik vaidlustada 2017. aasta augustini (Method of preparing... 2016:1).

Tehtava teostatavusanalüüsi eesmärk on demonstreerida Tartu Ülikoolis professor Sammelselja ja tema töögrupi poolt välja arendatud nanotehnoloogilise korrosioonikindla kihi loomise meetodi teostatavust, selle eeliseid võrreldes alternatiivsete lahendustega ning välja pakkuda võimalik ärimudel tehnoloogilise meetodi kommertsialiseerimiseks. Analüüsi 4. ja 5. punkti ülesandeks on anda ülevaade tehnoloogilisest meetodist, tegutsemisvabadusest ja meetodi eelistest võrreldes alternatiivsete lahendustega. Ülejäänud punktides on rõhk tehnoloogilise meetodi rakendusvõimaluste leidmisel ja võimaliku ärimudeli väljapakkumisel. Analüüsi tulemuseks on ülevaade käsitletavast tehnoloogilisest meetodist ja selle kommertsialiseerimise võimalustest koos soovitusena kommertsialiseerimise protsessiga jätkamise kohta. Autor toonitab, et käesolevas töös tehtud analüüs ei ole täielik teostatavusanalüüs, vaid on pigem ettevalmistava loomuga eel-teostatavusanalüüs (*pre-feasibility study*). Järgnevalt antakse kokkuvõtlik ülevaade tehnoloogia olemusest.

Nanotehnoloogilise korrosioonikindla kihi loomise meetodi kirjeldamisel lähtub autor meetodi patendist ja Tartu Ülikooli poolt avaldatud materjalides, milles kirjeldatakse kõnealuse tehnoloogilise meetodi olemust. Põhjuseks, et käsitletava tehnoloogilise meetodi patent on avalik, pole selles etapis tegemist salastatud või saladuses hoidmist vajava informatsiooniga. Järgnevalt võetakse autori poolt vaatluse alla patent EP2938758 B1 ning kirjeldatakse nanotehnoloogilise korrosioonikindla kihi loomise meetodit kokkuvõtvalt.

Leiutise sisuks on metalli pinnale topeltstruktuuriga suhteliselt kõva kaitsekihi moodustamine nii, et kaitsekihi baas on homogeenne ja moodustatud anodeerimise teel tingimustes, mis pärsivad pooride teket. Põhjusel, et tekkiva kaitsekihi paksus on mõõdetav nanomeetrite tasandil, on kihil ka teatav mehaaniline paindumus. Seejuures on kaitsekiht keemiliselt seotud kaetava metallpinnaga. Kaetav metallpind võib olla anodeeritav metall, näiteks: alumiinium, magneesium, titaan, vanaadium, tsink, nioobium, kaadmium, hafnium, tantaalum või nende sulamid (Method of preparing... 2016:2).

Kaitsekihi pealmine osa koosneb vähemalt ühest nanokihist, mis on kantud aatomsadestusega (*atomic layer deposition*) ning mis katab ka anodeerimisel tekkinud pooride seinad ja nende põhjad, kuid ei sulge neid täielikult. Aatomkihtsadestusega loodud pealmine kiht on vähem kui 100 nanomeetri paksune ja valmistatud keemiliselt vastupidavatest materjalidest. Eelnev asjaolu muudab kogu kaitsekihi keemiliselt vastupidavaks. Seega koosneb meetod kolmest kuni neljast põhilisest etapist (Ibid):

1. Vajadusel metallobjekti pinna puhastamine lihvimise, harjamise, ultraheliga või nende kombinatsiooniga;
2. Metallobjekti puhastatud pinna anodeerimine selle täiendavaks puhastamiseks ja homogeensemaks muutmiseks;
3. Teistkordne anodeerimine kindlustamaks piisava paksuse, tihedusega ja homogeensusega kaitsekihi teket;
4. Anodeeritud pinnale aatomkihtsadestusega kihi kandmine, mis katab eelnevates etappides tekkinud pooride seinad ja nende põhjad, kuid ei sulge poore.

Töötlemise tulemusena moodustub õhuke kiht, mis ei suurenda märkimisväärselt objekti mõõtmeid. Anodeerimise etapp eemaldab objekti pinnalt ka aktiivsed korrosiooni tekkimise kohad ja annab kihile tugevuse ja painduvuse. Aatomkihtsadestuse etapp täidab poorid ja muud defektid anodeeritud kihis, kattes kogu pinna. Aatomkihtsadestusega loodud pealmine kiht on ka keemiliselt vastupidavam kasutatud materjalide tõttu (Method of preparing... 2016:2).

Töös vaadeldava tehnoloogia tegutsemisvabaduse analüüs teostati patendiotsingu põhjal. Autor otsis sarnaste märksõnadega patente, mis võiksid kattuda Tartu Ülikoolis

edasiarendatud tehnoloogiaga. Põhjusel, et kasutati rahvusvahelist portaali “Espacenet”, otsiti patente järgnevate inglisekeelsete märksõnade abil:

- “*Corrosion resistant*” - üle 10 000 vaste;
- “*Corrosion resistant coating*” - 2062 vastet;
- “*Corrosion resistant coating method*” - 700 vastet;
- “*Corrosion resistant film coating method*” - 25 vastet.

Märksõnade “*Corrosion resistant film coating method*” abil leitud vastete põhjal sorteeris autor välja meetodid katete valmistamiseks, mis kirjelduse põhjal peaksid andma sarnase tulemuse võrreldes Tartu Ülikoolis loodud meetodiga. Autor sorteeris välja otsingu tulemuste seast 10 patenti ja patenditaotlust, mida täiendavalt analüüsid selgus, et ligilähedase kirjeldusega on vaid üks patent KR100973522 B1. Võrdluse aluseks oli patendi kokkuvõttev kirjeldus, sest patendi ülejäänud osa oli korea keeles ning seetõttu mõistetamatu.

Leitud patendi kirjeldus kattus olulistest punktides Tartu Ülikoolis välja töötatud meetodi kirjeldusega, kuid meetodi lõppeesmärk oli erinev. Põhjusel, et koreakeelne patent oli autori jaoks loetamatu, tuginetakse järgnevalt vaid patendiga koos antud kirjeldusele, et anda leiutisest ülevaade.

Patent kirjeldab meetodit, mille abil on võimalik toota erinevatest materjalidest kergesti erineva kuju ja struktuuriga nanostruktuure kasutades anodeeritud alumiiniumit ja aatomkihtsadestust. Nanostruktuuride tootmise meetod koosneb järgnevatest sammudest (Kim et al 2009):

1. Substraadi paigutamine happe lahusesse, alumiiniumi anodeerimine substraadi pinnale ja poorse alumiiniumoksiidi nanostruktuuri tekitamine;
2. Aatomkihtsadestuse abil pooride täitmine nanostruktuuris;
3. Söövitamise abil kaitsekihi eemaldamine nanostruktuurilt;
4. Alumiiniumoksiidi kihi eemaldamine.

Ülal toodud etappidest lähtuvalt sarnaneb vaadeldav patent Tartu Ülikoolis loodud lahendusega kahes esimeses punktis. Seejuures on meetodi viimased kaks etappi suunatud muuks otstarbeks. Kõnealuse leiutise patent kehtib Koreas hiljemalt 2027. aastani vastavalt Euroopa Patendibüroo informatsioonile (FAQ – Korea 2017).

Põhjused, et patendiotsinguga leitud võimalik konkureeriv lahendus on patendiga kaitstud vaid Koreas, tegi autor järelduse, et muudes riikides ei ole ohustatud Tartu Ülikoolis välja arendatud meetodi rakendamine ärielistel eesmärkidel vaadeldud leiutatud meetodi poolt. Teiseks, põhjusel, et võimalik konkureeriv patent oli korea keeles, ei olnud autoril võimalik ilma tõlketeenuse ostmiseta korrektset täielikku kirjeldust meetodist saada. Eelnevalt mainitud põhjusel vajab patendiotsing täiendavat tööd.

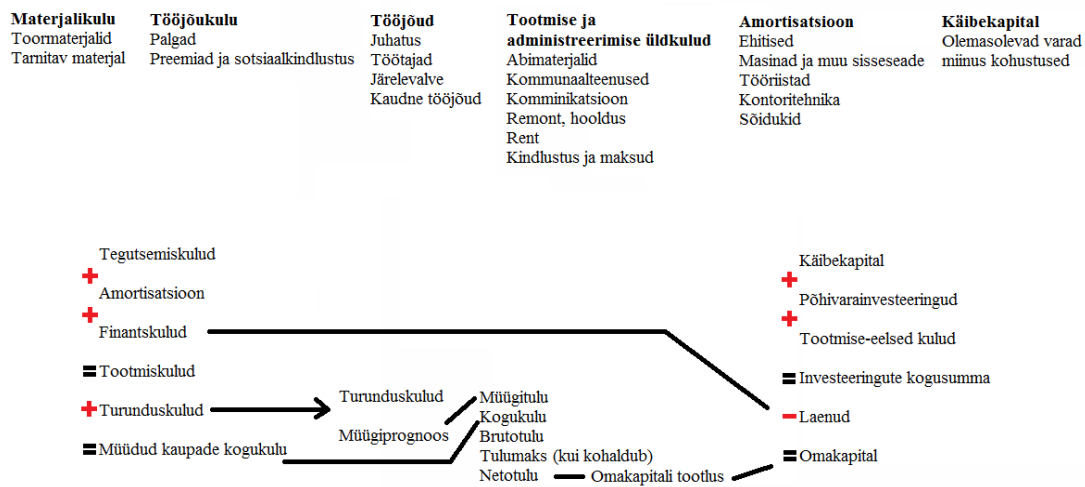
Tartu Ülikoolis loodu meetodi patendis on kirjeldatud sooritatud katset veendumaks meetodi efektiivsuses. Esmalt töödeldi metallobjekti pinda kirjeldatud meetodiga ning seejärel sukeldati see 5% (NaCl) soolalahusesse. Katse näitas kaitsekihi vastupidavust soolalahuses vähemalt 500 tundi ehk enam kui 20 päeva. Mikrokõvaduse testimine näitas kirjeldatud meetodil loodud katte kõvaduse suurenemist võrreldes ainult anodeerimise teel loodud kihiga (Sammelselg et al 2014:7).

Meetodi loojate poolt antud kirjelduse põhjal on loodud meetodi ajaline kulu objekti töötlemisel ligikaudu 16 tundi. Seejuures on protsess jaotatud kahe päeva peale. Esimesel päeval teostatakse pinna eeltöötlusted koos anodeerimisega ning teisel päeval aatomkihtsadestusega (ALD) katmine (Sammelselg 2017).

Anodeerimise maksumus sõltub töödeldava objekti suurusest, sest töödeldava objekti mõõtmetest oleneb anodeerimisvanni suurus, vajamineva elektrolüüdi hulk ja vajaliku elektrienergia hulk (Sammelselg 2017). Suuremate detailide, näiteks autouste, anodeerimiseks on vajalik elektrivool tugevusega 200 kuni 1000 A ja pingega kuni 40 V. Kõiki parameetreid peaks olema võimalik arvuti abil modifitseerida ning programme kohandada vastavalt töödeldava objekti eripäradele. Vajaminevate parameetritega vooluallikas võib sõltuvalt keerukusest maksta 2000 kuni 10 000€. Sobilikust materjalist anodeerimisvann on võimalik osta mõne tuhande euroga. Juhul, kui on vajalik lisaks paigaldada jahutussüsteem, suureneb kulu märkimisväärselt (Merisalu 2017). Eelnevast lähtuvalt on anodeerimiseks vajalik seadmete hind vähemalt 4000€ ilma jahutussüsteemita. Eelnevalt toodud kulude suurused eeldavad seejuures iseseisvalt süsteemide monteerimist. Samas eksisteerivad seadmed, millel on olemas kõik vajaminevad funktsioonid ning mille kasutamine on autori hinnangul ratsionaalsem (vt. Tabel 5).

ALD reaktori tunnihind on 75€/h. Kui kate sadestatakse ühele objektile kaheksa tunniga, on kate maksumus vähemalt 600€. Samas, kui detailid on väiksemad ja nende kogus näiteks 100tk, on kate maksumus 6€ detaili kohta (Sammelselg 2017). Professor Sammelselg toonitas eraldi, et reaktori tunnihind ei sisalda seadme amortisatsioonikulu, sest see on ostetud Euroopa Liidu vahenditega. Juhul, kui mõni ettevõtte soovib kõnealust meetodit oma töös rakendada, tuleb arvestada ka vajamineva reaktori kulu ja selle amortisatsiooniga. Tööstuslike reaktorite hind on ligikaudselt kuni 500 000€ ning nende eluiga ligikaudu 10 aastat (Sammelselg 2017). Seega oleks reaktori amortisatsioon 50 000€ aastas, kui arvestada, et seda 10 aasta järel enam arvestatava väärtusega müüa ei saa.

Eelnevale lisanduvad muud erineva otstarbega abisüsteemid. Kriitilise tähtsusega on efektiivne ventilatsioonisüsteem, mis eemaldab töötamise käigus tekkivad väävelhappe aurud ning on seejuures korrosioonikindel. Juhul, kui tegu on mastaapse tootmisega, peab olema ka võimekus suuremate detailide mehaaniliseks ja keemiliseks eeltöötamiseks, mis viiakse läbi mitmes etapis ning mille kulu jääb 10 000€ piirimaile. Anodeerimise ja eeltöötuste jaoks vajalike lahuste tegemiseks on tarvis ka deioniseeritud vett, sest ka väike kloori sisaldus rikub protsessi ja seega ei ole soovitatav kraanivett kasutada (Merisalu 2017). Põhjusel, et töös käsitletava meetodi rakendamisega seotud võimalikud kulud on täpselt määratlemata, tugines autor UNIDO käsiraamatule (1991), milles avaldatud kuluallikate ja nende omavaheliste seoste skeem võimaldab mõista tegelikke kululiike (vt. Joonis 2).



Joonis 2. Kuluallikad ja nende seosed tööstusprojektis. (Allikas: UNIDO 1991:285)

Eelneva informatsiooni ja Joonis 2 põhjal on võimalik koostada hinnanguliste kulude ülevaade. Meetodi rakendamisega potentsiaalselt kaasnevate kulude allikad on toodud alljärgnevas Tabelis 5:

Tabel 5. Meetodi kasutamisega seonduvad kulud.

Kuluallikad	Seadme hind, EUR
Põhivarainvesteeringud	
Tööstuslik anodeerimissüsteem (koos jahutus-, ventilatsiooni-, vee vahetuse süsteemidega jne.)	€27 000 – 67 000
Tööstuslik anodeerimissüsteem (koos jahutus-, ventilatsiooni-, vee vahetuse süsteemidega jne.) ja seadeldisega raskete objektide liigutamiseks	€89 000 – 134 000
Vooluallikas	€2000 – 10 000
Tööstuslik ALD reaktor	~€500 000
Materjalikulu	
Deioniseeritud vesi	
Anodeerimiseks vajalikud kemikaalid	
Muu materjalikulu	
Tööjõukulu	
Personalikulu	
Üldkulud	
Abimaterjalid	
Kommunaalteenused	
Üldkulud	
Kommunikatsioonikulud	

Kuluallikad	
Hoolduskulud	
Kindlustus	
Jäätmete teisaldamine	
Amortisatsioon	
Sisseseade amortisatsioon	Vähemalt €50 000 aastas
Tööriistade amortisatsioon	

Allikas: (Merisalu 2017, Korn 2008, UNIDO 1991; autori koostatud)

Eelnevast nähtub, et meetodi kasutamise tegelik kulukus ei ole veel täpselt välja arvatud ning vajamineva sisseseade maksumus kõigub suures vahemikus. Seetõttu vajab meetod täiendavat analüüsi mingite objektide töötlemise maksumuse määramiseks. Põhjusel, et meetodi kasutusele võttev ettevõtte peaks tegema vähemalt 529 000€ suuruse investeeringu ALD reaktori hankimiseks. Suuremate süsteemide ja raskemate detailide töötlemise vajaduse korral vähemalt 599 000€ suuruse investeeringu. Võttes arvesse jooksvate kulude sõltuvust kasutatavatest seadmetest ja töötlemise mahust, on põhjust autoril arvata, et ilma konkreetsete kulunumbriteta on meetodit kommersialiseerida keerukam ning see vajab iga ettevõtte puhul vajadustest lähtuvalt eraldi testimist.

Aatomkihtsadestamise kasutamine protsessis on märkimisväärse olulisusega, sest võimaldab katta tekkivate pooride seinad ja nende põhjad neid täielikult sulgemata. See omakorda võimaldab protsessi suuremat kiirust võrreldes alternatiivsete meetoditega. Alternatiivsed meetodid jätavad ka pooride põhjad katmata luues sellega kaitsekihis võimalikud nõrgad kohad, kus on suurem tõenäosus korrosioonikolde tekkeks (Sammelselg et al 2014:3).

Kasutades metallobjekti kaitsekihi moodustamisel vaid anodeerimist ei ole võimalik vältida täielikult pooride teket, mis ulatuvad aluspinnani. See on tuleneb asjaolust, et anodeeritud kihi loomisel peab eksisteerima voolukanal metallpinnani. Seega ei anna anodeerimine üksinda ligikaudset tulemust (Ibid). Alternatiivselt on katsetatud pooride sulgemist töötlemisel kuuma veega. Samas ei ole see efektiivne, sest tekkivad metalli hüdroksiidid on suurema mahuga kui oksiidid. Mainitud põhjusel tekivad kaitsekihis praod, mistõttu pole see sarnase vastupidavusega (Ibid).

Lisaks on Tartu Ülikooli tehnoloogiasirdetalituse poolt koostatud võrdlev tabel enimlevinud meetodite ja käsitletud meetodi kohta (vt Tabel 6). Tabelis on toodud välja

meetodid ning nende omadused kokkuvõtvalt. Lisaks on välja toodud hinnanguline kulu võrdluses teiste meetoditega 10 aasta perspektiivis.

Tabel 6. Metallpindade katmise meetodite võrdlus.

	Värv	Lakk	Kroomhappega anodeerimine	Väävel-/boorhappega anodeerimine	Uus kate
Lahustuvus vees	Ei	Ei	Madal	Madal	Ei
Vastupidavus	Keskmine	Keskmine	Keskmine-suur	Keskmine	Suur
Kulumiskindlus	Madal	Madal	Keskmine	Keskmine	Keskmine-suur
Keskkonnasõbralikkus	Kontrollitav	Kontrollitav	Ohtlik	Kontrollitav	Kontrollitav
Katte paksus	~1 mm	~ 1 mm	~20 µm	~20 µm	<1 µm
Pinna värvitavus	Ei kohaldu	Madal	Kõrge	Kõrge	Kõrge
Kulu 10 aastase kasutusperioodijooksul	Suur, hoolduskulude tõttu	Suur, hoolduskulude tõttu	Keskmine	Keskmine	Madal

Allikas: (Advanced treatment for corrosion... 2017:4)

Meetodite võrdlusest nähtub, et käsitletav nanotehnoloogiline meetod on vastupidavam, õhukesem ja soodsam, kui alternatiivsed meetodid. Meetodi madal kulukus tuleneb asjaolust, et oma vastupidavuse tõttu ei vaja sellega loodav kaitsekiht pidevat uuendamist. Samuti puudub vajadus muude kulukate komponentide kasutamise järele.

Lähtudes Tartu Ülikoolis välja arendatud nanotehnoloogilise korrosioonikindla kihi loomise meetodi kirjeldusest, selle omaduste ja protsessi enese kirjeldusest ning võrdlusest enamlevinud alternatiivsete meetoditega, on võimalik kokkuvõtval kujul esitada käsitletava meetodi eelised. Lisaks eeliste loetelule on autor koostanud ka tugevuste-nõrkuste analüüsi, mis vaatleb võimalikke olukordi laiemalt. Põhjalikum sotsiaalmajanduslik analüüs ei kuulu käesoleva töö koosseisu.

Autori hinnangul seisneb meetodi peamine eelis selle tulemusena saadava kihi vastupidavuses korrosioonile ja muudele mõjudele (vt Tabel 7). Sellest peamisest eelisest

tuleneb ka meetodi suhteline madalam hind katte pideva või perioodilise uuendamise vähemast vajadusest. Mõlema loetletud eelise järgnevas tulemiks on lisaks ka mõju tööstustoodangule üldiselt, sest vastupidavam kaitsekiht tingib vähema ressursside kasutamise vajaduse erinevate objektide eluea pikendamise tõttu. Kuigi meetod on näiteks 10 aasta perspektiivis odavam võrreldes alternatiividega, ei ole veel täpselt selge, kuidas võib see mõjutada tööstustoodangu maksumust.

Tabel 7. Meetodi tugevuste-nõrkuste analüüs.

Tugevused	Nõrkused
<ul style="list-style-type: none"> • Vastupidavam võrreldes alternatiivsete lahendustega; • Kate on väga õhuke, <1 µm • Suurema kulumiskindlusega • Kate on üliõhuke, 20 korda õhem alternatiividest; • Vastupidavuse ja kulumiskindluse tõttu ei vaja pidevat uuendamist, mistõttu on kulu märkimisväärselt madalam 10 aastase perioodi jooksul. 	<ul style="list-style-type: none"> • Meetodi kasutamise tegelik kulu ei ole veel täpselt määratletud; • ALD reaktor on kallis ning reaktori mõõtmed määravad tootmismahu; • Meetod on ajakulukas, kestes ligikaudu 16 tundi; • Ohtlike kemikaalide kasutamine anodeerimisel vajab abisüsteeme ventilatsiooniks ja jahutamiseks; • Meetod vajab tööstuslikku katsetamist.
Võimalused	Ohud
<ul style="list-style-type: none"> • Märkimisväärselt vastupidavam korrosioonikindel kate on suure turupotentsiaaliga kõrgtehnoloogilistes sektorites; • Meetodi kasutamise tulemusena võib väheneda ressursikasutus erinevates tööstussektorites, sest objektide eluiga pikeneb; • Meetodi edasiarendamine Tartu Ülikoolis loob soodsa pinnase ülikooli tuntuse tõstmiseks; • Meetodi edasiarendamine Tartu Ülikoolis võib tuua Tartu piirkonda uusi kõrgtehnoloogilisi ettevõtteid. 	<ul style="list-style-type: none"> • Rahvusvaheline patendikaitse on kulukas ning Tartu Ülikool ei pruugi olla võimeline patenti pikaajaliselt kaitsma; • Konkureerivad organisatsioonid taotlevad patenti sarnasele meetodile riikides, kus meetod pole patenteeritud või kus ei kehti praegused patendid; • Ettevõtted või muud organisatsioonid ei ole meetodi kasutamisest lähiajal huvitatud täiendava arendustegevuse ja analüüsi vajaduse tõttu; • Mõni organisatsioon rakendab oma leiutiste või huvide kaitseks mõnda patendikaitsestrateegiat, mille tulemusena patent ostetakse ning meetodi kasutamine on takistatud.

Allikas: autori koostatud

Meetodi märkimisväärsed eelised alternatiivsete lahendustega võrreldes võivad potentsiaalselt viia selle kasutamiseni näiteks aeronautikatööstuses - nagu mainitud ka

meetodi patendis - kus erinevate varuosade ja muude objektide vastupidavus on elulise tähtsusega. Samuti on meetod kasutatav muudes suurt korrosioonikindlust vajavates valdkondades. Meetodi arendustegevusega jätkamine võib potentsiaalselt suurendada nii Tartu Ülikooli tuntust kui ka suurendada Tartu piirkonna atraktiivsust ettevõtetele.

Lähtudes teoreetilises osas kirjeldatud erinevatest patendikaitsestrateegiatega, mida on võimalik ära kasutada ka ründaval eesmärgil, on olemas tõenäosus tegutsemisvabaduse piiramiseks. Asjaolu, et meetodil on kehtiv patendikaitse mitmes riigis, sh Euroopa Liidus, vähendab seda riski märkimisväärselt. Samas tuleb arvesse võtta patendikaitse potentsiaalselt suurt maksumust ning Tartu Ülikooli võimekust vastavasisulist patenti kaitsta.

Käsitleva nanotehnoloogilise korrosioonikindla kihi loomise meetodi patendis on eraldi välja toodud ka meetodi võimalikud rakenduskohad. Näiteks on meetod oma tulemuste tõttu kasutatav aeronautika- ja autotööstuses ning meditsiinilisi implantaate ja instrumente tootvas tööstuses. Alternatiivsed võimalikud kasutuskohad on taastuvenergia sektoris (näiteks meretuulepargid), ehituses, keemia- ja toidutööstuse varustuse ja töövahendite tootmisel, lisaks mitmetes muudes nimetamata kohtades (Sammelselg et al 2014:7).

Võttes aluseks Tartu Ülikooli kirjalikult väljendatud huvi tehnoloogiat litsentsi alusel kommertsialiseerida on tõenäoline perspektiiv ülikooli koostöö mitmete meetodist huvitatud organisatsioonidega. Tuginedes Tartu Ülikooli ajakirja poolt avaldatud artiklile, on esimene koostööpartner Captain Corrosion OÜ, mille loojaks on üks meetodi autoritest (Säde 2017). Seejuures on välja toodud ettevõtte puhul täidetud selle *spin-off* ettevõtte nimetuse alla liigitumise tingimused (Tartu Ülikooli spin-off ettevõtete... 2012):

- Ettevõtte on seotud ülikooliga ning toob esile vastavat seost;
- Ettevõtte osanikeks on ülikooli töötaja Inforegistri andmetel (Inforegister 2017);
- Ettevõtte hakkab kasutama ülikooli intellektuaalset kapitali ning tõenäoliselt juba teeb seda võttes arvesse meetodi autori seost ettevõttega ja ettevõtte senist tegevust;
- Ettevõtte kasutab ülikooli infrastruktuuri (kasutatakse Tartu Ülikooli seadmeid).

Eelnevast lähtuvalt ollakse jõudmas meetodi kommertsialiseerimiseni *spin-off* ettevõtte kaudu, seejuures jätkuvalt avalikult litsentsi saamise võimalust pakkudes. Kuigi alternatiivsed võimalused kommertsialiseerimiseks nagu lepinguline teadus- ja arendustegevus, teenuse pakkumine, koolituste ja konsultatsioonide pakkumine ei ole avalikult kättesaadavas materjalis välja toodud, usub autor, et ka nende võimaluste kasutamine on kokkuleppel Tartu Ülikooliga võimalik. Lisaks eksisteerib võimalus meetod kui intellektuaalomand müüa, kuid arvestades meetodi eeliseid ning võimalikke müügiga kaasnevaid riske, ei ole intellektuaalomandi müügi kaalumise käsitletava meetodi puhul ratsionaalne.

2.3 Teostatavusanalüüsi tulemused ja soovitused

Käesolevas töös tehtud teostatavusanalüüsis vaadeldi Tartu Ülikooli Kiletehnoloogia Laboris välja töötatud nanotehnoloogilise korrosioonikindla kihi loomise meetodit. Analüüs tugines UNIDO ja teiste allikate poolt koostatud materjalidele, lisaks eelnevalt tehtud teostatavusanalüüsidele. Analüüsi teostamise eesmärgid olid:

- Anda võimalikult terviklik ülevaade välja töötatud meetodi olemusest;
- Anda terviklik ülevaade meetodi hetkeseisust ja kasutamise võimalustest;
- Anda ülevaade meetodi kommertsialiseerimise võimalustest.

Analüüsis anti olemasoleva materjali põhjal ülevaade käsitletud nanotehnoloogilise korrosioonikindla kihi loomise meetodist ning selle eelistest võrreldes alternatiivsete lahendustega. Käsitletud meetod on varasemalt projektis CORRAL uuritu edasiarendus ning kuulub intellektuaalomandina Tartu Ülikoolile. Meetodi suurim eelis seisneb selle erakordses vastupidavuses korrosioonile ja muudele mõjudele. Lisaks on loodav kiht äärmiselt õhuke olles paksusega $<1 \mu\text{m}$. Võttes arvesse meetodi kasutamise tulemusena saadava kattekihi omadusi ning selle tulemusena potentsiaalselt ka töödeldavate detailide eluea pikenemist, on võimalik meetodi kasutamisega vähendada ressursside kulutamist erinevates sektorites.

Meetodi negatiivsematest külgedest peab autor vajalikuks välja tuua ajakulu selle kasutamisel ning rahalise kulu täpse määratlemise puudumist. Käsitletud meetod vajab põhjalikumat finantsanalüüsi ning katsetamist tööstuslikus keskkonnas. Nii täiendava

finantsanalüüsi kui ka katsetamise tulemusena näeb autor meetodi kasutamise litsentsi hankimise võimaluse atraktiivsuse suurenemist erinevate ettevõtete puhul.

Võttes arvesse käsitletud meetodi arendamise tegevust Tartu Ülikoolis, võib autori esmasel hinnangul omada see potentsiaalset positiivset mõju Tartu piirkonna ettevõtlusaktiivsusele. Mõju eelduseks on autori hinnangul meetodiga seotud *spin-off* ettevõtte tegevus, seejuures välistamata ka teiste seotud *spin-off* ettevõtete moodustamist. Positiivset mõju võib tuletada arendustegevuse koha ja sellega tegelevate inimeste lähedusest. Samas on tegemist autori personaalse hinnanguga ning sotsiaalmajanduslik mõju vajab alles põhjalikku analüüsi ekspertide poolt.

Käesolevas töös tehtud analüüs on vastavalt eelnevates peatükkides välja toodule pigem ettevalmistava loomuga ning ei ole täielik teostatavusanalüüs, mille teostamine peaks olema valdkondlike ekspertide ülesanne. Eelnevast lähtuvalt on autori poolt meetodiga seotud tegevuse osas antavad soovitused võimalike probleemide lahendamise kohta üldsõnalisemad. Autor leiab, et käsitletud meetodi osas tuleks jätkate järgmiste tegevustega:

- Analüüsida käsitletud meetodi kasutusele võtmisega kaasnevaid kulusid;
- Teostada sotsiaalmajanduslik analüüs eeldades *spin-off* ettevõtte edukat tegutsemist või mitme *spin-off* ettevõtte loomist;
- Katsetada meetodit tööstuslikus keskkonnas osana tootmisprotsessist.

Tartu Ülikooli tehnoloogiasiirde talituse esindaja sõnul on töös käsitletud meetodi vastu huvi tundnud ka üksikud tootmisettevõtted (Kinnas 2016). Võttes arvesse ka Tartu Ülikooli *spin-off* ettevõtte alla liigituva Captain Corrosion OÜ tegevust, on võimalik autoril väita, et vaadeldud meetod omab ärilist potentsiaali. Seejuures on võimalik lähtuvalt ettevõtete huvist ja juba toimivast tegevusest väita, et võimalikeks rakendatavateks kommertsialiseerimise viisideks on nii litsentseerimine kui ka *spin-off* ettevõtete moodustamine.

Lisaks eelnevale soovib autor Tartu Ülikoolil, eeldusel, et võimalusi pole veel analüüsitud või neid kasutatud, kaaluda ka alternatiivsete kommertsialiseerimise viiside kasutamist. Näiteks on käsitletud meetodi puhul lisaks eelnevatele loetletud võimalustele

autori hinnangul võimalik rakendada lepingulist teadus- ja arendustegevust, konsultatsioone.

Autori poolt antav hinnang käesolevas töös käsitletud nanotehnoloogilise korrosioonikindla kihi loomise meetodi osas on jätkata meetodi kommertsialiseerimisega. Kommertsialiseerimise edukuse tõenäosuse suurendamiseks tuleks autori hinnangul teostada eelnevalt loetletud analüüsid, mille tulemusena suureneks meetodi atraktiivsus võimalike huvitatud organisatsioonide jaoks. Lisaks oleks võimalik välja selgitada Tartu piirkonnas avalduv sotsiaalmajanduslik mõju uute ettevõtete loomisest tulenevalt.

KOKKUVÕTE

Ülikoolide rolli suurenev tähtsustamine tehnoloogiasiirde ja majanduse elavdamise kontekstis tingib suureneva nõudluse ülikoolides loodava intellektuaalomandi komertsialiseerimiseks. Ettevõtliku ülikooli kontseptsioon ning teadustöö tulemusena loodav innovatsioon on otseselt seotud riigi majanduse konkurentsivõime suurendamise ja üldise heaoluga. Probleemina välja toodud tippteaduse ja tööstuse nõrk seotus Eestis ei näita samas ülikoolide madalat võimekust, vaid ettevõtete poolse tähelepanu fookuse asetsemist protsessiinnovatsioonil tooteinnovatsiooni asemel.

Ülikoolides ja teistes teadusasutustes loodava intellektuaalomandi komertsialiseerimisel on ressursside kasutamise ratsionaalsust silmas pidades lähtuda küsimusest, kas loodud intellektuaalomandil on olemas äriiline potentsiaal ning kas selle põhjal toote või teenuse pakkumine on teostatav. Teisisõnu, on vajalik eelneva teostatavusanalüüsi teostamine saamaks põhjalik ülevaade intellektuaalomandist ning selle komertsialiseerimise võimalikkusest. Teostatavusanalüüsi väljundiks olev kitsaskohtade väljatoomine ning konkreetsete soovitude pakkumine intellektuaalomandi komertsialiseerimisega jätkamise osas aitab otsuste vastuvõtjatel paremini orienteeruda ning suunata investeeringuid efektiivsemalt.

Teostatavusanalüüside rolli analüüs tõi välja olulisemad punktid, mis on loodava intellektuaalomandi komertsialiseerimise seisukohast määrava tähtsusega – intellektuaalomandi ärilise potentsiaali olemasolu; tegutsemisvabadus ja intellektuaalomandi kaitstus konkurentide eest; loodud leiutise kasutatavus ning selgete eeliste olemasolu võrdluses konkurentidega; võimaliku komertsialiseerimise viisi väljapakumine; olemasolevatele kitsaskohtadele osutamine; konkreetse soovitude pakkumine komertsialiseerimisega jätkamise osas. Loetletud punktidele vastuste leidmine võimaldab intellektuaalomandi omanikul saada hinnang selle hetkeseisu kohta ning planeerida täiendavate ressursside paigutamist. Piiratud ressursside tingimustes ei

ole ratsionaalne jätkata kõigi leiutiste kaitse korraldamise ja kommertsialiseerimisega, mistõttu on oluline seada prioriteediks selgelt teostatavad projektid.

Töö teoreetiline osa näitas teostatavusanalüüside rolli projektide elutsüklis ning laiemalt tehnoloogia siirde kontekstis kui abivahendit kommertsialiseerimisel. Varasemalt avaldatud töödes ei selgunud üheselt teostatavusanalüüside roll laiemalt ning põhjused, miks neid tegema peaks. Teoreetilise osa tulemina pakkus autor välja teostatavusanalüüsi lühendatud struktuuri, mille alusel teostada empiirilises osas Tartu Ülikoolis välja töötud nanotehnoloogilise korrosioonikindla kihi loomise meetodi teostatavusanalüüs. Pakutud struktuur hõlmab olulisemaid eelnevalt mainitud punkte teostatavusanalüüsides, mis võivad omada suurimat mõju otsusele projektiga jätkamise osas. Loodud intellektuaalomandi põhjalik kirjeldamine võimaldab otsuse tegijatel, investoritel jt saada ülevaate selle olemusest ja võimalikest rakendustest. Tegutsemisvabaduse analüüs osana teostatavusanalüüsist on esimeseks filtriks kommertsialiseerimisega jätkamise osas. Leiutise kaitstus või kaitstavus on üheks määravaks küsimuseks ning sellele vastuste leidmine võib säästa kommertsialiseerijat kulukatest vaidlustest ja muudest konkurentsi seotud ebameeldivustest. Leiutise võimaliku rakendusvaldkonna pakkumine ning selgete eeliste väljatoomine, eelistatult katsetulemuste alusel, võimaldab täiendavalt mõiste loodu väärtust ja kasutegurit. Võimaliku kommertsialiseerimise viisi või ärimudeli, kuitahes algelise, väljapakumise on pigem suunava loomuga ning võimaldab kiiremat otsustusprotsessi. Leiutise kitsaskohtade väljatoomine näitab selle edasise arendamise või täiendavate analüüsides vajadust ning võimaldab võimalike probleemide vältimist enne nende realiseerumist. Teostatavusanalüüsi lõpptulemuseks on konkreetne soovitus, kas leiutise kommertsialiseerimisega tuleks jätkata.

Eelnevast lähtuvalt pakkus autor välja lihtsustatud teostatavusanalüüsi struktuuri, mida kasutati käesolevas töös innovaatilise tehnoloogia teostatavusanalüüsi teostamisel:

1. Projekti valdkonna ja tausta kirjeldus;
2. Eelnevate haakuvate uuringute lühikokkuvõte;
3. Analüüsi eesmärgi kirjeldus lähtuvalt kasusaavast osapooltest;
4. Käsitleva tehnoloogia kirjeldus ja tegutsemisvabaduse analüüs patendiotsingu põhjal;
5. Tehnoloogia katsetuste tulemuste kirjeldus ja selle kasutamise kulud;

6. Tehnoloogia rakendamise võimalused ja võrdlus alternatiivsete lahendustega, tugevuste-nõrkuste analüüs;
7. Tehnoloogia eeliste kokkuvõtte;
8. Võimalik rakendatav ärimudel tehnoloogia kommertsialiseerimiseks;
9. Kokkuvõtte ja ettepanekud projekti jätkamise kohta.

Magistritöö empiirilises osas teostas autor nanotehnoloogilise korrosioonikindla kihi loomise meetodi teostatavusanalüüsi eesmärgiga saada meetodi hetkeseisust põhjalik ülevaade ning leida vastused küsimustele, kuidas ja kas leiutise kommertsialiseerimisega jätkata. Põhjusel, et täielike teostatavusanalüüside tegemine on jõukohane pigem vastava kogemusega spetsialistidele, oli analüüsi struktuur lühendatud, kuid hõlmas olulisemaid osi analüüsist. Autor tugines analüüsi tehes meetodi kohta avaldatud materjalile, meetodi patendile ning meetodi välja töötanud teadlastega peetud kirjavahetusele.

Teostatavusanalüüsi tulemina jõuti meetodi hetkeseisu ja võimalike edasiste tegevuste osas järeldustele, mille põhjal soovitas autor täiendavaid analüüse meetodi kommertsialiseerimise lihtsustamiseks. Esiteks on vajalik teostada täiendav analüüs meetodi kasutuselevõtmise kulude täpsema määratlemise osas. Töö kirjutamise ajal olid määratletavad vaid osad meetodi kasutamisega kaasnevatest kuludest ning võimalik lõpphind kõikus suures vahemikus. Võimaliku maksumuse täpsem määratlemine võib võimaldada meetodist potentsiaalselt huvitatud ettevõtetega lihtsamaid läbirääkimisi andes lisaks meetodi kulule ka võrdluse alternatiivsete meetoditega. Teiseks leidis autor, et arvestades meetodi välja töötada aidanud teadlase poolt moodustatud *spin-off* ettevõtte ja võimalike teiste ettevõtete moodustamist, mille abil meetodit kommertsialiseerida, oleks ratsionaalne teostada täiendav analüüs, kuidas mõjutab kõnealuste ettevõtete tegevus Tartu piirkonda. Teadusmahukas ettevõtlus suurendab tõenäoliselt piirkonna konkurentsivõimet ning loob uusi töökohti. Samas on vaja tuvastada ka muud võimalikud mõjud ja tekkivad vajadused. Kolmandaks leidis autor, et eksisteerib vajadus meetodi katsetamiseks tööstuslikus keskkonnas osana tootmisprotsessist. Katsetamise üheks tulemiks on tegelike võimalike kulutuste määratlemine ning teiseks tulemiks täiendavate puuduste tuvastamine. Teostatavusanalüüsi üldise järeldusena soovitas autor jätkata meetodi kommertsialiseerimisega. Vaatamata tehtud analüüsi lühendatud struktuurile,

suudeti anda meetodist piisav ülevaade ning teha selged järeldused, millele tuginedes jätkata edasiste tegevustega.

VIIDATUD ALLIKAD

1. **Adamsoo, R.** Intellektuaalne omand teadus- ja arendustöös, 2012.
[https://dspace.ut.ee/bitstream/handle/10062/24773/tstusomandi_kaitsmine_ja_kasutamine.html]. 04.03.2017.
2. Advanced Corrosion Resistance Treatment. Tartu Ülikooli tehnoloogiasirde talitus, 2017. [<http://www.ut.ee/en/business/advanced-corrosion-resistance-treatment>]. 31.03.2017.
3. Advanced Corrosion Resistance Treatment. Tartu Ülikooli tehnoloogiasirde talitus. [<http://www.ut.ee/en/business/advanced-corrosion-resistance-treatment>]. 28.02.2017.
4. **Arain, M., Campbell, M. J., Cooper, C.L., Lancaster, G.A.** What is a pilot or feasibility study? A review of current practice and editorial policy – BMC Medical Research Methodology, 2010, 7lk, URL:
<http://bmcmmedresmethodol.biomedcentral.com/articles/10.1186/1471-2288-10-67>
5. **Ardichvili, A., Cardozo, R., Ray, S.** A theory of entrepreneurial opportunity identification and development – Journal of Business Venturing, 2003, Vol. 18, pp 105-123 DOI: 10.1002/smj.349.
6. **Argote, L., Ingram, P.** Knowledge Transfer: A Basis for Competitive Advantage in Firms – Organizational Behavior and Human Decision Processes, 2000, Vol. 82, No. 1, pp 150-169 DOI: 10.1006/obhd.2000.2893.
7. **Bozeman, B.** Technology transfer and public policy: a review of research and theory – Research Policy, 2000, Vol 29, pp 627-655. URL:
https://www.researchgate.net/profile/Barry_Bozeman/publication/4928890_Technology_Transfer_and_Public_Policy_A_Review_of_Research_and_Theory/links/00b7d518baf579b0ba000000.pdf

8. **Capata, R., Toro, C.** Feasibility analysis of a small-scale ORC energy recovery system for vehicular application - *Energy Conversion and Management*, 2014, Vol. 86, pp 1078–1090. DOI: 10.1016/j.enconman.2014.06.024.
9. Convention Establishing the World Intellectual Property Organization. WIPO, 1979. [http://www.wipo.int/treaties/en/text.jsp?file_id=283854#P50_1504]. 26.03.2017.
10. Corrosion protection with perfect atomic layers. [http://cordis.europa.eu/project/rcn/89313_en.html]. 20.01.2017.
11. **Dalton G.J., Lockington, D.A., Baldock, T.E.** Feasibility analysis of stand-alone renewable energy supply options for a large hotel - *Renewable Energy*, 2008, Vol. 33, pp 1475–1490. URL: https://www.researchgate.net/profile/Tom_Baldock/publication/222435805_Feasibility_analysis_of_stand-alone_renewable_energy_supply_options_for_a_large_hotel/links/00b7d518d634e4b798000000.pdf
12. **Dalton, G.J., Lockington, D.A., Baldock, T.E** Case study feasibility analysis of renewable energy supply options for small to medium-sized tourist accommodations - *Renewable Energy*, 2009, Vol 34, pp 1134–1144, URL: www.researchgate.net/profile/Tom_Baldock/publication/222296269_Case_study_feasibility_analysis_of_renewable_energy_supply_options_for_small_to_medium-sized_tourist_accommodations/links/00b7d518d634e226bd000000.pdf
13. **DaSilva, C. M., Trkman, P.** Business Model: What It Is and What It Is Not – *Long Range Planning*, 2013, pp 1-11. DOI: 10.1016/j.lrp.2013.08.004
14. **Delmar, F., Shane, S.** Does Bsuiness Planning Facilitate the Development of New Ventures? – *Strategic Management Journal*, 2003, Vol 24, pp 1165-1185 DOI: 10.1002/smj.349
15. **Eesti statistika aastaraamat 2016.** Statistikaamet, Tallinn, 2016, 441lk. [https://www.stat.ee/publication-download-pdf?publication_id=42573]. 17.02.2017.
16. **Etzkowitz, H.** Research groups as “quasi-firms“: the invention of the entrepreneurial university – *Research Policy*, vol 32, pp 109-121 URL:

- [<http://www.crossingboundaries.eu/wp-content/uploads/2014/02/Etzkowitz-2003.pdf>].
17. FAQ – Korea. Euroopa Patendibüroo. [<http://www.epo.org/searching-for-patents/helpful-resources/asian/korea/faq.html>]. 03.04.2017.
 18. Feasibility analysis. Jagiellonian University in Krakow, 2011. [http://www.gis.geo.uj.edu.pl/Teaching_tool_on_knowledge_transfer/eng/analiza_wykonalnosci.html]. 19.10.2016.
 19. *Feasibility Study* – Business Dictionary. [<http://www.businessdictionary.com/definition/feasibility-study.html>]. 19.10.2016.
 20. *Feasibility Study* - Cambridge Dictionary. [<http://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/feasibility-study>]. 19.10.2016.
 21. *Feasibility Study* – Investopedia. [<http://www.investopedia.com/terms/f/feasibility-study.asp>]. 19.10.2016.
 22. *Feasibility Study* – Merriam-Webster. [<https://www.merriam-webster.com/dictionary/feasibility%20study>]. 19.10.2016.
 23. *Feasibility Study* – Techopedia. [<https://www.techopedia.com/definition/19297/feasibility-study>]. 19.10.2016.
 24. **Ghosh, D., Ghose, T., Mohanta, D.K.** Communication Feasibility Analysis for Smart Grid With Phasor Measurement Units - IEEE Transactions on Industrial Informatics, 2013, Vol. 9, No. 3, pp 1486-1496. DOI: 10.1109/TII.2013.2248371
 25. **Gopalakrishnan, S., Santoro, M.D.** Distinguishing Between Knowledge Transfer and Technology Transfer Activities: The Role of Key Organizational Factors – IEEE Transactions on Engineering Management, 2004, Vol. 51, No. 1, pp 57-69. DOI: 10.1109/TEM.2003.822461
 26. **Hanson, M., Kuningas, M., Muuk-Adrat, T., Pohlak, R., Urmet, A.** Intellektuaalomandi õppematerjal. Eesti Intellektuaalomandi ja tehnoloogiasirde keskus, 2015, 52lk. [http://www.eitk.ee/public/dokumendid/valjaanded/EITK_opik.pdf]. 22.02.2017.

27. **Hofstrand, D., Holz-Clause, M.** What is a feasibility study? Iowa State University, 2009, 3lk.
[<https://www.extension.iastate.edu/agdm/wholefarm/pdf/c5-65.pdf>]. 11.01.2017.
28. Inforegister, Captain Corrosion OÜ [<https://www.inforegister.ee/en/14093318-CAPTAIN-CORROSION-OU>] 10.03.2017
29. Intellektuaalomandi kommertsialiseerimine. Tartu Ülikool.
[<https://siseveeb.ut.ee/et/%C3%B5pe-ja-teadus/intellektuaalomandi-kommertsialiseerimine>]. 16.02.2017.
30. IP and Business: Launching a New Product: freedom to operate. WIPO Magazine, 2005.
[http://www.wipo.int/wipo_magazine/en/2005/05/article_0006.html].
05.02.2017.
31. **Kaarna, K., Ojamäe K., Lember, K., Welch, E., Fisher, B.** Eesti ettevõtete uuendusmeelsus ja innovatsiooni toetamise võimalused. Eesti Vabariigi Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium, Tallinn, 2015, 93lk.
[https://www.mkm.ee/sites/default/files/inno_24.pdf]. 19.02.2017.
32. **Kartus, R., Ostrat, J.** Leiutis ja patendinõudlus. Metoodilised juhised. Eesti Patendiamet, Tallinn, 2012, 72lk.
[http://www.epa.ee/sites/www.epa.ee/files/elfinder/dokumendid/leiutis_ja_patendinoudlus3.pdf]. 18.02.2017.
33. **Kelli, A., Mets, T., Jonsson, L., Pisuke, H., Adamsoo, R.** The changing approach in academia-industry collaboration: from profit orientation to innovation support – Trames, 2013, Vol 17(67/62), No. 3, pp 215-241 URL:
[http://www.eap.ee/public/trames_pdf/2013/issue_3/Trames-2013-3-215-241.pdf]
34. **Khan, U. A., Seong, J. K., Lee, S. H., Lim, S. H., Lee, B. W.** Feasibility Analysis of the Positioning of Superconducting Fault Current Limiters for the Smart Grid Application Using Simulink and SimPowerSystem - IEEE Transactions on Applied Superconductivity, 2011, Vol. 21, No. 3, pp 2165-2169 URL:
[http://pgembeddedsystems.com/securelogin/upload/project/IEEE/2/PGM_5/PGM_5.pdf].

35. **Kim, W.H., Son, J.Y., Kim, H.J.** Manufacturing method for nano-structures by anodic aluminum oxide and atomic layer deposition.
[https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?DB=EPODOC&II=2&ND=3&adjacent=true&locale=en_EP&FT=D&date=20090211&CC=KR&NR=20090014469A&KC=A]. 03.04.2017.
36. **Kinnas, Siim.** (Teadmiste- ja tehnoloogiasirde ekspert). Autori intervjuu. Elektronposti kiri. Tartu, 21. september 2016.
37. **Kinnas, Siim.** (Teadmiste- ja tehnoloogiasirde ekspert). Autori intervjuu. Üleskirjutus. Tartu, 15. aprill 2016.
38. **Korn, D.** Bringing Anodizing In-House. Modern Machine Shop, 2008.
[<http://www.mmsonline.com/articles/bringing-anodizing-in-house>]. 24.05.2017.
39. **Krugman, P.** A Model of Innovation, Technology Transfer, and the World Distribution of Income - The Journal of Political Economy, 1979, Vol. 87, No. 2. pp. 253-266. URL:
<http://pioneer.netserv.chula.ac.th/~kkornkar/inter%20trade%20course/a%20model%20of%20Innovation.pdf>
40. **Loolaid, Ü., Kärner, I., Randpõld, K.** Koolitus- ja teavitustegevuste kulude analüüs. Aruanne. Maaelu Arendajate Ühing, 2013: Tartu, 101 lk.
[https://www.agri.ee/sites/default/files/content-editors/teadmussirde_kulude_analuu_aruanne.doc]. 01.03.2017.
41. **Ma, T., Yang, H., Lu, L.** A feasibility study of a stand-alone hybrid solar-wind-battery system for a remote island - Applied Energy, 2014, Vol. 121, pp 149–158. DOI: 10.1016/j.apenergy.2014.01.090
42. **Mackenzie, W., Cusworth, N.** The Use and Abuse of Feasibility Studies. Project Evaluation Conference, 2007, Melbourne, 12lk.
[<http://www.enthalpy.com.au/wp-content/uploads/2014/06/EnthalpyCorporateProforma1100-The-Use-and-Abuse-of-Feasibility-Studies.pdf>]. 11.01.2017.
43. **Merisalu, Mairo.** (Insener). Autori intervjuu. Elektronposti kiri. Tartu, 3. aprill 2017.

44. Metrics for the Evaluation of Knowledge Transfer Activities at Universities. UNICO. Cambridge, 2008, 33p. [http://ec.europa.eu/invest-in-research/pdf/download_en/library_house_2008_unico.pdf]. 23.05.2017.
45. **Mets, T., Kelli, A., Mets, A., Tiimann, T.** Uuring 1.1 Intellektuaalomandi (IO) süsteem ja IO roll väikeriigi T&A&I süsteemis, võrdlev situatsiooni kaardistamine ja eeluuring. Tartu, 2014. [http://dspace.ut.ee/bitstream/handle/10062/40954/1_1_IO_Eeluuring_Mets_Kelli_Mets_Tiimann.pdf]. 05.03.2017.
46. **Miller, K. D.** A Framework for Integrated Risk Management in International Business – Journal of International Business Studies, 1992, Vol 23, No. 2, pp 311-331 URL: <https://www.iei.liu.se/fek/frist/723G33/yinghong-files/1.460486/aframeworkforintergratedriskmanagementforMNE.pdf>
47. **Myers, M., Lawless, G., Nadeau, E. G.** Cooperatives: A Tool for Community Economic Development. Madison: University of Wisconsin Center for Cooperatives, 1998. [<http://www.uwcc.wisc.edu/manual/cover.html>]. 17.10.2016.
48. **O'Connor, G. C., Ravichandran, T., Robeson, D.** Risk management through learning: Management practices for radical innovation success – Journal of High Technology Management Research, 2008, Vol 19, No. 1, pp 70-82 DOI:10.1016/j.hitech.2008.06.003
49. **Operto, S., Virieux, J., Amestoy, P., L'Excellent J.Y., Giraud, L., Ali, H.B.H.** 3D finite-difference frequency-domain modeling of visco-acoustic wave propagation using a massively parallel direct solver: A feasibility study – Geophysics, 2007, Vol. 72, No. 5, 171k. URL: [https://geoazur.oca.eu/IMG/pdf/geophysics_3d.pdf].
50. **Overton, R.** Feasibility Studies Made Simple, 2007, lk 6, Boat Harbour. [http://tn.upi.edu/pdf/business_feasibility_study_Made_simple.pdf]. 19.10.2016.
51. Periodic Report Summary – Corral (Corrosion protection with perfect atomic layers). [http://cordis.europa.eu/result/rcn/45904_en.html]. 20.01.2017.
52. Piirkondade konkurentsivõime tugevdamise programmi tasuvus- ja teostatavusanalüüsi juhed. PWC. [http://www.eas.ee/images/doc/Avalikule_ja_mittetulundussektorile/kulastus_ja

- _ettevotluskeskkond/piirk_konk_tug_prog_06/tta_juhend_teabepaevad.pdf].
19.01.2017.
53. **Pradhan, A., Shukla, A., Pande, J.V, Karmarkar, S., Biniwale, R.B.** A feasibility analysis of hydrogen delivery system using liquid organic hydrides - International journal of hydrogen energy, 2011, Vol. 36, pp 680 – 688. DOI: 10.1016/j.ijhydene.2010.09.054
 54. **Quang, G., Chaturvedi, V.** Feasibility Analysis for Temperature-Constraint Hard Real-Time Periodic Tasks - IEEE Transactions on Industrial Informatics, 2010, Vol. 6, No. 3, pp 329-339. DOI: 10.1109/TII.2010.2052057 ·
 55. **Sammelselg, V., Aarik, L., Merisalu, M.** Method of preparing corrosion resistant coatings, 2016.
[https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/originalDocument?FT=D&date=20161116&DB=&locale=en_EP&CC=EP&NR=2938758B1&KC=B1&ND=4]. 05.03.2017.
 56. **Sammelselg, Väino.** (Õppetooli juhataja, anorgaanilise keemia professor). Autori intervjuu. Elektronposti kiri. Tartu, 3. aprill 2017.
 57. **Shepherd, D. A., DeTienne, D.R.** Prior Knowledge, Potential Financial Reward, and Opportunity Identification – Entrepreneurship Theory and Practice, 2005, pp 91-112 DOI: 10.1111/j.1540-6520.2005.00071.x
 58. **Slovic, P., Finucane, M. L., Peters, E., MacGregor, D. G.** Risk as Analysis and Risk as Feelings: Some Thoughts about Affect, Reason, Risk, and Rationality – Risk Analysis, 2004, vol 24, no. 2 pp 311-322 URL: <http://www.paul-hadrien.info/backup/LSE/IS%20490/risk%20as%20analysis%20and%20as%20feelings-slovic.pdf>
 59. **Säde, M.** Kapten Korrosioon võitleb materjalide hävimise vastu – Universitas Tartuensis Tartu ülikooli ajakiri, 2017, nr 1. URL: <http://www.ajakiri.ut.ee/artikkel/2205>
 60. Tartu Ülikooli spin-off ettevõtete loomise ja ülikooliga koostöö põhimõtted. Tartu Ülikool, 2012.
[https://www.ut.ee/sites/default/files/www_ut/ettevotlus/tartu_ulikooli_spin-

off_ettevotete_loomise_ja_ulikooliga_koostoo_pohimotted_2012.pdf]

01.03.2017

61. Teadmiste ja tehnoloogia siire. Tartu Ülikool.
[<https://siseveeb.ut.ee/et/%C3%B5pe-ja-teadus/teadmiste-ja-tehnoloogia-siire>].
16.02.2017.
62. Teadmiste- ja tehnoloogiasiidre baasfinantseerimise toetamise tingimused ja kord. Majandus- ja kommunikatsiooniministri määrus 8. juunist 2008. a - Riigi Teataja Lisa, 2008, nr 45, art 623. [<https://www.riigiteataja.ee/akt/12969450>].
20.02.2017.
63. *Teostatavusuuring* – Säästva arengu sõnaseletusi. Säästva Eesti Instituut.
[http://www.seit.ee/sass/?ID=1&L_ID=374]. 18.10.2016.
64. Terminid. Eesti Vabariigi Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium.
[<http://terminis.mkm.ee/index.php?vaata=2903>]. 22.02.2017.
65. **Thompson, A.** Business Feasibility Study Outline, 2005, 14p.
[http://bestentrepreneur.murdoch.edu.au/Business_Feasibility_Study_Outline.pdf].
66. Tööstusomandi kaitse Pariisi konventsiooni ratifitseerimise seadus. Vastu võetud Riigikogus 23. märtsil 1994. a – Riigi Teataja II osa, 1994, nr 4, art 19.
[<https://www.riigiteataja.ee/akt/24616>]. 02.03.2017.
67. **United Nations Industrial Development Organization.** Manual for Evaluation of Industrial Projects,. Vienna: UNIDO Publication, 1986, 151p
68. *Uuring* – Eesti õigekeelsussõnaraamat 2013.
[<http://www.eki.ee/dict/qs/index.cgi?Q=uuring&F=M>]. 18.10.2016.
69. **Vaghely, I. P., Julien, P.-A.** Are opportunities recognized or constructed? An information perspective on entrepreneurial opportunity identification – Journal of Business Venturing, 2010, Vol 25, pp 73-86 URL:
<http://www.isihome.ir/freearticle/ISIHome.ir-23012.pdf>
70. **Wang, Y., Li, L., Hu, L., Zhuang, L., Lu, J., Xu, B.** A feasibility analysis for alkaline membrane direct methanol fuel cell: thermodynamic disadvantages versus kinetic advantages - Electrochemistry Communications, 2003, Vol 5 pp 662-666. DOI:10.1016/S1388-2481(03)00148-6

71. **Woken, M.D.**, Advantages of a pilot study. University of Illinois at Springfield, Springfield, 2p [<http://www.uis.edu/ctl/wp-content/uploads/sites/76/2013/03/ctlths7.pdf>]. 11.01.2017.

LISA 1. TEOSTATAVUSANALÜÜSIDE VÕRDLUSES KASUTATUD TEOSTATAVUSANALÜÜSIDE LOEND

Tabel 8. Teostatavusanalüüside võrdluses kasutatud eelnevalt tehtud teostatavusanalüüside loend.

Number	Aasta	Autor	Pealkiri
1	2003	Wang Y.,Li L.,Hu L., Zhuang L., Lu J., Xu B.	A feasibility analysis for alkaline membrane direct methanol fuel cell: thermodynamic disadvantages versus kinetic advantages
2	2009	G.J. Dalton, D.A. Lockington, T.E Baldock	Case study feasibility analysis of renewable energy supply options for small to medium-sized tourist accommodations
3	2011	Umer A. Khan, J. K. Seong, S. H. Lee, S. H. Lim, and B. W. Lee	Feasibility Analysis of the Positioning of Superconducting Fault Current Limiters for the Smart Grid Application Using Simulink and SimPowerSystem
4	2007	Operto, S. , Virieux, J., Amestoy, P., L'Excellent J.Y., Giraud, L., Ali, H.B.H.	3D finite-difference frequency-domain modeling of visco-acoustic wave propagation using a massively parallel direct solver: A feasibility study
5	2014	Tao Ma, Hongxing Yang, Lin Lu	A feasibility study of a stand-alone hybrid solar-wind-battery system for a remote island
6	2010	Quang, G., Chaturvedi V	Feasibility Analysis for Temperature-Constraint Hard Real-Time Periodic Tasks
7	2013	Ghosh, D., Ghose, T., Mohanta, D.K	Communication Feasibility Analysis for Smart Grid With Phasor Measurement Units
8	2014	Capata, R., Toro, C	Feasibility analysis of a small-scale ORC energy recovery system for vehicular application

Number	Aasta	Autor	Pealkiri
9	2007	Dalton G.J., Lockington D.A., Baldock T.E.	Feasibility analysis of stand-alone renewable energy supply options for a large hotel
10	2010	Pradhan, A., Shukla, A., Pande, J.V, Karmarkar, S., Biniwale, R.B	A feasibility analysis of hydrogen delivery system using liquid organic hydrides

Allikas: autori koostatud

LISA 2. TÄIELIKU TEOSTATAVUSANALÜÜSI STRUKTUUR

UNIDO käsiraamatus välja pakutud täieliku teostatavusanalüüsi struktuur (UNIDO 1991:55-57).

1. Kokkuvõte
2. Projekti tausta ja ajaloo kirjeldus, sh:
 - 2.1. Projekti teostaja nimi;
 - 2.2. Projekti tausta kirjeldus;
 - 2.3. Projekti eesmärk (ettevõtte seisukohast) ja pakutav teostamise strateegia, sh geograafilise piirkonna, turuosa (kohaliku, ekspordi), kulueelise, diferentseerumise, turuniši kirjeldus;
 - 2.4. Projekti teostamise asukoht: orienteerituse kirjeldus, kas keskendutakse turule või ressurssidele (toorained);
 - 2.5. Projekti toetavate poliitikate kirjeldus;
3. Turuanalüüsi ja turunduskontseptsiooni kokkuvõte:
 - 3.1. Turu-uuringu tulemuste kokkuvõte: ärikeskkond, sihtturg, turu segmenteeritus, jaotuskanalid, konkurendid, elutsüklid (sektori ja toote);
 - 3.2. Iga-aastase nõudluse ülevaade (kogused ja hinnad) ja tarvikute vajadus (minevikus, hetkel ja tulevikus);
 - 3.3. Turundusstrateegia selgitus ja valiku põhjendus projekti eesmärkide saavutamise seisukohast, turunduskontseptsiooni üldine ülevaade;
 - 3.4. Hinnangulised turunduskulud, müügiprogrammi elemendid ja tulud (kogused, hinnad, turuosa jne);
 - 3.5. Mõjud toorainetele ja varudele, asukohale, keskkonnale, tootmisplaanile, tehase võimekusele ja tehnoloogiale jne;
4. Toorained ja materjalid:
 - 4.1. Toorainete, materjalide, tarvikute, varuosade, varude kättesaadavuse kirjeldus;

- 4.2. Iga-aastase materjalide sisendi vajaduse kirjeldus;
- 4.3. Kriitilise tähtsusega sisendite ja võimalike strateegiade kirjeldus;
5. Asukoht ja keskkond:
 - 5.1. Asukoha kindlaksmääramine ja selle kirjeldus, sh mõjud keskkonnale, sotsiaalmajanduslikud poliitikad, stiimulid ja piirangud, infrastruktuuri seisukord ja keskkond;
 - 5.2. Kriitiliste aspektide kokkuvõte ja valitud asukoha põhjendus;
 - 5.3. Asukoha valikust tulenevate märkimisväärsete kulude kokkuvõte;
6. Projekteerimine ja tehnoloogia:
 - 6.1. Tootmisprogrammi ja tehase võimekuse kirjeldus;
 - 6.2. Valitud tehnoloogia kirjeldus ja valiku põhjendus, kättesaadavuse ja eeliste kirjeldus, elutsükli, amortisatsiooni, väljaõppe, riskide juhtimise, kulude, juriidiliste aspektide jt. kirjeldus;
 - 6.3. Projekti kavandi ja raamistiku kirjeldus;
 - 6.4. Tehase sisseseade kirjeldus ja selle kättesaadavus, kulud;
 - 6.5. Suuremate ehitustööde kirjeldus;
7. Organisatsioon ja üldkulud:
 - 7.1. Organisatsiooni ülesehituse ja juhtimise kirjeldus, tarvilike meetmete kirjeldus;
8. Inimressursid:
 - 8.1. Sotsiaalmajandusliku- ja kultuurilise keskkonna kirjeldus, inimressursi olemasolu, värbamise ja väljaõppe vajadused, võõrtöajõu kaasamise tarvidus projekti iseloomust sõltuvalt;
 - 8.2. Võtmeisikute, nõutavate oskuste ja nende värbamise maht (hulk, kulud);
9. Projekti teostamise ajakava:
 - 9.1. Tehase püstitamise ja sisseseade paigaldamise kestus;
 - 9.2. Tootmise käivitamise ja sissetöötamise kestus;
 - 9.3. Tegevuse alustamise seisukohast oluliste tegevuste kirjeldus;
10. Finantsanalüüs ja investeeringute planeerimine:
 - 10.1. Investeeringute planeerimise kriteeriumite kokkuvõte;
 - 10.2. Vajaminevate investeeringute maht, sh asukoha ettevalmistus, tehnika, sisseseade jne.
 - 10.3. Müüdavate toodete kogukulu;

- 10.4. Projekti finantseerimine, sh allikate kirjeldus, finantseerimise kulu (laenu raha) mõju projektile, finantseerimise kord (riiklik regulatsioon);
- 10.5. Investeeringute planeerimine: põhiaandmed, diskonteeritud rahavood, tasuvusaeg, tootlikkus, märkimisväärsed mõjud riiklikule majandusele ja mõjud keskkonnale;
- 10.6. Määramatuse aspektid, sh kriitilised muutujad, riskid ja võimalikud riskijuhtimise strateegiad, võimalikud tulevikustsenaariumid ja võimalik mõju projekti rahalisele tasuvusele;
- 10.7. Riigi majanduspoliitika hindamine;
- 10.8. Järeldused: projekti põhilised eelised, projekti põhilised puudused, projekti teostamise võimalused.

SUMMARY

FEASIBILITY ANALYSIS OF THE ADVANCED CORROSION RESISTANCE TREATMENT IN THE EXAMPLE OF UNIVERSITY OF TARTU TECHNOLOGY TRANSFER UNIT

In 2015, the Ministry of Economic Affairs and Communications presented a report, where the then Enterprise Minister Liisa Oviir pointed out that in times of stalled economic development it is required from the state that it approaches the private sector systematically through innovation policies for the latter to reach the growth goals that have been set. The same report also emphasized the loose connection between local research and main branches of industry as a weakness, concluding that currently companies believe process innovation to be more profitable than research intensive product innovation.

Thus, one cannot conclude the lack of potential, but not using it. Based on Krugman, not using knowledge and technology transfer as an opportunity to its full potential can inhibit a nation's economic growth, the improvement of standard of life or even maintaining it, keeping a technological advantage. Because of that, commercialisation of intellectual property with business potential and by that, enabling technology transfer, has critical importance in maintaining the competitiveness of a nation's private sector.

From the viewpoint of successful product innovation and other projects it is important to analyse the status and outlook of a project itself and its executors in order to understand, which actions have to be taken. For the preparations of industrial projects, United Nations Industrial Development Organization (UNIDO) has published a manual that specifically focuses on feasibility studies. Feasibility studies help parties involved in a project to understand its technical and economic feasibility as well as the rationality of proceeding with it. Thus, feasibility studies provide an assessment, as objective as possible, based on the available information, whether one should proceed with the project.

The important role of feasibility studies in the preparations phase of a project or an idea create a need to define what exactly is a “feasibility study” and what does it include. Currently, at the time of writing this paper, there are several different terms used in parallel and alternately, potentially causing some problems when looking for information for example. In Estonian words such as “feasibility analysis”, “feasibility study” and other untranslatable terms are being used to describe the analysis. In addition, describing the role and importance of feasibility analysis has found little attention in Estonian literature, which is why there are several project-specific guides on conducting the analysis using different terms. Thus, it is necessary to describe the theoretical background of feasibility analysis also in Estonian.

Continuing the work started in project CORRAL, University of Tartu Thin Film Laboratory has developed an Advanced Corrosion Resistance Treatment, which combines anodizing with atomic layer deposition. The method enables creating ultra-thin and durable layers, which protect metal object from corrosion. So far, no feasibility analysis has been conducted for the method.

The purpose of this thesis was to conduct a feasibility analysis for the Advanced Corrosion Resistance Treatment developed in University of Tartu and suggest further actions regarding development and commercialisation of the method. To achieve the goal set, the author set the following tasks:

1. Analyse the importance of technology transfer and its role in economic development;
2. Analyse the role of feasibility analysis as a part of technology transfer and commercialisation of intellectual property;
3. Synthesize appropriate feasibility analysis structure for Advanced Corrosion Resistance Treatment;
4. Conduct the feasibility analysis set out;
5. Suggest further actions regarding commercialisation and development of the method concerned.

Exploitation of intellectual property created in universities is likely the driving force of continuous innovation – one of the main pillars of knowledge based economy. Although cooperation between universities and other organisations is usually portrayed in the

context of technology transfer, the possibilities are much wider, for example taking full advantage of know-how in social sciences. Even though one can view the university as an academic institution, assuming the role of an entrepreneur provides more independence and sovereignty. In addition, it is possible to view the higher success rate of more entrepreneurial universities in applying for government funding.

Technology transfer in terms of commercialising intellectual property belonging to a university is generally supported by departments or units with that specific purpose, for example the Technology Transfer Unit in University of Tartu. One of the main tasks of the Technology Transfer Unit is to help in identifying the business potential of created intellectual property and conducting according analysis. With limited resources, it is essential that the analysis being done are effective with straightforward conclusions, preferably suggesting further actions. Emphasising the role of universities as main participants in technology transfer generates a need for actual outputs, which is why filtering out intellectual property with real business potential becomes more critical. To achieve the goals set out, it is required have sufficient information available based on which objective analysis can be done before committing further investments.

In the empirical part of the thesis, the author conducted a feasibility analysis for Advanced Corrosion Resistance Treatment with the aim of acquiring a thorough overview of the method and finding answers whether and how to continue with the commercialisation of the method. Since conducting full feasibility analysis should be the role of specialists with relevant know-how, the analysis was briefer, but included the most important parts. The analysis was based on published materials, patent of the method and correspondence with the scientists who developed the method.

As a result, a conclusion was reached regarding the current status of development and further actions, according to which the author suggested conducting additional analyses in order to facilitate the commercialisation of the method. First, additional analysis is required to estimate the actual costs of implementing the method in production process. At the time of writing this paper, only some of the costs could be determined, thus the final estimate varied on a very large scale. Determining the final cost more accurately might also facilitate the commercialisation process of the method by providing a good comparison with alternative methods. Secondly, considering that one of the method's

inventors has created a spin-off company and the possibility of other spin-off companies being created, it would be rational to conduct a socio-economic analysis with aim of finding out how relevant entrepreneurial activity may influence Tartu region. Research-intensive entrepreneurship will likely increase the competitiveness of the region and create new jobs. At the same time, other potential influences and possible needs should be determined. Thirdly, there is a need to test the method in an industrial environment as a part of production process. One of the outcomes of such testing is determining possible extra costs and shortcomings of the method. The general conclusion of the feasibility analysis was to continue with the commercialisation of the method. Despite the shortened structure of the analysis compared to model suggested by UNIDO, the author managed to provide thorough overview of the method and reach definitive conclusions based on which to take further action.

Mina, Taavi Kirss,

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose

„Nanotehnoloogilise korrosioonikindla kihi loomise meetodi teostatavusanalüüsi tegemine Tartu Ülikooli tehnoloogiiasiirde talituse näitel“, mille juhendajad on Urmas Varblane ja Siim Kinnas,

- 1.1.reprodutseerimiseks säilitamise ja üldsusele kättesaadavaks tegemise eesmärgil, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace-is lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;
- 1.2.üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tartu Ülikooli veebikeskkonna kaudu, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace'i kaudu kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni.
2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.
3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Tartus, **25.05.2017**