

LUT Scientific and Expertise Publications

Tutkimusraportit – Research Reports

17

Eetu Hönö

BIOTULI - Selvitys bioliiketoiminnan uusista liiketoimintamahdollisuuksista ja -malleista

Lappeenrannan teknillinen yliopisto
Lappeenranta University of Technology

Technology Business Research Center

LUT Scientific and Expertise Publications

Tutkimusraportit – Research Reports 17

Eetu Höttö

BIOTULI - Selvitys bioliiketoiminnan uusista liiketoimintamahdollisuuksista ja -malleista



ISBN 978-952-265-455-7

ISBN 978-952-265-456-4 (PDF)

ISSN-L 2243-3376

ISSN 2243-3376

Lappeenranta 2013

TIIVISTELMÄ

BIOTULI-raportti, WP2 Liiketoimintamallit

Selvitys bioliiketoiminnan uusista liiketoimintamahdollisuuksista ja -malleista

Tämä raportti on osa BIOTULI-projektia, jossa tutkitaan biojalostamoiden uusia tuotteita ja liiketoimintamalleja. Raportin tavoitteena on selvittää, millaisilla liiketoimintamalleilla BIOTULI-projektissa löytyneitä potentiaalisia bioliiketoimintamahdollisuuksia pystytään hyödyntämään pk-yrityksen näkökulmasta. Tavoitteena on myös tutkia millaisen toimitusketjun liiketoimintamalli vaatii, ja millä edellytyksillä sen toteuttaminen on kannattavaa.

Raportissa tarkastellaan torrefioinnin ja lämmöntuotannon yhdistämistä sekä BIOTULI-projektissa kehitetyn uuden erottelumenetelmän hyödyntämistä biohajoavan desinfiointiaineen valmistuksessa. Selvitystyö toteutettiin asiantuntijahaastatteluiden ja kirjallisuuskatsauksen perusteella. Molemmille case-tapauksille muodostettiin liiketoimintamalli sekä arvioitiin sen toteutettavuutta ja kehitysnäkymiä.

Torrefioinnin ja lämmöntuotannon yhdistäminen ei tehdyn analyysin perusteella ole tällä hetkellä kannattavaa, mutta muutokset markkinatilanteessa voivat muuttaa tilannetta tulevaisuudessa. Biohajoavan desinfiointiaineen valmistuksessa on potentiaalia kannattavaan liiketoimintaan, mutta tutkimus on vielä kesken, joten tarkkaa liiketoiminnan tai sen kannattavuuden arviointia ei vielä voi tehdä. Työn tuloksia voi käyttää pohjana tarkemmille kannattavuusarvioille.

Hakusanat: innovaatio, kaupallistaminen, liiketoimintamalli, torrefiointi, TOP-pelletti, antibakteeriset yhdisteet.

ABSTRACT

BIOTULI-report, WP2 Business Models

Research report on new business opportunities and models in Finnish biorefining industry

This report is a part of BIOTULI-project, which focuses on new products and business models for Finnish biorefining industry. The objective of this report is to review the business models required to capture value from the business opportunities discovered in BIOTULI-project. Report also aims to define the supply chain required for the business model and prerequisites for conducting profitable business in small and medium-scale enterprises.

The report consists of two cases. Combining torrefaction with small-scale heat production and producing a biodegradable disinfectant with a new separation technique developed in BIOTULI-project. Research was conducted by literature review and interviews with experts from related fields. A business model was done for both cases. The execution and future developments of both business models were assessed.

According to the analysis done for this report, combining torrefaction with a small-scale heat production is not profitable at moment. Possible changes in markets might make this business concept more lucrative in the future. The new biodegradable disinfectant has a significant commercial potential, but the research is still unfinished and it's too early to make an accurate evaluation of the business models profitability. Results of this paper can be used as a base for more comprehensive research projects regarding these business models.

Keywords: innovation, commercialization, business model, torrefaction, TOP-pellet, antibacterial compounds.

ALKUSANAT

Tämä selvitystyö on tehty 1.2.–31.7.2013 BIOTULI-projektille. Kiitokset Kaakkois-Suomen kehittämis- ja innovaatioyhtiöiden BIOTULI-toimijoille, projektissa mukana oleville yrityksille sekä Etelä-Karjalan liitolle yhteistyöstä, joka on mahdollistanut tämän raportin tekemisen.

Haluaisin myös kiittää LUT:n tutkijatohtori Risto Seppästä työn ohjauksesta. Erityiskiitokset LUT Kemian professori Heli Sirénille sekä muille haastattemilleni henkilöille vaivannäöstä ja yhteistyöstä. Selvitystyön tekeminen ei olisi onnistunut ilman apuanne.

Lappeenrannassa 20. elokuuta 2013

Eetu Hönö

SISÄLLYSLUETTELO

1	JOHDANTO	1
1.1	BIOTULI-projekti.....	1
1.2	Selvitystyön tavoitteet ja rakenne	2
2	INNOVAATIO	4
2.1	Innovaatioiden luokittelu	4
2.1.1	<i>Inkrementaali innovaatio</i>	5
2.1.2	<i>Semi-radikaali innovaatio</i>	5
2.1.3	<i>Radikaali innovaatio</i>	6
2.1.4	<i>Teknologia- ja markkinalähtöinen innovaatio</i>	7
2.2	Innovaatioprosessi.....	8
2.3	Innovaation menestystekijät.....	11
3	KAUPALLISTAMINEN	14
3.1	Kaupallistamisen vaiheet	15
3.2	Teknologia­lähtöisen innovaation kaupallistaminen.....	18
3.2.1	<i>Probe & Learn -menetelmä</i>	20
3.2.2	<i>Kuoleman laakso</i>	21
4	LIIKETOIMINTAMALLI	25
4.1	Liiketoimintamallin kehittäminen.....	26
4.1.1	<i>Liiketoimintakonsepti</i>	26
4.1.2	<i>Liiketoimintamallin ympäristötekijät</i>	27
4.1.3	<i>Osterwalderin liiketoimintamalli-kanvaasi</i>	29
4.1.4	<i>Johnsonin et al. liiketoimintamalli-viitekehys</i>	32
5	VIITEKEHYS UUDEN TEKNOLOGIAN KAUPALLISEEN HYÖDYNTÄMISEEN	35

6	CASE 1: TORREFIOINTILAITE LÄMPÖVOIMALAITOKSEN	
	LÄHEISYYTEEN	39
6.1	Torrefiointi ja TOP-pelletti	39
6.1.1	<i>Torrefiointiprosessi</i>	<i>39</i>
6.1.2	<i>Torrefioidun puun ominaisuudet</i>	<i>41</i>
6.1.3	<i>TOP-pellettien tuotanto ja ominaisuudet.....</i>	<i>42</i>
6.2	TOP-pellettien ja torrefioidun hakkeen potentiaaliset asiakkaat	43
6.3	Lämpövoimalaitokset & lämpöyrittäminen	44
6.4	Liiketoimintakonsepti	46
6.5	Liiketoimintamalli kanvaasin mukaan	47
6.5.1	<i>Asiakassegmentti.....</i>	<i>47</i>
6.5.2	<i>Tarjoama</i>	<i>48</i>
6.5.3	<i>Asiakassuhteet.....</i>	<i>51</i>
6.5.4	<i>Kanavat.....</i>	<i>52</i>
6.5.5	<i>Avaintoiminnot.....</i>	<i>53</i>
6.5.6	<i>Avainkumppanit</i>	<i>54</i>
6.5.7	<i>Avainresurssit</i>	<i>55</i>
6.5.8	<i>Kustannusrakenne.....</i>	<i>55</i>
6.5.9	<i>Tulovirrat.....</i>	<i>60</i>
6.6	Liiketoimintamallin kannattavuuden arviointi.....	62
6.6.1	<i>Kehitysnäkymät.....</i>	<i>64</i>
6.7	Torrefiointi lämpölaitoksen yhteydessä – suositukset toteutukseen	66
7	CASE 2: BIOHAJOAVA DESINFIOINTIAINE	
	KANTOMATERIAALISTA	69
7.1	Antibakteeriset yhdisteet ja niiden erottaminen kannoista	70
7.1.1	<i>Yhdisteiden erotuksessa käytetty menetelmä</i>	<i>70</i>
7.1.2	<i>Löydetyt antibakteeriset yhdisteet.....</i>	<i>71</i>

7.2	Potentiaalinen liiketoimintakonsepti pk-yritykselle.....	72
7.3	Potentiaalinen liiketoimintamalli pk-yritykselle.....	73
7.3.1	<i>Tarjoama</i>	74
7.3.2	<i>Avainprosessit</i>	74
7.3.3	<i>Avainresurssit</i>	75
7.3.4	<i>Voiton muodostus</i>	76
7.4	Kehityspolku tutkimustuloksista kaupalliseen hyödyntämiseen	79
7.5	Erottelumenetelmän kaupallisen hyödyntämisen kehitysnäkymät ja riskit 81	
8	YHTEENVETO	83
9	LÄHTEET	86
	LIITTEET	

KUVALUETTELO

Kuva 1. Inkrementaali innovaatio.....	5
Kuva 2. Innovaatioiden jaottelu	6
Kuva 3. Radikaali innovaatio.....	7
Kuva 4. Markkina- ja teknologialähtöisen innovaation erot.....	8
Kuva 5. Lineaarinen innovaatioprosessi: Vaiheporttimalli.....	10
Kuva 6. Epälineaarinen innovaationprosessi	11
Kuva 7. Tutkimuksen kaupallistaminen spin-off yritykseksi	16
Kuva 8. Kaupallistamisen neljä vaihetta.....	17
Kuva 9. Uuden teknologian yhdistäminen asiakastarpeiden kanssa.....	19
Kuva 10. Kuoleman laakso eli tila tutkimuksen ja kaupallistamisen välissä.....	22
Kuva 11. Liiketoimintamallin ympäristötekijät	28
Kuva 12. Liiketoimintamalli-kanvaasi.....	30
Kuva 13. Liiketoimintamalli-viitekehys	33
Kuva 14. Viitekehys teknologian kaupalliseen hyödyntämiseen.....	38
Kuva 15. Torrefioinnin massa- ja energiatase	40
Kuva 16. Prosessilämpötilan vaikutus puun energiansisältöön	41
Kuva 17. TOP-pellettien valmistusprosessi	42
Kuva 18. Lämpölaitoksen tehon pysyvyyskäyrä	46
Kuva 19. Yhdistetty lämmöntuotanto ja TOP-pelletin valmistus	47
Kuva 20. Tuotantokustannusten osuudet lopputuotteesta.....	59
Kuva 21. Erotteluprosessin eteneminen.....	71
Kuva 22. Uuden desinfiointiaineen valmistuksen toimitusketju	73
Kuva 23. Toiminnan kustannusrakenne.....	77

TAULUKKOLUETTELO

Taulukko 1. Käsittlemättömän ja torrefioidun puun ominaisuuksien vertailua	43
Taulukko 2. Tuotantokustannukset TOP-pelletille ja torrefioidulle hakkeelle	58
Taulukko 3. TOP-Pellettien, puupelletin ja torrefioidun hakkeen kuljetuskustannukset täydellä kuormalla.....	60
Taulukko 4. TOP-pellettien euromääräiset myyntituotot.....	62
Taulukko 5. TOP-pellettien valmistuksen kate	62
Taulukko 6. Liiketoimintamallin kannattavuus 80 % käyttöasteella	64
Taulukko 7. Erottelulaitoksen myyntituotto ja kate	78

1 JOHDANTO

Metsäteollisuudella on ollut aina merkittävä rooli Suomen teollisuudessa. Viime vuosina perinteinen paperin ja sellun tuotanto ja kulutus on kasvanut lähinnä Aasiassa, Venäjällä ja Itä-Euroopassa. Suomelle tärkeimpien tuotteiden reaalihinnat ovat puolittuneet Länsi-Euroopan markkinoilla viimeisten parin vuosikymmenen aikana. Tuotannon ylikapasiteetti, kypsät markkinat, tehostuva halpatuotanto ja kilpailu sähköisen median kanssa varmistavat tämän trendin jatkumisen. Sellua ja paperia valmistetaan yhä enemmän halpojen tuotantokustannusten vuoksi Aasiassa ja Etelä-Amerikassa. Suomi on jo menettänyt tai menettämässä aiemmat kilpailuetunsa perinteisessä metsäteollisuudessa. (Hetemäki 2006)

Pelkkä nykyisen toiminnan tehostaminen ei ole riittävä strategia metsäteollisuuden kilpailukyvyn säilyttämiseksi Suomessa. Perinteisen metsäteollisuuden rinnalle on nousemassa uusia innovatiivisia tuotteita. Uusista puunjalostustuotteista ovat erityisesti olleet esillä erilaiset bioenergiaan ja biomateriaaleihin liittyvät tuotteet. Näissä olevia mahdollisuuksia on tutkittu jo pidemmän aikaa, mutta viimeaikaiset muutokset toimintaympäristössä ovat nostaneet ne mielenkiinnonkohteeksi. Näillä biojalosteilla on Suomen näkökulmasta suurimmat kasvunäkymät. Biojalostamoilla tarkoitetaan tuotantolaitoksia, joissa uusiutuvaa biomassaa käytetään fossiilisten raaka-aineiden sijasta energian ja kemiantuotteiden valmistukseen. Jalostamo voi toimia joko erillisenä yksikkönä tai integroituna massa-, paperi- tai kartonkitehtaaseen. (Hetemäki 2006)

1.1 BIOTULI-projekti

Syyskuussa 2010 alkaneessa ja elokuussa 2013 loppuvassa BIOTULI-projektissa tutkitaan biojalostamoiden uusia tuotteita ja liiketoimintamalleja. Tavoitteena on löytää puuperäisistä raaka-aineista uusia tai jo tunnettuja antibakteerisia yhdisteitä

ja tutkia näiden markkinoita, liiketoimintamahdollisuuksia ja liiketoimintamalleja pk-mittakaavassa sekä tarkastella innovaatioprosesseja. Hankkeessa tutkitaan myös jalostusprosessin sivutuotteiden käyttöä energiantuotannossa sekä perehdytään materiaalivirtojenohjaukseen ja logistiikkaan. Projekti on jaettu neljään työpakettiin, jotka ovat Erotustekniikat, Liiketoimintamallit, Energia ja Innovaatiot ja se keskittyy Kaakkois-Suomen alueelle. Projektia hallinnoi Lappeenrannan teknillinen yliopisto ja siihen osallistuu lähialueen ammattikorkeakoulut, kehitysyhtiöt ja suomalaisessa metsäteollisuudessa toimivia yrityksiä.

Tämä selvitystyö on tehty Liiketoimintamallit-työpakettiin, johon osallistuu Lappeenrannan teknillinen yliopisto ja Kymenlaakson ammattikorkeakoulu. Työpaketti on jaettu kolmeen osaan, jotka ovat liiketoimintamallit, logistiikka ja antibakteeriset tuotteet. Liiketoimintamallit-osion tavoitteena on kuvata liiketoimintakonseptit sekä kartoittaa asiakastarpeita ja potentiaalisia markkinoita. Tähän liittyy myös kustannus- ja kannattavuustarkastelu. Logistiikkaosiossa tehdään selvitys biojalostamotoiminnan raaka-ainelogistiikasta sekä materiaalivirtojen ohjausmalleista. Antibakteeriset tuotteet -osiossa suoritetaan haastattelu/kyselytutkimus terveydenalan toimijoille. Tämän tavoitteena on kartoittaa nykytilannetta ja tulevaisuuden näkymiä.

1.2 Selvitystyön tavoitteet ja rakenne

Tämän selvitystyön tavoite on tutkia, millaisilla liiketoimintamalleilla BIOTULI-projektissa löytyneitä potentiaalisia bioliiketoimintamahdollisuuksia pystytään hyödyntämään pk-yrityksen näkökulmasta. Tavoitteena on myös selvittää, millaisen toimitusketjun liiketoimintamalli vaatii, ja millä edellytyksillä mallin toteuttaminen on kannattavaa. Raportissa myös käsitellään sitä, miten uusien bioliiketoimintamahdollisuuksien kaupallistamisessa kannattaa edetä. Selvityksen aineistona on käytetty kirjallisuutta ja asiantuntijahaastatteluita.

Raportti alkaa teoriaosiolla, jossa käsitellään innovaatiota, kaupallistamista ja liiketoimintamalleja. Innovaatio-osiossa käydään läpi innovaatioiden luokittelua, innovaatioprosessia ja innovaation menestystekijöitä. Kaupallistamisessa käsitellään kaupallistamisen eri vaiheita ja tarkastellaan uuden teknologian kaupallistamisen erityispiirteitä. Liiketoimintamalliosiossa määritellään liiketoimintamalli-käsite ja käydään läpi liiketoimintamallin kehittämisessä huomioitavia tekijöitä. Esitän kaksi liiketoimintamallin kehittämisessä käytettävää viitekehystä. Käytettävien määritelmien pohjalta olen muodostanut viitekehysten havainnollistamaan uuden teknologian kaupallista hyödyntämistä.

Teoriaosion jälkeen käsittelen torrefioidin ja lämmöntuotannon yhdistämistä lämpöyrittäjämittakaavassa. Tämä sisältää liiketoimintakonseptin ja -mallin kuvaamisen ja siihen liittyvää kannattavuustarkastelua. Esitän myös suositukset ja keskeiset tekijät toteutuksen suunnittelussa.

Toinen BIOTULI-projektissa kehitetty liiketoimintamahdollisuus on rakennettu uuden erottelumenetelmän pohjalle. Eräs menetelmän hyödyntämiskohde on tehdä biohajoava desinfiointiaine, joka sisältää projektissa löydettyjä uusia antibakteerisia yhdisteitä. Esitän alustavan liiketoimintakonseptin ja -mallin tämän innovaation hyödyntämiseen pk-yritysmittakaavassa. Havainnollistan myös mahdollista kehityspolkua tällä hetkellä tehdystä perustutkimuksesta sen kaupalliseen hyödyntämiseen. Lopuksi esitän yhteenvedon työn tuloksista.

2 INNOVAATIO

Innovaatiota pidetään taloudellisen kasvun lähteenä. Yritysten on pystyttävä sopeutumaan muuttuviin olosuhteisiin selviytyäkseen. Innovaatio on laaja käsite ja sille löytyy useita eri määritelmiä. Trott (2010 s.15) määrittää innovaation seuraavalla tavalla: “Innovaatioon kuuluu kaikki uuden tuotteen, varusteen tai valmistusprosessin ideointiin, teknologian kehittämiseen, valmistukseen ja markkinointiin liittyvät aktiviteetit.” Trott myös havainnollistaa käsitettä kaavalla:

Innovaatio= teoreettinen konsepti+tekninen toteutus+kaupallinen hyödyntäminen

Teoreettisella konseptilla tarkoitetaan ideaa uudesta tuotteesta, teknologiasta tai palvelusta. Tämä toimii innovaation aloituspisteenä. Idean konkretisointi vaatii teknistä toteutusta. Tässä vaiheessa tarvitaan resursseja, jotta idea saadaan muunnettua konkreettiseksi tuotteeksi. Pelkkä uusi tuote ei vielä ole innovaatio, vaan se vaatii myös kaupallisen hyödyntämisen. Innovaatio sisältää tuotteen markkinoinnin, myynnin ja muut kaupalliseen hyödyntämiseen liittyvät aktiviteetit. (Trott 2010, s.15)

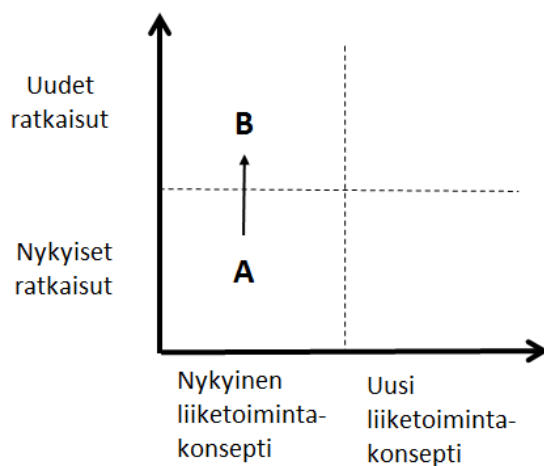
Tässä luvussa käyn ensin läpi eri innovaatiotyyppejä, jonka jälkeen kuvaan innovaatioprosessin ideasta kaupallisesti hyödynnettäväksi tuotteeksi. Lopuksi käsittelen innovaatioprosessin menestystekijöitä.

2.1 Innovaatioiden luokittelu

Innovaatiot voidaan luokitella usealla eri tavalla. Yleisin on innovaatioiden luokittelu sen mukaisesti, kuinka suuri vaikutus niillä on yrityksen liiketoimintakonseptiin (inkrementaalinen, semi-radikaali, radikaali). Innovaatiot voidaan myös jakaa sen mukaan, ovatko ne saaneet alkunsa markkinatarpeesta vai uudesta teknologisesta mahdollisuudesta. Molemmat luokittelutavat on esitetty tässä luvussa.

2.1.1 Inkrementaali innovaatio

Inkrementaalissa innovaatioissa hyödynnetään jo olemassa olevaa tietoa. Tällöin innovaatiot perustuvat nykyisiin liiketoimintakonsepteihin ja -prosesseihin. Inkrementaalit innovaatiot ovat pieniä ja asteittaisia parannuksia. (Apilo, Taskinen & Salkari 2007, s. 23) Kuvassa 1 havainnollistetaan inkrementaalista innovaatiota, jossa pysytään vanhassa liiketoimintakonseptissa ja siirrytään uusien ratkaisujen käyttöön.



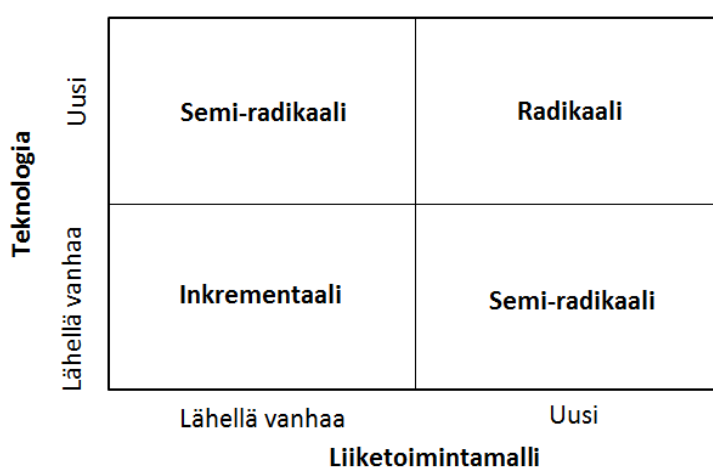
Kuva 1. Inkrementaali innovaatio (Apilo & Taskinen 2006, s. 15)

Davila, Epstein & Shelton (2006, s.39) määrittävät inkrementaalisen innovaation pieniksi uudistuksiksi, jotka pysyvät lähellä nykyistä teknologiaa ja nykyistä liiketoimintamallia. Perinteinen teknologian kehittymiskäyrä pitää sisällään pitkiä ajanjaksoja, jolloin teknologia kehittyy pienillä uudistuksilla (inkrementaali innovaatio). Radikaalit muutokset tapahtuvat usein yhtäkkiä ja suhteellisen lyhyen ajan sisällä. Tämän vuoksi yritys voi toimia kannattavasti pitkiäkin aikoja tekemällä vain pieniä muutoksia toimintaansa. (Davila et al. 2006, s. 39)

2.1.2 Semi-radikaali innovaatio

Semi-radikaali innovaatio voi saada aikaan merkittävää muutoksia joko liiketoimintamalliin tai käytettävään teknologiaan, mutta ei molempiin. Semi-radikaalin innovaation määritelmä on esitetty kuvassa 2. Muutokset

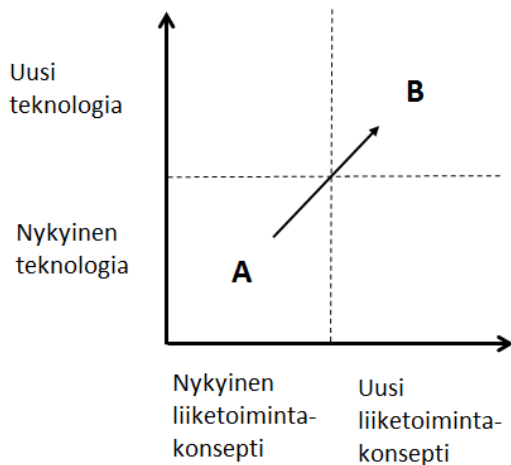
liiketoimintamallissa tai teknologiassa usein vaikuttavat toisiinsa, mutta semiradikaalin innovaation tapauksessa muutokset eivät ole merkittäviä. Esimerkiksi uuden teknologian käyttöönotto voi vaatia pieniä muutoksia liiketoimintamalliin, ja uuden liiketoimintamallin käyttöönotto taas pieniä muutoksia käytettävään teknologiaan. (Davila et al. 2006, s. 47) Samanaikainen muutosten hallinta liiketoimintamallissa sekä teknologiassa ovat innovaatioprosessin haastavimpia vaiheita. (Davila et al. 2006, s. 51)



Kuva 2. Innovaatioiden jaottelu (Davila et al. 2006 s. 39)

2.1.3 Radikaali innovaatio

Radikaalit innovaatiot muuttavat yrityksen liiketoimintakonsepteja, ja niiden toteuttamiseksi yrityksen pitää muuttaa toimintaprosessejaan ja rakennettaan. Radikaaliin innovaatioon kuuluu usein teknologinen harppaus, jolloin radikaali innovaatio tulee lähelle käsitettä läpimurtoinnovaatio. Innovatiivisen yrityksen toiminta voi perustua radikaalin innovaation pohjalle. Säilyttääkseen markkina-asemansa se sitten tekee pieniä muutoksia toimintaansa ja käyttämäänsä teknologiaan (inkrementaaliset innovaatiot). Kuvassa 3 on havainnollistettu radikaalin innovaation määritelmä. (Apilo et al. 2007, s. 23) Radikaalit innovaatiot myös voivat tuoda muutoksia koko toimialaan. (Davila et al. 2006, s. 51)



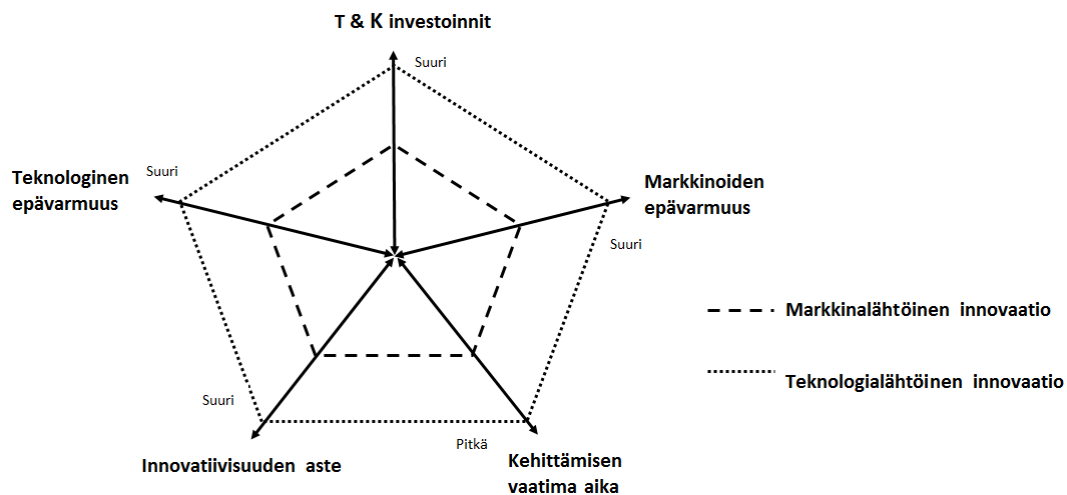
Kuva 3. Radikaali innovaatio (Apilo & Taskinen 2006 s. 15)

2.1.4 Teknologia- ja markkinalähtöinen innovaatio

Innovaatio voidaan jakaa myös teknologia- ja markkinalähtöiseen innovaatioon. Teknologiaalähtöisellä innovaatiolla tarkoitetaan tilannetta, jossa uudella teknologialla tai tunnettujen teknologioiden uudella kombinaatiolla tuotetaan uusi ja innovatiivinen tuote markkinoille. Markkinalähtöinen innovaatio taas pyrkii vastaamaan asiakatarpeeseen, joka pyritään tyydyttämään joko parantamalla vanhoja tuotteita tai kehittämällä uusia. (Herstatt & Lettl 2004) Yksinkertaistettuna teknologiaalähtöinen innovaatio ei huomioi markkinatarpeita ja markkinalähtöinen innovaatio ei huomioi teknologian mahdollisuuksia. (Nemet 2009)

Teknologiaalähtöiset innovaatiot omaavat usein suuremmat riskit ja pitävät sisällään enemmän epävarmuustekijöitä. Aina ei ole tietoa keksinnön hyödyntämispotentiaalista, tulevista kilpailijoista, asiakkaista tai alihankkijoista. Markkinalähtöiset innovaatiot taas saavat alkunsa asiakatarpeesta, joka pyritään tyydyttämään. Näin ollen markkinalähtöisen innovaation asiakkaalle tuottama arvo, asiakassegmentti ja tulevat kilpailijat ovat usein tiedossa jo ideointivaiheessa. (Herstatt & Lettl, 2004)

Teknologia­lähtöisellä lähestymistavalla saadaan aikaan usein radikaaleja innovaatioita ja markkina­lähtöinen lähestymistapa taas johtaa inkrementaalisiin innovaatioihin. Teknologia­lähtöinen innovaatiotoiminta vaatii enemmän resursseja ja pidemmän aikajänteen kuin markkina­lähtöiset tuotteet. Yleisesti ottaen markkina­lähtöisellä innovaatiolla parannetaan olemassa olevia tuotteita ja teknologia­lähtöisellä taas kehitetään uusia. Vaikka innovaatiot ovat harvoin puhtaasti teknologia- tai markkina­lähtöisiä, on yritysten hyvän tunnistaa lähdetää­kö innovaatiota kehittämään uuden teknologian tai markkinatarpeen pohjalta ja huomioida tämä innovaation kehittämistä ja kaupallistamista suunniteltaessa. (Herstatt & Lettl, 2004) Markkina- ja teknologia­lähtöisen innovaation erot on esitetty kuvassa 4.



Kuva 4. Markkina- ja teknologia­lähtöisen innovaation erot (Herstatt & Lettl, 2004)

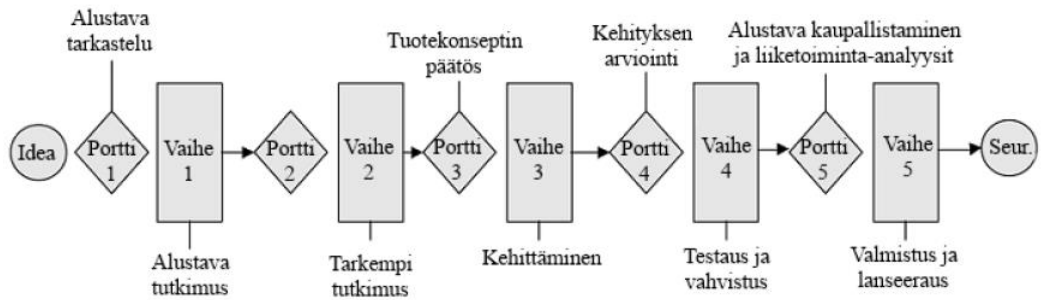
2.2 Innovaatioprosessi

Innovaatioprosessin kuvauksista ja viitekehyksistä voi usein erottaa kolme päävaihetta. Ensimmäinen on perustutkimus tai ideointi (1), jonka pohjalta kehitetään uusi tuote, sovellus tai muu keksintö (2). Kolmantena vaiheena on uuden tuotteen tai sovelluksen kaupallistaminen (3). Esimerkiksi Schoen, Mason, Kline & Bunch (2005) jakaa innovaatioprosessien perustutkimukseen, keksintöön ja innovaatioon.

Koen, Ajamian, Boyce, Clamen, Fisher, Fountoulakis, Johnson, Pushpinder & Seibert (2002, s. 6) taas käyttää termejä samaa alkupää (fuzzy front end), tuotekehitys ja kaupallistaminen. Rothwell (1994) jakaa innovaatioprosessin kuuteen vaiheeseen, jotka ovat ideointi, tutkimus & kehitys & suunnittelu, prototyyppien valmistus, tuotanto, markkinointi ja myynti sekä viimeisenä markkinoille tuonti. Nämä kuusi vaihetta voidaan jakaa kolmeen päävaiheeseen. Perustutkimus vastaa ideointia. Tutkimus & kehitys & suunnittelu sekä prototyyppien valmistus vastaavat tuotekehitystä/keksinnön kehittämistä. Valmistus, markkinointi & myynti sekä markkinoille tulo taas on uuden tuotteen tai sovelluksen kaupallistamista.

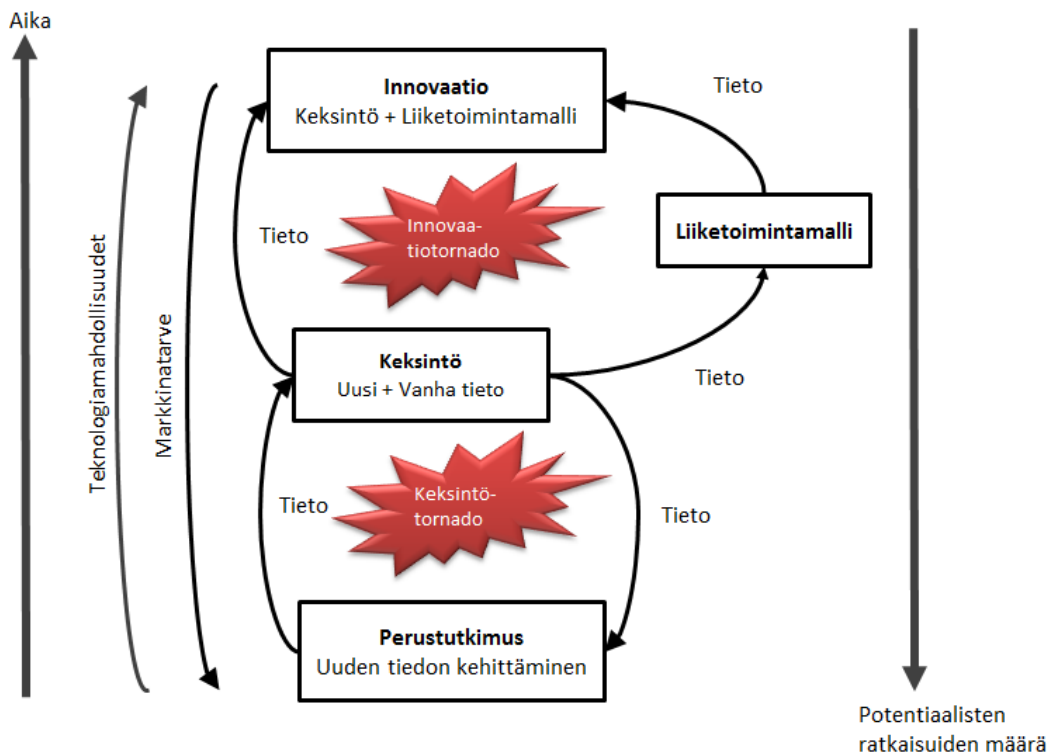
Perustutkimuksella tarkoitetaan vaihetta, jossa pyritään kehittämään uutta tietoa tai uusia käyttömahdollisuuksia jo olemassa olevalle tiedolle. Tässä vaiheessa ei vielä keskitytä kaupallistamiseen ja potentiaaliseen taloudelliseen hyötyyn. Keksintö- tai tuotekehitysvaiheessa uuden tiedon tai idean pohjalta kehitetään uusia tuotteita tai prosesseja. Useimmat keksinnöt ovat uusia sovelluskohteita jo olemassa olevalle tiedolle. Keksinnöllä tarkoitetaan uutta tuotetta, palvelua tai sovellusta. Viimeisenä vaiheena on uuden tiedon pohjalta tehdyn keksinnön markkinointi, valmistus ja kaupallistaminen. Lopullinen innovaatio voi pitää sisällään yhden tai useamman keksinnön. Innovatio sisältää myös kaupallistamiseen käytetyn liiketoimintamallin. Ilman toimivaa liiketoimintamallia ei ole innovaatiota, vaan pelkkä keksintö. Nämä kolme käsitettä (perustutkimus, keksintö ja innovaatio) muodostavat innovaatioprosessin pohjan. (Schoen et al. 2005)

Innovaatioprosessia on kuvattu useilla erilaisilla malleilla, jotka soveltuvat erityyppisten innovaatioiden kuvaamiseen. Tunnettuja lineaarisia innovaatiomalleja ovat muun muassa Koen et al. (2002, s. 6) malli ja Cooperin vuonna 1990 esittämä vaiheportti (Stage-Gate) -malli, joka on esitetty kuvassa 5. Epälineaarisia innovaatiomalleja ovat esimerkiksi Rothwellin (1994) esittämä kolmannen sukupolven innovaatiomalli ja Schoenin (2005) innovaatioprosessi, joka esitetty kuvassa 6.



Kuva 5. Lineaarinen innovaatioprosessi: Vaiheporttimalli (Mukaillen Cooper 1990)

Schoenin mallissa (Kuva 7) innovaatioprosessi esitetään kokonaisuutena, jossa uudella teknologialla on useita eri hyödyntämismahdollisuuksia. Mallista voidaan erottaa kaksi iteratiivista kokonaisuutta. Näistä ensimmäinen on perustutkimuksen ja keksinnön välillä (tornado of invention) ja toinen keksinnön ja lopullisen innovaation välillä (tornado of innovation). Keksinnön kehittäjät harvoin pitävät keksintöään valmiina ja ovat valmiita jatkamaan kehitystyötä, kunnes tuote on heidän mielestään täydellinen. Innovaatioprosessia johdettaessa on tunnistettava, milloin on oikea aika siirtää toiminnan fokus keksinnön kehittämisestä sen kaupallistamiseen. Mallissa myös huomioidaan, että markkinatarve ja kaupallistamisprosessi voi saada aikaan uutta perustutkimusta ja toimia sysäyksenä uuden teknologian kehittämisessä. (Schoen et al. 2005)



Kuva 6. Epälineaarinen innovaationprosessi (Mukaiillen Schoen et al. 2005)

2.3 Innovaation menestystekijät

Rothwell (1992) on kerännyt kirjallisuudesta teolliselle innovaatiolle kahdeksan keskeisintä menestystekijää. Tekijät kuvaavat sen, mitä onnistunut innovaatioprosessi vaatii yritykseltä. Nämä ovat:

- Hyvän yrityksen sisäisen ja ulkoisen tiedonkulun saavuttaminen; yrityksellä on laaja verkosto, jonka avulla se saa käyttöönsä uutta tietoa ja osaamista
- Yrityksen kaikkien osastojen osallistuminen innovaation kehittämiseen
- Huolellinen kehitysprojektien suunnittelu, seuranta ja hallinta
- Tehokas kehitystyö ja laadukkaat tuotantomenetelmät; yrityksellä on käytössä esimerkiksi viimeisin tuotantoteknologia ja toimiva laadunhallintajärjestelmä

- Vahva markkinasuuntautuminen; yritys pyrkii vastaamaan asiakastarpeisiin ja tarvittaessa ottamaan asiakkaita mukaan tuotekehitysprojektiin
- Asiakkaille tarjotaan apua innovaation implementoinnissa ja käytössä. Näitä ovat esimerkiksi mahdolliset käyttökoulutukset ja varaosapalvelut
- Avainhenkilöt. Yrityksessä tulee olla esimerkiksi henkilö, joka on hyvin verkostoitunut ja hakee jatkuvasti toimialalle tulevaa uutta tietoa. Onnistuneissa kehitysprojekteissa on myös johtaja, joka on sitoutunut projektiin, innostunut siitä ja vie omalla panoksellaan projektia eteenpäin
- Johdon osaaminen. Yrityksen johdon tulee olla dynaamista ja avointa uudelle tiedolle. Yrityksen kannattaa pyrkiä kehittämään henkilöstönsä osaamista

Yllä olevien tekijöiden lisäksi Cooper (1979) esittää kolme keskeistä dimensiota, jotka määrittävät, onko uusi tuote menestyvä vai ei. Nämä tekijät ovat tuotteen ainutkertaisuus ja paremmuus, tieto markkinoista ja markkinointiosaaminen sekä viimeisenä uuden tuotteen teknologian sekä valmistuksen tehokkuus ja synergia.

Tuotteen ainutkertaisuus ja paremmuus kuvaa sitä, millä tavoin uusi tuote on parempi kuin jo markkinoilla olevat. Keskeistä on, mitä uusi ominaisuuksia tuotteessa on, ja miten ne tuottavat lisäarvoa asiakkaille verrattuina jo olemassa oleviin tuotteisiin. Tuotteen ominaisuudet ja ainutkertaisuus on niin itsestään selvä menestystekijä, että se voi joskus jäädä liian vähälle huomiolle. Itse tuote ja sen ominaisuudet ovat kuitenkin tärkein kilpailutekijä useimmissa teollisuuden innovaatioprojekteissa. (Cooper 1979)

Tieto markkinoista ja markkinointiosaaminen muodostavat tärkeän osan keksinnön kaupallistamisessa. Yritykset, jotka panostavat markkinointiaktiviteetteihin, tiedostavat usein asiakasvaatimukset, ostokäyttäytymisen, markkinapotentiaalin ja kilpailijat. Tämä tieto auttaa merkittävästi tuotteen kehittämisessä ja markkinoille tuomisessa. Ymmärrys

kohdemarkkinoista yhdessä uuden tuotteen tehokkaan lanseerauksen kanssa ovat elintärkeitä osa-alueita uuden keksinnön kaupallistamisessa. (Cooper 1979)

Tekninen dimensio sisältää keksinnön vaatiman teknologian ja yrityksen tuotannon välisen synergian ja tehokkuuden. Tämä tarkoittaa, että yrityksen tuotantolaitokset, henkilöstön osaaminen ja resurssit soveltuvat uuden tuotteen kehittämiseen ja valmistukseen. Kehitystoiminnoista tähän liittyy esimerkiksi toteutuksen alustava arviointi, tuotekehitys, prototyypin testaus, erilaiset pilottiprojektit ja tuotannon aloitus. Vaikka kaikki idean tekniseen toteutukseen ja tuotantoon liittyvät tekijät ovat tärkeitä innovaatioprosessin onnistumisen kannalta, niin nämä eivät tutkimuksen mukaan ole kriittisimpiä tekijöitä uuden tuotteen kaupallistamisessa. (Cooper 1979)

Abetti (2000) on löytänyt kirjallisuudesta neljä kriittisintä menestystekijää radikaalille teknologiainnovaatiolle. Tuotteen ainutkertaisuus on ensimmäinen menestystekijä. Kuten Cooper (1979) kirjoitti, uuden tuotteen on oltava parempi ja vastattava asiakastarpeisiin tehokkaammin kuin jo olemassa olevat tuotteet. Toinen menestystekijä on kehitysprojektin ja markkinatarpeiden yhdistäminen. Nykyisten ja potentiaalista asiakkaiden mukaan ottaminen ja huomiointi ovat välttämättömiä innovaation menestykselle. Kolmantena menestystekijänä on ”teknologiaportinvartijoiden” osallistuminen projektiin. Tällä tarkoitetaan henkilöitä, jotka ovat asiantuntijoita käytettävissä teknologioissa. He pystyvät neuvomaan kollegoitaan uudessa sovelluksessa potentiaalisesti hyödynnettävien teknologioiden hyvistä ja huonoista puolista. Neljäs menestystekijä on vapaa yrityksen sisäinen ja ulkoinen kommunikaatio. Yrityksen johdon ja muiden osastojen tulee tietää, mitä yrityksen sisällä tapahtuu, ja miten tilanteet muuttuvat yrityksen ulkopuolella. (Abetti 2000)

3 KAUPALLISTAMINEN

Kaupallistamiselle löytyy kirjallisuudesta useita eri määritelmiä. Se kuvataan usein joko osana innovaatioprosessia tai vaihtoehtoisena lähestymistapana perinteiselle innovaatioprosessille. Muun muassa Cooper (1990) ja Koen et al. (2005, s. 6) kuvaavat kaupallistamisen osana innovaatioprosessia. He määrittävät kaupallistamisen aktiviteeteiksi, joita vaaditaan uuden tuotteen valmistuksen aloittamiseen ja markkinoille tuomiseen.

Vaihtoehtoista näkökantaa edustavat esimerkiksi Mitchell & Singh (1996). He kuvaavat kaupallistamisen prosessina, joka sisältää ideoinnin, ideoiden jalostamisen lisäämällä niihin täydentävää tietoa, myytävien tuotteiden kehittämisen, valmistuksen ja näiden tuotteiden myynnin asiakkaille. Nevensin (1990) mukaan kaupallistamisprosessi alkaa, kun yritys löytää mahdollisuuden käyttää uutta tietoa, teknologiaa tai resursseja vastatakseen markkinoiden tarpeisiin. Nevensin kaupallistamisprosessi sisältää myös suunnittelun, kehityksen, tuotannon aloittamisen, markkinoinnin ja kaikki lopputuotteen kehittämiseen liittyvät prosessit. Jolly (1997 s. 3) taas kuvaa kaupallistamisen viisivaiheisena prosessina, joka alkaa uusien ideoiden tai tiedon kehittämisellä ja loppuu valmiin tuotteen leviämiseen markkinoille.

Hjelt, Niinikoski, Syrjänen, Valovirta ja Törmälä (2006, s. 3) tekevät eron innovaatiolle ja kaupallistamiselle:

”Kaupallistamisella tai kaupallisella hyödyntämisellä tarkoitetaan selvityksessä tutkimus- ja tuotekehityshankkeiden tuloksena syntyneiden keksintöjen muokkaamista eteenpäin tuotteiksi ja näiden tuotteiden saattamista markkinoille. Kaupallistaminen viittaa selvityksessä ensisijaisesti koko prosessiin, jolla ideasta muokkautuu uutta liiketoimintaa.”

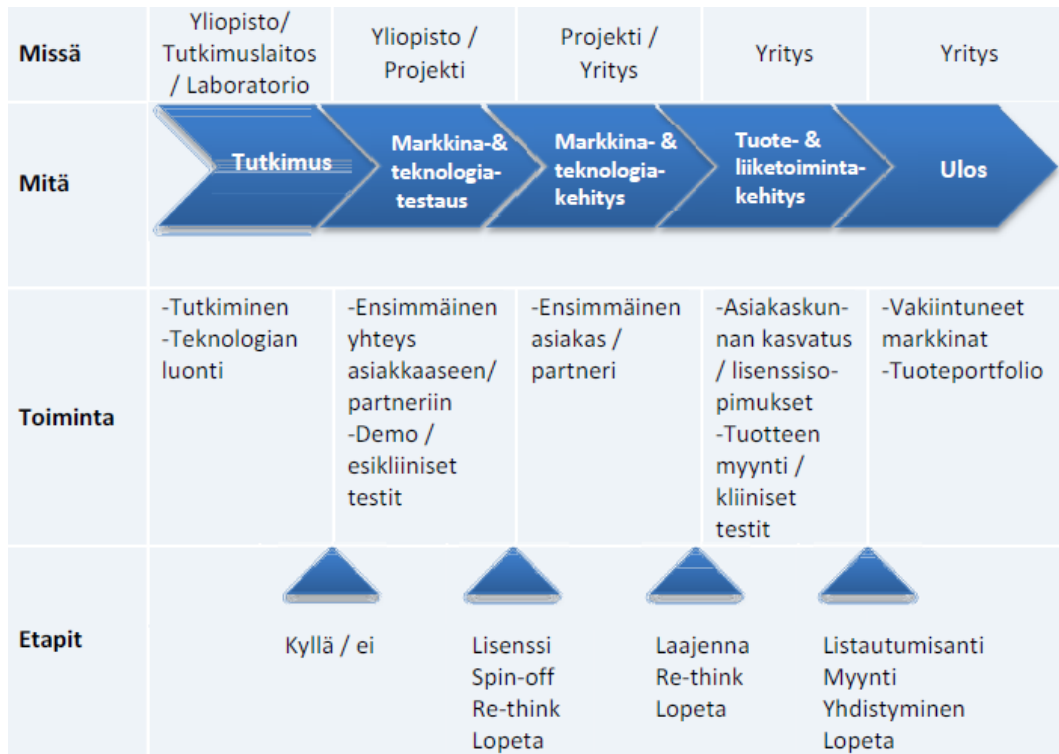
”Innovaatiolla viitataan keksintöön, joka on saatettu hyvin pitkälle kaupallistettavaksi ja vähintään testattu markkinoilla”

Käytän tässä työssä Hjelt et al.(2006, s. 3) esittämää kaupallistamisen määritelmään, koska siinä on huomioitu kaupallistamisaktiiviteettien mahdolliset vaikutukset lopputuotteeseen. Kaupallistamisprosessimalleissa kaupallistaminen kuvataan vaihtoehtoisena mallina innovaatioprosessille ja innovaatioprosesseissa kaupallistaminen on usein kuvattu aktiiviteetteina, joita tehdään jo valmiille lopputuotteelle. Hjelt et al. määritelmä liittää kaupallistamisaktiiviteetit tuotekehitykseen ja huomioi, että molempia voidaan suorittaa samanaikaisesti.

3.1 Kaupallistamisen vaiheet

Kaupallistamisprosessi on monivaiheinen. Se voi edetä useita eri polkuja ja vaatia usean eri toimijan osallistumista. Usein julkisen tutkimuksen tulosten kaupallistamisprosessissa erotellaan alkuvaiheessa vain kaksi vaihetta: tutkimus ja tätä seuraava teknologian siirto. Prosessin monimutkaisuuden vuoksi on kaupallistaminen kuitenkin perusteltua jakaa useampaan vaiheeseen. (Hjelt et al. 2006, s. 4)

Iso-Britanian pääomasijoittajien järjestö (BVCA) on esittänyt viitekehityksen yliopistotutkimuksen kaupallistamiseksi. Viitekehitys on esitetty kuvassa 8. BVCA on jakanut kaupallistamisen viiteen eri vaiheeseen, jotka ovat tutkimus, markkina- & teknologiatestaus, markkina- & teknologiatehitys, tuote- & liiketoimintakehitys ja viimeisenä on uuden spin-off yrityksen markkinoille tulo. (BVCA 2005, s.17)



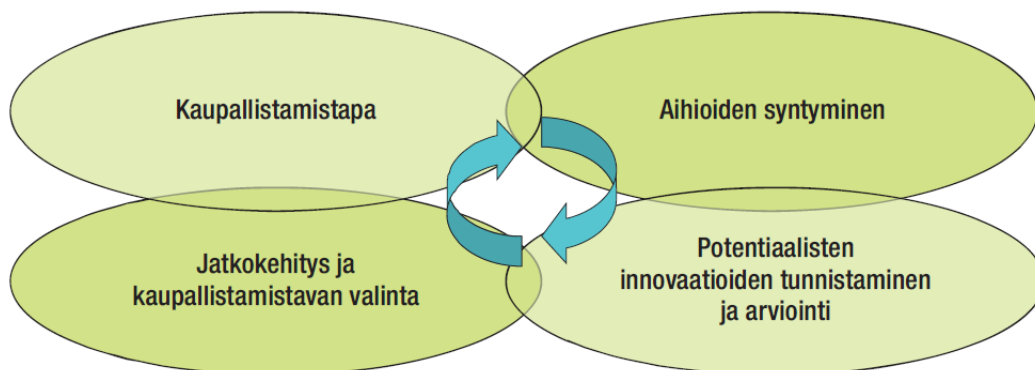
Kuva 7. Tutkimuksen kaupallistaminen spin-off yritykseksi (Mukaiillen BVCA 2005, s.17)

BVCA:n mallissa kaupallistaminen alkaa perustutkimuksesta, jossa syntyy idea tai konsepti kaupallisesti hyödynnettävästä tuotteesta. Uuden konseptin tai idean kohdalla siirrytään nopeasti kyllä/ei-päätökseen siitä, kannattaako sen kanssa siirtyä seuraavaan vaiheeseen. Toisessa vaiheessa uusi konsepti testataan potentiaalisten asiakkaiden kanssa ja arvioidaan käytettävien teknologioiden toteutettavuutta. Suoran asiakaskontaktin ja teknologiatestauksen perusteella pystytään arvioimaan idean kaupallistamispotentiaalia aiempaa tarkemmin. Jos konsepti omaa riittävästi potentiaalia, seuraavana vaiheena on kaupallistamiskanavan valinta; spin-off, IP:n myynti tai lisensointi toiselle yritykselle, yhteistyö partnerin kanssa, omistusoikeuden säilyttäminen tai idean hyllyttäminen. (BVCA 2005, s.18)

Seuraavana vaiheena on markkina- ja teknologiakehitys, jonka tavoitteena on saada valmiiksi prototyyppi lopullisesta tuotteesta. Tässä tuotteen ja teknologian kehittäminen tehdään yhdessä asiakkaan kanssa. Seuraavaksi tulee päättää pyritäänkö projektin kanssa seuraavalle kaupallistamisen tasolla, muutetaanko

kehitystyön suuntaa vai lopetetaanko kaupallistaminen. Jos päätetään jatkaa kaupallistamista, tulee yrityksen siirtyä tuotteen ja liiketoiminnan kehittämiseen. Tässä vaiheessa yritys pyrkii kasvattamaan toimintaansa panostamalla tuotekehitykseen, myyntiin, markkinointiin, tuotantoon ja organisaation kehittämiseen. Lopuksi yritys alkaa kartoittaa potentiaalisia mahdollisuuksia tulla markkinoille. (BVCA 2005, s. 18) Vaikka uuden teknologian kaupallistaminen on harvoin suoraviivainen prosessi, niin BVCA:n malli hahmottelee keskeiset vaiheet perustutkimuksesta saadun tiedon kaupallistamisessa. Huomioitavaa on potentiaalisten asiakkaiden mukaanotto lähes heti kehitystyön alkaessa.

Hjelt et al.(2006, s. 5) taas jakavat kaupallistamisprosessin aihoiden syntymiseen, potentiaalisten innovaatioiden tunnistamiseen ja arviointiin, potentiaalisten innovaatioiden jatkokehitykseen ja kaupallistamisen valintaa sekä kaupallistamistapaan. Edellä mainittu viitekehys on esitetty kuvassa 9.



Kuva 8. Kaupallistamisen neljä vaihetta (Hjelt et al. 2006, s. 6)

Ensimmäinen vaihe on aihoiden syntyminen. Tutkimuksessa syntyy aihioita ja ideoita. Tässä vaiheessa aihoiden hyödyntämispotentiaali tai keksinnöllisyyttä ei ole vielä arvioitu. Toisessa vaiheessa ideoista tunnistetaan ne, joilla on potentiaalia kaupalliseen hyödyntämiseen. Nämä ideat otetaan tarkemman arvioinnin kohteeksi. Tunnistamisen jälkeen on käynnistettävä ideoiden suojaaminen esimerkiksi patenteilla. Potentiaalisiksi tunnistetut ideat eivät usein vielä ole valmiita kaupallistettaviksi. Kolmannessa vaiheessa innovaatiota kehitetään ja sille valitaan kaupallistamistapa. Kehitystoimenpiteitä voi olla

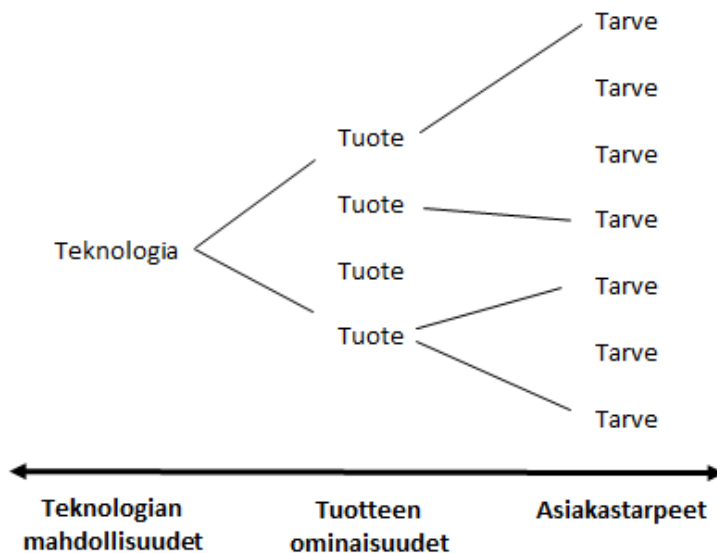
esimerkiksi markkina-analyysit tai teknologian jatkokehitys. Kehitystyön tuottaman tiedon perusteella voidaan innovaatiolle valita sille soveltuva kaupallistamistapa. Viimeisenä vaiheena on varsinainen kaupallistaminen. Tapoja, joilla potentiaaliset ja kehitetyt innovaatiot siirtyvät markkinoille, ovat esimerkiksi lisensiointi, yritysperustanta ja omistusoikeuden siirto. (Hjelt et al. 2006, s. 5)

3.2 Teknologialähtöisen innovaation kaupallistaminen

Yleisin ongelma teknologialähtöisen innovaation kaupallistamisessa on markkinatiedon puuttuminen ja epävarmuus potentiaalisista asiakkaista. Uusilla tuotteilla pystytään tyydyttämään uusia asiakastarpeita uusilla markkinoilla tai muodostaa vanhoille markkinoille uusia ja parannettuja palvelukokonaisuuksia. Uusien hyödyntämiskohteiden tunnistaminen ja kaupallinen hyödyntäminen aiheuttavat suurimmat ongelmat teknologiainnovaatioiden kehittämisessä. Asiakkaiden mukaanotto epävarmuuden vähentämiseksi kehitysprojektin alkuvaiheessa voi myös olla haastavaa, koska yrityksellä ei välttämättä ole tietoa siitä, keitä tuotteen lopulliset asiakkaat tulevat olemaan. (Herstatt & Lettl 2004)

Uuden radikaalin teknologialähtöisen innovaation käyttöönotto vaatii usein asiakkaita tekemään muutoksia omissa toimintavoissaan, jotta innovaation hyödyntäminen on mahdollista. (Herstatt & Lettl 2004) Tämä tuo haasteita kaupallistamisprosessiin. Uuden innovaation lanseeraus ja tuotannon aloittaminen on ajoitettava niin, että asiakkaat ovat valmiita ottamaan uuden tuotteen käyttöön sen tullessa markkinoille. Lisää epävarmuutta prosessiin tuo ajan mukana tulevat muutokset markkinoissa ja teknologian kehittyminen, joiden vuoksi innovaation kaupallistamista ei kannata viivästyttää turhaan. Yllä olevien epävarmuustekijöiden vuoksi teknologialähtöisen innovaation kaupallistaminen kannattaa suunnitella huolellisesti. (Lynn, Mazzuca, Morone & Paulson 1998)

Markham (2002) havainnollistaa teknologisten mahdollisuuksien yhdistämistä asiakastarpeisiin (Kuva 10). Uuden teknologian avulla voidaan potentiaalisesti tyydyttää useita uusia tai tunnettuja asiakastarpeita. Kehitysprosessissa on päätettävä, millaisilla tuotteilla tai tuotteiden ominaisuuksilla asiakastarpeisiin vastataan, mitä asiakastarpeita yksittäisellä tuotteella pyritään tyydyttämään, ja miten tämä kannattaa tehdä. Markham suosittelee ensin määrittämään, mitä ainutkertaisia ominaisuuksia uudella teknologialla on. Tämän jälkeen selvitetään, mihin asiakastarpeisiin kyseisellä teknologialla voidaan vastata. Näiden perusteella voidaan alkaa hahmottelemaan, mitä ominaisuuksia uuteen tuotteeseen halutaan. Uuden tuotteen ominaisuuksien pohjalta voidaan siirtyä tuotekonseptin kehittämiseen ja sen toteutuksen arviointiin. (Markham 2002)



Kuva 9. Uuden teknologian yhdistäminen asiakastarpeiden kanssa (Mukaiillen Markham 2002)

Teknologialähtöisen innovaation kaupallistaminen eroaa perinteisistä kehitysprojekteista suuremman teknologiaan ja markkinoihin liittyvän epävarmuuden vuoksi. Tämän vuoksi radikaali- ja inkrementaali-innovaatioprosessi etenevät eri tavoin ja vaativat erilaiset johtamismallit. Teknologialähtöisen innovaation kehitysprosessi on enemmän kokeellinen ja vähemmän asiakasorientoitunut kuin markkinalähtöisellä innovaatiolla. Epävarmuustekijöiden vuoksi radikaalin ja teknologialähtöisen innovaation

kehittäminen on usein monimutkainen, pitkä ja vaikeasti hallittava prosessi, jonka etenemistä on hankala ennustaa. Toisin kuin inkrementaalisissa ja markkinalähtöisissä innovaatioissa, kehitystyön lopputulos ei ole välttämättä tiedossa ja sen hyödyntämiskohteet voivat realisoitua vasta projektin edetessä. (Veryzer 1998)

Yllä mainittujen tekijöiden vuoksi perinteiset lineaariset innovaatiomallit, kuten esimerkiksi Cooperin (1990) esittämä vaiheporttimalli, eivät ole optimaalisia työkaluja teknologialähtöisen innovaation kehittämiseen tai kaupallistamiseen. Teknologialähtöisen innovaation kaupallistamiseen soveltuvat paremmin iteratiiviset mallit, missä tuote, sen ominaisuudet ja lopulliset asiakkaat tarkentuvat kehitystyön aikana. (Herstatt & Lettl 2004)

3.2.1 *Probe & Learn -menetelmä*

Lynn, Morone & Paulsonin (1996) tutkimuksen mukaan perinteiset innovaatiojohtamismallit tai markkinatutkimukset eivät sovellu teknologialähtöisten innovaatioiden johtamiseen. He esittävät näille innovaatioille niin sanotun Kokeile & Opi (Probe & Learn) -menetelmän. Kyseessä on iteratiivinen lähestymistapa, jossa potentiaalisille asiakkaille esitetään keskeneräisiä tuotteita tai prototyyppejä tulevasta lopputuotteesta. Keskeneräisiä tuotteita ja tuotekonsepteja testataan asiakkaille jo kehitysprosessin aikaisessa vaiheessa. Tuotetta sitten kehitetään saadun palautteen perusteella, jonka jälkeen uusi prototyyppi tuodaan taas asiakkaan arvioitavaksi. Kokeile & Opi -menetelmän vaiheet ovat yksinkertaisuudessaan:

- **Kokeile** eli tuo keskeneräinen tuote tai prototyyppi potentiaalisen asiakkaan testattavaksi
- Analysoi testeistä saatu tieto
- **Opi** testien ja analyysien perusteella, miten tuotetta kannattaa kehittää

- Tee parannukset lopputuotteeseen ja vie paranneltu versio asiakkaan testattavaksi

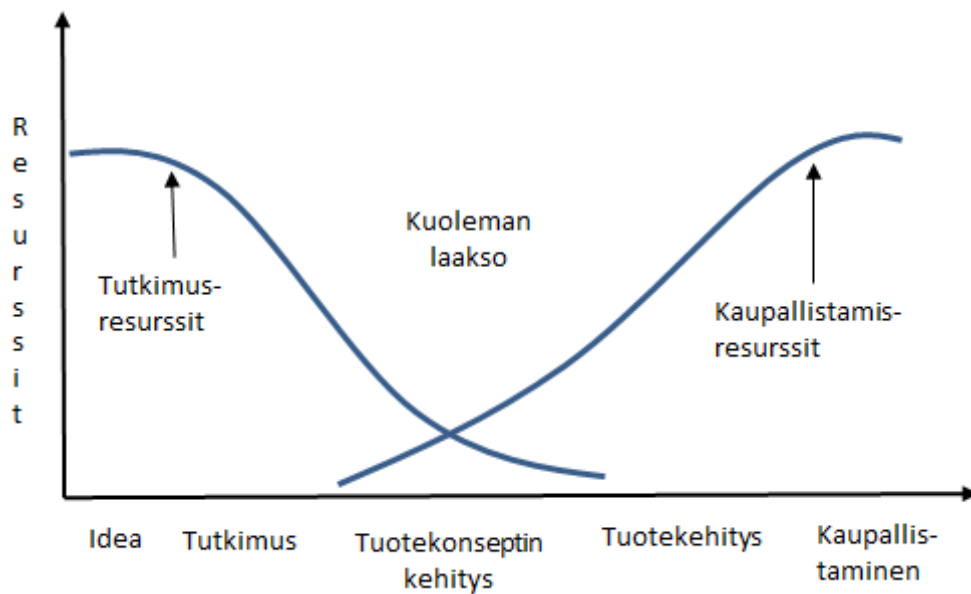
Ensimmäinen vaihe menetelmässä on tuoda keskeneräinen tuote tai prototyyppi potentiaalisten asiakkaiden testattavaksi. Keskeneräisen tuotteen esittäminen asiakkaalle on perusteltua vain, jos sillä saadaan tietoa tuotteen kehittämisestä tai potentiaalisista markkinoista. Seuraavaksi analysoidaan kokeilusta saatu tieto ja selvitetään, miten tuotteen kehittämistä kannattaa jatkaa. Tämän jälkeen lopputuotetta kehitetään saadun tiedon perusteella ja paranneltu tuote viedään taas asiakkaan testattavaksi. Näin teknologialähtöisen innovaation kehittämisestä tulee iteratiivinen prosessi, jossa lopputuotteen eri versioista pyritään haarukoimaan mahdollisimman hyvin asiakkaan tarpeita vastaava kokonaisuus. (Lynn et al. 1996)

Onnistunut Kokeile & Opi -menetelmän käyttö vaatii hyvää yrityksen sisäistä tiedonkulkua kehitysprosessin aikaisessa vaiheessa. Tuotekehityksen ja markkinoinnin on tehtävä tiivistä yhteistyötä kehitysprosessin alusta asti. Tämä ei usein toteudu teknologialähtöisissä innovaatioissa ja markkinointihenkilöstö tulee mukaan vasta, kun tuotekehitystyö on tehty ja lopputuotetta lähdetään viemään markkinoille. (Herstatt & Lettl 2004) Kuten Hjelt et al.(2006) kaupallistamisen määritelmässä huomioidaan, tuotekehitystä sekä kaupallistamista voi ja kannattaa tehdä rinnakkain.

3.2.2 *Kuoleman laakso*

Aukkoa uuden teknologian kehittämisen ja sen kaupallisen hyödyntämisen välillä kutsutaan Kuoleman laaksoksi. Suurella osalla yrityksistä on osaamista, resursseja ja sopiva organisaatio teknologian kehittämiseen. Samalla tavoin suurella osaa yrityksistä on osaamista ja resursseja valmiin tuotteen tuotantoon, markkinointiin, jakeluun ja myyntiin. Alue, mikä jää uuden tiedon tai teknologian kehittämisen ja valmiin lopputuotteen kaupallisen hyödyntämisen väliin, aiheuttaa yrityksille suurimmat ongelmat. (Markham 2002) Kuoleman laakso on esitetty kuvassa 11.

Ilmiölle on muutamia syitä. Tutkijat ja teknologiaorientoituneet ihmiset eivät välttämättä ymmärrä tai arvosta markkinointihenkilöstöä ja sama toisin päin. Tutkijoiden tavoitteet ja mahdolliset palkkiot liittyvät uuden tiedon kehittämiseen, eikä sen kaupallistamispotentiaaliin. Kaupallistamisen kanssa työskentelevät taas etsivät ja pyrkivät kehittämään tuotteita, jotka myyvät mahdollisimman hyvin. He voivat pitää pelkkää uutta tietoa tai teoreettista tutkimusta turhana, jos sille ei ole näkyvissä kaupallisia hyödyntämismahdollisuuksia. (Markham 2002)



Kuva 10. Kuoleman laakso eli tila tutkimuksen ja kaupallistamisen välissä (Mukaiillen Markham 2002)

Markham (2002) esittää yhdeksän vaihetta, joilla Kuoleman laaksoon putoaminen voidaan välttää.

1. **Löydä kaupallinen arvo tutkimustuloksista.** Aluksi on löydettävä uudelle teknologialle potentiaalisia kaupallisia hyödyntämiskohteita. Teknologialla on yleensä useita hyödynnettäviä ominaisuuksia, joista on löydettävä ne, joiden avulla pystytään vastaamaan asiakkaiden tarpeisiin ja tuottamaan uusia menestyviä tuotteita.
2. **Esitä kaupallinen arvo tuotteena.** Ideana on luoda tuotekonsepti yhdistämällä teknologian mahdollisuuksia asiakkaiden tarpeiden kanssa.

3. **Tuo uuden tuotekonseptin potentiaali esille liiketoimintasuunnitelman kautta.** Tässä uuden tuotteen liiketoimintapotentiaali konkretisoidaan muodostamalla alustava liiketoimintasuunnitelma. Tämä suunnitelma voidaan sitten esittää rahoittajille tai projektin jatkosta päättävälle henkilölle.
4. **Hanki resursseja liiketoimintasuunnitelman toteuttamiseen.** Alustavaa liiketoimintasuunnitelmaa käytetään tuomaan uuden tuotteen kaupallinen potentiaali esille ja hankkimaan rahoitusta sekä resursseja kehitysprojektin toteuttamiseen.
5. **Käytä resursseja pienentämään riskejä.** Hankitut resurssit tulee kohdistaa oikein. Jokaisessa projektin vaiheessa tulee tiedostaa kriittiset toimenpiteet ja kehityskohteet, joihin kannattaa panostaa.
6. **Hanki liiketoimintasuunnitelmalle hyväksyntä.** Kannattaa varmistaa, että päättäjät ovat valintaa tehdessä tietoisia projektin mahdollisuuksista ja riskeistä.
7. **Muunna liiketoimintasuunnitelma projektiksi.** Projektille pitää määrittää loppu- ja välitavoitteet, aikataulu, käytettävät resurssit ja prosessin eteneminen.
8. **Päätös projektin toteuttamisesta.**
9. **Uuden tuotteen kehitys ja kaupallistaminen**

Kuoleman laakso on teknologian mahdollisuuksien ja varsinaisen tuotekehityksen väliin jäävä alue. Tätä kutsutaan kirjallisuudessa myös innovaatioprosessin sumeaksi alkupääksi (fuzzy front end) (Koen et al. 2002, s. 6). Sumeaa alkupäätä pidetään innovaationprosessin tärkeimpänä vaiheena. Merkittävimmät lopputuotteeseen, sen ominaisuuksiin ja kehitysprojektin toteutukseen liittyvät päätökset tehdään tässä vaiheessa. Sumea alkupää sisältää tuotestrategian muodostamisen, mahdollisuuksien tunnistamisen ja arvioinnin, ideoinnin, lopputuotteen määrittämisen, projektisuunnittelun ja päätöksen toteutuksesta. (Khurana & Rosenthal 1998) Yllä olevat Markhamin esittämät yhdeksän vaihetta ovat eräs lähestymistapa, jolla uuden teknologian kaupallistamisessa voidaan

siirtyä mahdollisuuksien tunnistamisesta ja ideoinnista varsinaiseen kehitystyöhön.

4 LIKETOIMINTAMALLI

Termi liiketoimintamalli (Business Model) esiintyi ensimmäisen kerran 1950-luvulla, mutta sen laajempi käyttö ja kehittäminen alkoivat vasta 1990-luvulla. Termille löytyy useita eri määritelmiä. Yksinkertaistettuna liiketoimintamallitermin määritelmät kuvaavat ne elementit ja näiden elementtien väliset suhteet, joita tarvitaan määrittelemään yrityksen harjoittama liiketoiminta. (Osterwalder, Pigneur, Tucci 2005)

Teecen (2010) mukaan liiketoimintamalli kuvaa logiikan, jolla yritys luo arvoa asiakkaalle ja kerää/tuottaa sitä itselleen sekä sen, kuinka edellä mainitut on yhdistetty. Chesbrough & Rosenbloom (2002) lähestyivät liiketoimintamallikonseptia määrittämälle keskeisimmät asiat, jotka sen tulisi pitää sisällään. Liiketoimintamallin tulee heidän mukaansa sisältää seuraavat kuusi toimintoa:

- **Tarjooma.** Määrittää yrityksen asiakkaalle tarjoaman kokonaisuuden ja sen, mitä arvoa yrityksen tarjooma tuottaa asiakkaalle.
- **Markkinasegmentti.** Kertoo keitä yrityksen asiakkaat ovat, ja miten tarjooma hyödyttää juuri heitä.
- **Arvoketjun rakenne.** Kuvaa yritykseltä vaadittavan arvoketjun arvon tuottamiseksi ja toimittamiseksi asiakkaalle.
- **Kustannusrakenne ja potentiaaliset tuotot.** Arvio liiketoimintamallin kustannuksista ja tuotoista arvoketjun rakenteen ja yrityksen tarjoaman tuottaman arvon perusteella.
- **Arvoverkosto.** Määrittää yrityksen aseman sen toimittajien ja asiakkaiden muodostamassa verkostossa. Pitää sisällään myös potentiaalisten kilpailijoiden ja kumppaneiden tunnistamisen.
- **Kilpailustrategia.** Kuvaa strategian muodostamista kilpailuedun saavuttamiseksi ja ylläpitämiseksi.

4.1 Liiketoimintamallin kehittäminen

Yritystoiminta saa alkunsa mahdollisuuden tunnistamisesta. Mahdollisuuksien huomaaminen vaatii kykyä ymmärtää asiakkaiden ongelmia ja kehittää niihin uusia tai paranneltuja ratkaisuja. (Hougaard 2004, s. 14) Koen et al. (2002, s. 7) määrittävät mahdollisuuden aukkona liiketoiminnassa tai teknologiassa, jonka yksilö tai yritys tunnistaa. Tämä aukko täyttämällä voidaan saavuttaa kilpailuetua tai ratkaista ongelmia. Konseptin Koen et al. (2002, s.7) määrittävät malliksi, jossa uusi tuote tai ratkaisu on määritelty kirjallisesti ja visuaalisesti niin, että sen tärkeimmät ominaisuudet, asiakkaat ja tarvittavat teknologia on kuvattu.

Kuten Hougaard (2004, s.14) ja BVCA:n (2005) kaupallistamisviitekehys esittävät, liiketoiminnan kehittäminen alkaa mahdollisuuden tunnistamisesta tai löytämisestä. Tästä mahdollisuudesta jalostetaan liiketoimintakonsepti, jonka pohjalta tehdään alustava liiketoimintasuunnitelma ja lähdetään kehittämään liiketoimintamallia. Tässä luvussa avataan liiketoimintakonsepti-käsitettä, käydään läpi liiketoimintamallin suunnittelussa huomioitavat ympäristötekijät ja esitetään kaksi viitekehystä liiketoimintamallin kehittämiseen.

4.1.1 Liiketoimintakonsepti

Internet-sanakirja BusinessDictionary määrittää liiketoimintakonseptin seuraavasti: ”Liiketoimintakonsepti on idea liiketoiminnasta, joka sisältää perustiedot, kuten myytävän tuotteen tai palvelun, asiakassegmentin ja yrityksen keskeiset kilpailutekijät. Liiketoimintakonsepti sisältää uuden tuotteen tai vaikka uuden tavan markkinoida tai toimittaa jo olemassa oleva tuote. Kun konsepti on kehitetty, se sisällytetään liiketoimintasuunnitelmaan.” (BusinessDictionary www-sivut) Hougaard esittää (2004 s. 97) liiketoimintakonseptin olevan myytävää tuotetta olennaisempi osa yrityksen menestyksessä. Se määrittää, missä liiketoiminnassa ja miten yritys on siinä mukana. (Hougaard 2004, s. 15)

Liiketoimintakonsepti pitää sisällään kolme keskeistä dimensiota: asiakasryhmä (Kenelle?), toiminnot (Mitä?) ja teknologia (Kuinka?). Asiakasryhmän valinta vaatii markkinoiden segmentointia. Segmentoiduista asiakasryhmistä valitaan yksi tai useampi ryhmä, joille yritys kohdistaa tuotteensa tai palvelunsa (Kenelle?). Tuotteet ja palvelut joko suorittavat tai auttavat asiakasta suorittamaan haluttuja toimintoja. Teknologia kuvaa sitä, kuinka asiakkaalle tarjotut toiminnot suoritetaan. Esimerkiksi, jos asiakas tilaa kuljetuspalveluita (Mitä?), niin potentiaalisia teknologioita voi olla esimerkiksi juna-, laiva- tai maantiekuljetus (Kuinka?). Markkinat ovat heterogeenisiä ja muuttuvat jatkuvasti. Tämän vuoksi yritykset joutuvat tekemään muutoksia liiketoimintakonseptiinsa. Yrityksellä voi myös olla useampia liiketoimintakonsepteja, joilla palvellaan eri asiakassegmenttejä. (Hougaard 2004, s. 102–103)

Ennen liiketoimintamallin tekemistä kannattaa määrittää liiketoimintakonsepti, joka sisältää vastaukset ainakin Hougaardin (2004) esittämiin kolmeen dimensioon ja kuvaa yrityksen tärkeimmät kilpailutekijät. Alustavan konseptin avulla voidaan arvioida, onko liiketoiminnassa potentiaalia ja kannattaako prosessia jatkaa liiketoimintamallin kehittämiseen.

4.1.2 Liiketoimintamallin ympäristötekijät

Liiketoimintamalleja kehitettäessä kannattaa huomioida liiketoiminnan toteuttamiseen vaikuttavat ympäristötekijät. Ympäristötekijöiden ja niissä tapahtuvien muutosten tiedostaminen auttaa muodostamaan kilpailukykyisempiä ja pitkäikäisempiä liiketoimintamalleja. Jatkuva ympäristötekijöiden arviointi auttaa liiketoimintamallin kehittämisessä ja vähentää toimintaan liittyvää epävarmuutta. Ympäristötekijöitä voi ajatella kehyksenä, johon liiketoimintamalli suunnitellaan. Ne voidaan jakaa suunnittelua ohjaaviin (esimerkiksi uudet asiakastarpeet ja teknologian kehitys) ja rajoittaviin tekijöihin (esimerkiksi lait ja säädökset). (Osterwalder & Pigneur 2010, s. 200) Keskeisiä ympäristötekijöitä ovat teknologian kehittyminen, muutokset asiakastarpeessa, kilpailevat yritykset,

yhteiskunnalliset tekijät sekä muutokset lainsäädännössä (Kuva 12). (Osterwalder 2004, s. 18)



Kuva 11. Liiketoimintamallin ympäristötekijät (Mukaiillen Osterwalder 2004, s. 16)

Teknologian kehittyminen, muutokset teknologiassa ja sen sovelluksissa muuttavat liiketoimintaa jatkuvasti. Teknologian ja varsinkin IT:n käytön yleistymisen liiketoiminnassa on pakottanut yritykset kehittämään nykyisiä liiketoimintamallejaan tai jopa luomaan kokonaan uusia. Internetin ja lisääntyneen tiedonkulun myötä yritykset ovat esimerkiksi joutuneet siirtämään palveluitaan ja liiketoimintaansa digitaaliseen muotoon.

Toinen ympäristötekijä on kilpailevat yritykset. Tämä pitää sisällään nykyiset kilpailijat ja potentiaaliset uudet markkinoille tulijat. Yrityksen kannattaa selvittää, millaisella liiketoimintamallilla kilpailijat toimivat ja kehittää omaa toimintaansa säilyttääkseen kilpailuetunsa.

Kolmantena tekijänä ovat muutokset kysynnässä ja markkinatarpeissa. Muutokset kulutuksessa, muodissa, trendeissä tai myyntituotoissa ovat mahdollisia

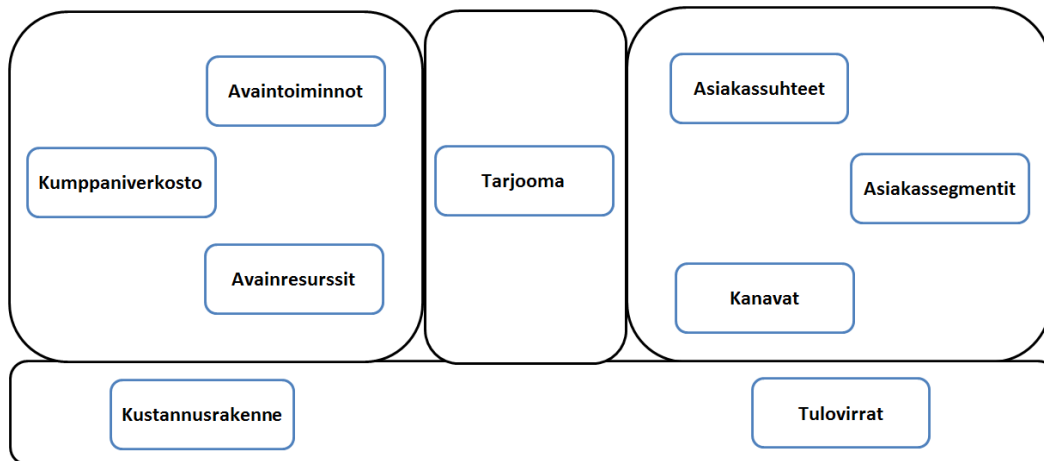
muutoksen aiheuttajia. Esimerkkinä muutoksesta asiakaskysynnässä on siirtyminen lankapuhelimista matkapuhelimiin.

Yhteiskunnalliset ja sosiaaliset tekijät saavat aikaan muutoksia liiketoimintamalleissa. Jos yritys esimerkiksi toimii jollain tapaa epäeettisesti, voivat erilaiset järjestöt alkaa mustamaalata yritystä ja näin huonontaa sen julkisuuskuvaa. Yhteiskunnalliset tekijät vaikuttavat myös asiakkaisiin ja kysyntään.

Lainsäädännölliset tekijät ja muutokset niissä voivat aiheuttaa muutoksia yrityksen liiketoimintamalliin. Esimerkiksi uudet verot voivat nostaa yrityksen lopputuotteen hintaa niin paljon, että se ei ole asiakkaiden mielestä enää houkutteleva vaihtoehto. Myös mahdolliset uudet rajoitukset tai säädökset esimerkiksi mainonnassa, käytettävissä valmistusmenetelmissä tai materiaaleissa vaikuttavat yrityksen toimintaan.

4.1.3 Osterwalderin liiketoimintamalli-kanvaasi

Osterwalder & Pigneur:in mukaan liiketoimintamalli kuvaa, miten organisaatio luo arvoa, toimittaa sitä asiakkaalle ja tuottaa voittoa itselleen. Tutkijat ovat kehittäneet liiketoimintamallille viitekehysten, joka koostuu yhdeksästä eri osasta. Nämä yhdeksän osaa pyrkivät kattamaan liiketoiminnan neljä tärkeintä osa-aluetta, jotka ovat asiakkaat, yrityksen tarjoama, vaadittavat resurssit ja taloudellinen kannattavuus. (Osterwalder & Pigneur 2010, s.15) Viitekehys on esitetty kuvassa 13.



Kuva 12. Liiketoimintamalli-kanvaasi (Mukaiillen Osterwalder & Pigneur 2010, s. 18–19)

Asiakassegmentit määrittävät ne ihmisryhmät tai organisaatiot, joita yritys pyrkii palvelemaan. Sama liiketoimintamalli voi palvella useampaa eri asiakassegmenttiä. Potentiaaliset asiakkaat voidaan jakaa segmentteihin esimerkiksi samankaltaisten asiakasvaatimusten, käytöksen tai muiden ominaisuuksien perusteella. Eri segmenteillä on erilaiset vaatimukset yrityksen tarjoaman suhteen ja yrityksen on päätettävä, mitä segmenttejä se keskittyy palvelemaan. (Osterwalder & Pigneur 2010, s.20–21)

Tarjooma kuvaa sitä tuote- ja palvelukokonaisuutta, jolla yritys tuottaa arvoa valitulle asiakassegmentille. Tarjooma määrittää sen, minkä yrityksen tuotteita ja palveluita asiakas ostaa. Se vastaa kysymykseen: Mitä asiakastarpeita tyydytämme ja miten arvo syntyy? Jokainen tarjooma pitää sisällään tarjottavan kokonaisuuden, jolla valitun asiakassegmentin tarpeet pyritään tyydyttämään. (Osterwalder & Pigneur 2010, s.22–23)

Kanavat kuvaavat, kuinka yritys kommunikoi asiakkaidensa kanssa ja toimittaa heille tarjoamansa arvolupauksen. Kanaviksi voidaan laskea kaikki yrityksen ja asiakkaan väliset kohtaamispisteet. Kanavien tehtävinä on mm. tuoda yritys asiakkaiden tietoisuuteen, mahdollistaa yrityksen tarjoama arviointi, luoda mahdollisuus tarjoaman hankinnalle, toimittaa tarjooma asiakkaalle ja huolehtia

myyntitapahtuman jälkeisistä tukitoimenpiteistä. (Osterwalder & Pigneur 2010, s.26–27)

Asiakassuhteilla esitetään millaisia asiakassuhteita yritys pyrkii muodostamaan. Asiakassuhteet voivat olla esimerkiksi henkilökohtaisia, yhteisöllisiä ja automatisoituja. Yritys voi muodostaa erilaisia asiakassuhteita eri asiakassegmenttien kanssa. (Osterwalder & Pigneur 2010, s.28–29)

Tulovirrat kuvaavat yrityksen ansaintalogiikkaa. Eri asiakassegmenttien tulovirrat voivat muodostua erilaisista komponenteista, kuten esimerkiksi transaktiotuloista, käyttö- ja lisenssimaksuista tai kirjautumismaksuista. Tulovirrat kertovat miten, keneltä ja kuinka paljon yritys saa rahaa. (Osterwalder & Pigneur 2010, s.30–31)

Avainresurssit ovat liiketoimintamallin toiminnan kannalta kriittisimpiä resursseja. Avainresurssit mahdollistavat yrityksen tarjoaman luomisen ja asiakkaalle tarjoamisen. Avainresurssien tyyppi riippuu liiketoimintamallista. Ne voivat olla esimerkiksi fyysisiä kokonaisuuksia (tuotantolinjasto, jakeluverkosto, infrastruktuuri), aineettomia resursseja (tuotemerkki, patentit, asiakastiedot), henkilöstöresursseja (osaaminen ja kokemus) tai taloudellisia resursseja (käteisvarat, tarjottava luotto, osakeoptiot). (Osterwalder & Pigneur 2010, s.34–35)

Avaintoiminnoilla kuvataan toimintoja, joiden suorittaminen on liiketoimintamallin toiminnan kannalta olennaisinta. Näitä toimintoja tarvitaan yrityksen tarjoaman toimittamiseen ja tuotantoon. Samoin, kuten avainresurssit, myös avaintoiminnot riippuvat liiketoimintamallista. Esimerkiksi tehtailta avaintoimintona voi olla tuotantoprosessi ja konsultointiyrityksillä asiakkaiden ongelmien ratkaisu. (Osterwalder & Pigneur 2010, s.36–37)

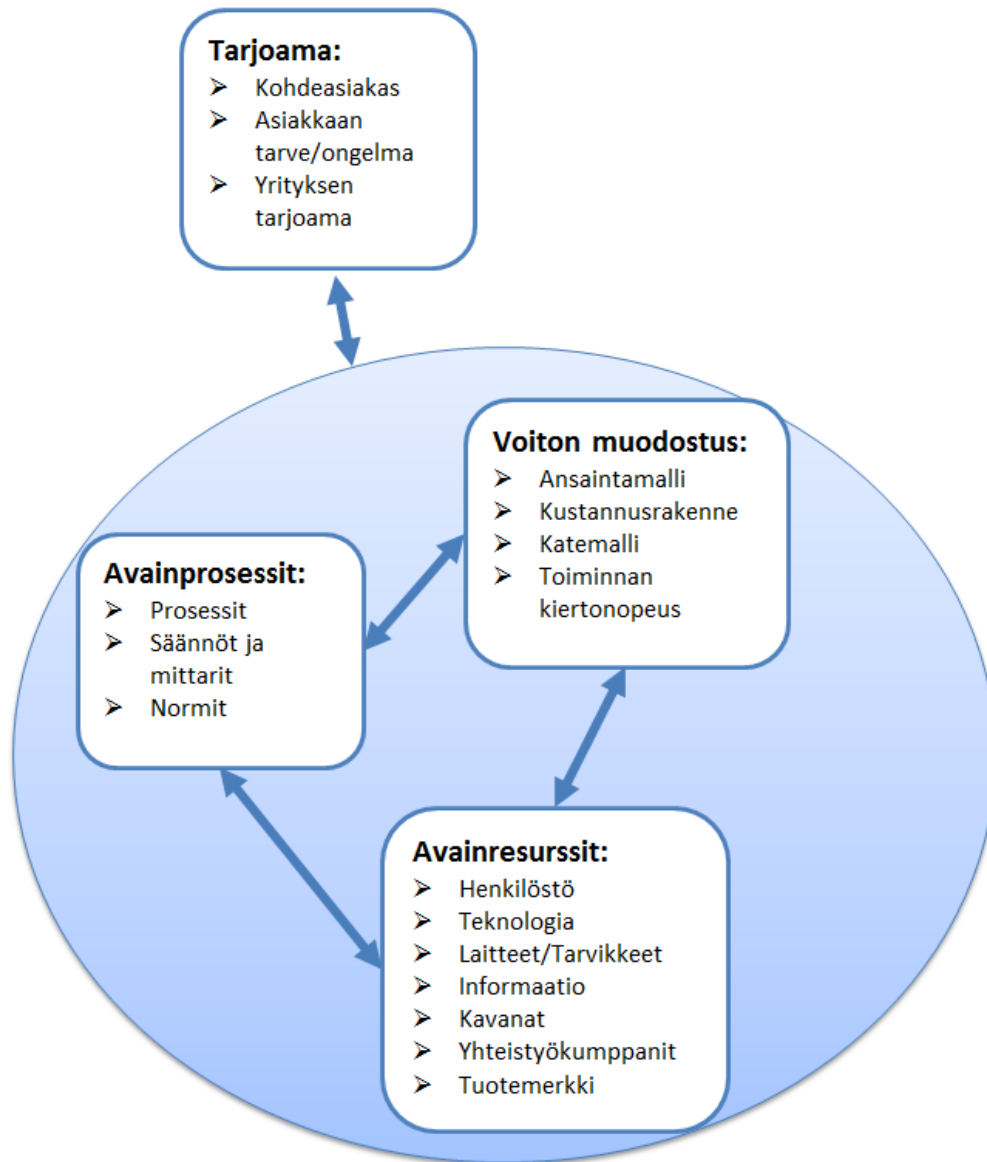
Kumppaniverkostolla tarkoitetaan liiketoimintamallin toiminnan kannalta keskeisten yhteistyökumppaneiden ja tavaratoimittajien verkostoa. Yritykset solmivat yhteistyösopimuksia saavuttaakseen mittakaavaetuja, vähentääkseen

toiminnan epävarmuutta ja riskejä sekä saadakseen käyttöönsä resursseja tai osaamista, jota itseltä ei löydy. (Osterwalder & Pigneur 2010, s.38–39)

Tarjooman tuottamiseen ja toimittamiseen vaadittavien resurssien ja toimintojen pohjalta voidaan määrittää yrityksen kustannusrakenne. Kustannusrakenne pitää sisällään kaikki kustannukset, joita syntyy arvon synnyttämisestä, markkinoinnista ja toimittamisesta asiakkaalle. (Osterwalder & Pigneur 2010, s.40–41)

4.1.4 Johnsonin et al. liiketoimintamalli-viitekehys

Liiketoimintamallin kehittäminen tapahtuu Johnsonin, Christensenin ja Kagermannin (2008) mukaan kolmen askeleen kautta. Ensimmäiseksi selvitetään, miten jokin asiakkaan tarve voidaan tyydyttää, ja miten yritys voi vastata havaittuun mahdollisuuteen. Toinen askel on muodostaa suunnitelma siitä, kuinka yritys aikoo täyttää havaitun tarpeen ja samalla tuottaa voittoa itselleen. Kolmantena askeleena on verrata uutta toimintamallia nykyiseen ja arvioida, kuinka paljon uuden nykyistä mallia tarvitsisi muuttaa. Kun muutostarpeet on tunnistettu, niin yritys voi arvioida, pystyykö se toteuttamaan uuden liiketoimintamallin nykyisellä organisaatiolla vai onko sen perustettava tätä varten uusi yksikkö. (Johnson et al. 2008)



Kuva 13. Liiketoimintamalli-viitekehys (Mukaillen Johnson et al. 2008)

Johnson et al. 2008 esittämä viitekehys liiketoimintamallin kuvaamiseen (Kuva 14) koostuu neljästä pääelementistä, jotka ovat tarjoama, voiton muodostus, avainresurssit ja avainprosessit. Yhdessä toimiessaan nämä neljä elementtiä luovat ja toimittavat arvoa asiakkaalle. (Johnson et al. 2008)

Tärkein liiketoimintamallin elementeistä on yrityksen tarjoama. Se koostuu kohdeasiakkaasta tai asiakassegmentistä, asiakkaan tarpeesta tai ongelmasta ja yrityksen tarjoamasta ratkaisusta asiakkaan ongelmaan. Keskeistä tarjoaman määrittämisessä on asiakkaan ongelman tai tarpeen tunnistaminen ja

ymmärtäminen. Kun yritys ymmärtää asiakkaan tarpeen tai ongelman, voi se alkaa tämän tiedon pohjalta kehittämään prosessia, jolla tämä tarve tai ongelma saadaan ratkaistua. Mitä paremmin yrityksen tarjoama ratkaisu pystyy selvittämään asiakkaan ongelman, sitä todennäköisemmin se syrjäyttää entiset ratkaisut. Tarjoama kannattaa kohdistaa ratkaisemaan vain yksi asiakkaan ongelma parhaalla mahdollisella tavalla. Jos yritys pyrkii ratkaisemaan useita asiakkaan ongelmia samanaikaisesti, jäävät ratkaisut usein keskinkertaisiksi. (Johnson et al. 2008)

Voiton muodostus koostuu yrityksen ansaintamallista, kustannusrakenteesta, katemallista ja toiminnan kiertonopeudesta. Se kuvaa, miten yritys tuottaa arvoa itselleen samalla, kun se toimittaa arvoa asiakkaalle. Yrityksen on arvioitava toiminnan liikevaihto, kustannusrakenne ja tarvittava kate voiton saavuttamiseksi. Näiden lisäksi on huomioita, miten, mitä ja kuinka paljon resursseja tarvitaan tukemaan vaadittavaa tuotantovolyymiä. (Johnson et al. 2008)

Avainresurssit sisältävät ihmiset, teknologian, tuotteet, välineet, informaation, kanavat ja yhteistyökumppanit, joita vaaditaan tarjoaman toimittamiseen asiakkaalle. Avainresurssit eroavat yleisistä resursseista sillä, että tuottavat arvoa yritykselle ja asiakkaille. (Johnson et al. 2008)

Menestyvillä yrityksillä on johdon ja operatiivisen toiminnan resursseja, jotka toiminnallaan tuottavat arvoa, ja joiden määrää voidaan tarvittaessa kasvattaa. Näitä avainprosesseja voi olla muun muassa koulutus, valmistus, suunnittelu tai myynti. (Johnson et al. 2008)

Yllä esitellyt neljä elementtiä muodostavat pohjan liiketoiminnalle. Voiton muodostus ja tarjoama määrittävät yrityksen sekä asiakkaan saaman arvon ja avainprosessit sekä -resurssit taas kuvaavat, mitä sen tuottamiseen ja toimittamiseen vaaditaan. (Johnson et al. 2008)

5 VIITEKEHYS UUDEN TEKNOLOGIAN KAUPALLISEEN HYÖDYNTÄMISEEN

Tässä luvussa käyn läpi yllä olevista teorioista muodostetun viitekehysten uuden teknologian kaupalliseen hyödyntämisen. Aluksi esittelen malliin valitut määritelmät, jonka jälkeen kuvaan itse viitekehysten.

Innovaatiolla tarkoitetaan uuden tuotteen tai teknologian kehittämistä ja sen kaupallista hyödyntämistä. Tämä prosessi sisältää ideoinnin, kehitystyön, kaupallistamisen ja kaupallisen hyödyntämisen. (Trott 2010, s.15) Ideointivaiheessa luodaan alustava tuotekonsepti. Prosessi voi alkaa etsimällä uudelle teknologialle hyödyntämismahdollisuuksia markkinoilta (teknologialähtöinen innovaatio) tai tunnistamalla uusi asiakastarve ja etsimällä teknologia tai menetelmä, jolla siihen voidaan vastata (markkinalähtöinen innovaatio). Kummassakin tapauksessa pyritään yhdistämään teknologian mahdollisuus asiakastarpeen kanssa. (Rothwell 1994)

Näiden pohjalta luodaan tuotekonsepti ja alustava liiketoimintasuunnitelma, joiden avulla arvioidaan idean toteutettavuutta ja taloudellista kannattavuutta. Arvioiden perusteella päätetään, kannattaako ideaa lähteä kehittämään ja kaupallistamaan. Tuotekonseptin määrittämiseen kannattaa panostaa varsinkin teknologialähtöisessä innovaatioissa, jossa lopullinen asiakas tai kehittävä tuote ei välttämättä ole täysin selvillä. Tekemällä hyvä tuotekonsepti, jossa huomioidaan asiakkaan tarve ja arvioidaan toteutuksen taloudellista kannattavuutta, voidaan välttää niin sanottuun kuoleman laaksoon putoaminen (Markham 2002). Konseptoinnissa ja toteutuksen arvioinnissa kannattaa keskittyä siihen, millä tavalla uusi tuote on parempi kuin nykyiset tuotteet. Tuotteen ainutkertaisuus on innovaation tärkein yksittäinen menestystekijä (Cooper 1979, Abetti 2000) Toteutuksen arvioinnissa tulee myös huomioida innovaation kehittämisen ja tuotannon vaatiman teknologian soveltuvuus ja synergia yrityksen nykyisten resurssien kanssa. Pystytäänkö kehitystyö ja tuotanto suorittamaan yrityksen nykyisellä henkilöstöllä, resursseilla ja tuotantolaitoksille? (Cooper 1979)

Kaupallistamisella tarkoitetaan tutkimus- ja tuotekehityshankkeiden tuloksena syntyneiden keksintöjen muokkaamista tuotteiksi ja näiden tuotteiden saattamista markkinoille (Hjelt et al. 2006, s. 3). Kaupallistamisessa tutkimustuloksista kehitetään siis asiakkaan tarpeisiin vastaava tuote, joka sitten tuodaan markkinoille. Kaupallistaminen voidaan siis jakaa kehitystyöhön ja sen tulosten (uusien tuotteiden) lanseeraukseen. Kaupallistamisprosessissa on tärkeää huomioida asiakkaan tarpeet ja varsinkin radikaalilla teknologialähtöisellä innovaatiolla ottaa asiakas mukaan kehitystyöhön (Abetti 2000, Lynn et al. 1996, Herstatt & Lettl 2004, Cooper 1979). Varsinaista kehitystyötä voidaan lähestyä jakamalla se kehittämiseen ja testaukseen. Tuotekonseptin pohjalta kehitetään prototyyppi, jota sitten testataan asiakkaiden kanssa ja kehitetään saadun palautteen perusteella. Palaute voi saada aikaan muutoksia tuotteen toteutuksessa (testaus → kehitystyö) tai jopa konseptissa (testaus → konseptointi). Tämänkaltaista lähestymistapaa suositellaan radikaaleille teknologia-innovaatioille. (Lynn et al. 1996, Herstatt & Lettl 2004) Iteratiivista kokonaisuutta toistetaan, kunnes tuote on valmis markkinoille. Radikaaleilla innovaatioilla tämä vaihe voi kestää jopa 10–20 vuotta ja vaatia pitkäjänteistä teknologian kehittämistä (Veryzer 1998). Tämän jälkeen suoritetaan tuotteen markkinoille tuonti eli lanseeraus. Lanseeraus pitää sisällään tuotteen tunnetuksi tekemiseen ja valmistuksen aloittamiseen vaadittavat aktiviteetit.

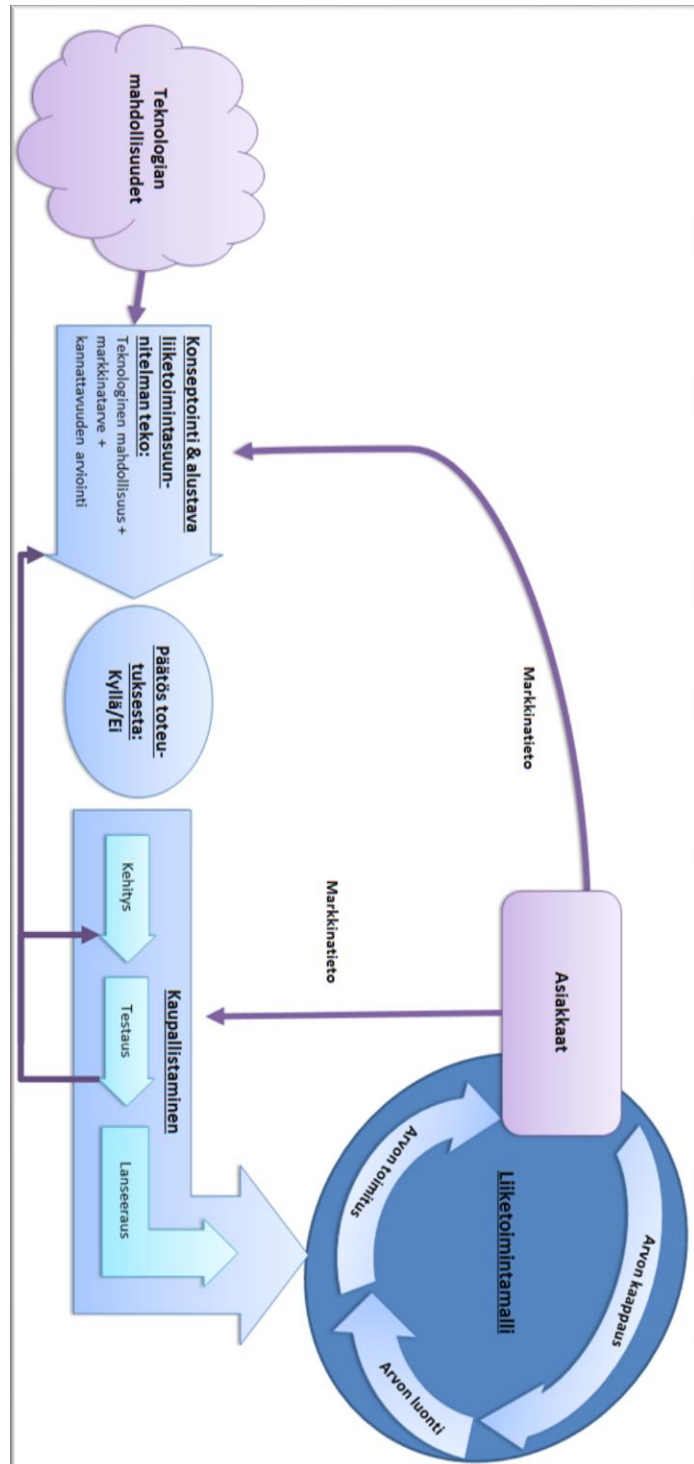
Uuden tuotteen taloudellisen potentiaalin realisointiin vaaditaan liiketoimintamalli. Liiketoimintamalli-termin määritelmät kuvaavat ne elementit ja näiden elementtien väliset suhteet, joita tarvitaan määrittelemään yrityksen harjoittama liiketoiminta (Osterwalder, Pigneur, Tucci 2005). Kaikkien tuotekehitysprojektin yhteydessä tulisi myös kehittää uudelle tuotteelle liiketoimintamalli, joka määrittää, miten arvo toimitetaan asiakkaalle, ja miten yritys hyötyy arvon toimittamisesta. Pelkkä uusi teknologia tai keksintö ei takaa kaupallista menestystä. Hyvä liiketoimintamallin suunnittelu ja implementointi yhdistettynä oikeilla strategisilla analyyseilla ovat välttämättömiä teknologisen innovaation kaupalliselle menestykselle. (Teece 2010)

Koska innovaation määritelmään on sisällytetty keksinnön kaupallinen hyödyntäminen (Trott 2010, s. 15), on liiketoimintamalli osa innovaatioprosessia. Riippuen innovaation tyypistä, yritys voi joko hyödyntää vanhaa liiketoimintamalliaan tai joutua kehittämään uuden. Jos kyseessä on ollut inkrementaali-innovaatio, yritys voi hyödyntää sitä käyttämällä jo olemassa olevaa liiketoimintamallia. Jos taas kyseessä on radikaali- tai semiradikaali-innovaatio, yritys voi joutua määrittämään uuden liiketoimintamallin sen hyödyntämiseksi. (Apilo & Taskinen 2006, s. 15, Davila et al. 2006, s. 39)

Kuvassa 15 on esitetty yllä olevia määritelmiä noudattava viitekehys uuden teknologian kaupalliseen hyödyntämiseen. Prosessi alkaa uuden teknologian mahdollisuuden ja markkinoiden tarpeen yhdistämisellä. Näiden pohjalta määritetään tuotekonsepti, jolle tehdään alustava liiketoimintasuunnitelma. Konseptin liiketoimintapotentiaalın perusteella tehdään päätös toteutuksesta. Tämän jälkeen siirrytään teknologian varsinaiseen kaupallistamiseen.

Kaupallistaminen on jaettu kehitykseen, testaukseen ja lanseeraukseen. Kehitystoimintaan lähdetään suorittamaan tuotekonseptin pohjalta. Ensin tuotteesta kehitetään jonkinasteinen prototyyppi, jota sitten testataan tarvittaessa potentiaalisen asiakkaan kanssa. Testien tulokset analysoidaan ja analyysien perusteella päätetään, onko tuote valmis markkinoille vai tarvitseeko sitä vielä kehittää. Kun mahdolliset kehitystarpeet on tunnistettu, tulee päättää vaatiiko niiden sisällyttäminen tuotteeseen sen nykyisten ominaisuuksien kehittämistä vai muutoksia tuotekonseptiin. Jos muutostarpeet ovat olemassa olevien ominaisuuksien kehittämistä, siirrytään takaisin kehitysvaiheeseen. Jos ne taas ovat uusien ominaisuuksien lisäämistä tuotteeseen, siirrytään takaisin konseptointiin. Siellä tuotekonseptiin tehdään tarvittavat muutokset ja niiden toteutettavuus arvioidaan. Tämän jälkeen tehdään taas päätös kaupallistamiseen siirtymisestä. Kun tuote läpäisee testausvaiheen, siirtyy se lanseerattavaksi. Lanseerauksella tarkoitetaan toimintoja (esim. markkinointia, myyntiä, tuotantoprosessien testausta), joita vaaditaan, että kehitetty tuote pystytään hyödyntämään yrityksen liiketoimintamallissa. Liiketoimintamalli on kuvattu

jakamalla se kolmeen päävaiheeseen, jotka ovat arvo luonti, arvon toimitus ja arvon kaappaus.



Kuva 14. Viitekehys teknologian kaupalliseen hyödyntämiseen

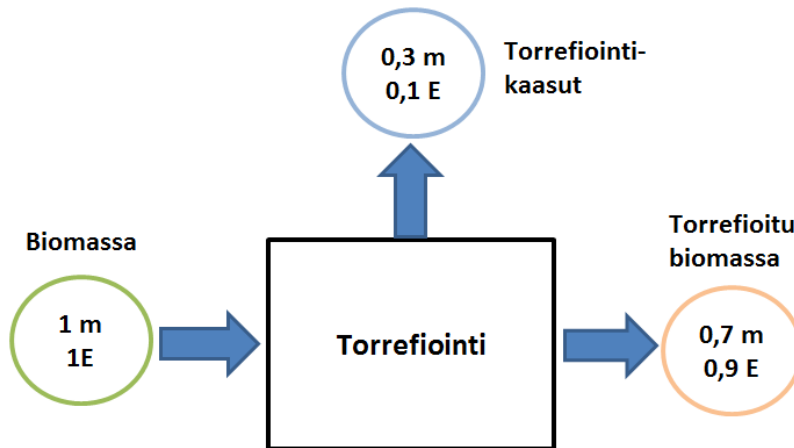
6 CASE 1: TORREFIOINTILAITE LÄMPÖVOIMALAITOKSEN LÄHEISYYTEEN

6.1 Torrefiointi ja TOP-pelletti

Torrefioinnilla eli paahtamisella tarkoitetaan biomassan kevyttä pyrolyysikäsitteilyä, jossa massa kuumennetaan hapettomissa oloissa noin 200–300 °C lämpötilassa. Torrefioinnin avulla voidaan parantaa biomassan lämpöarvoa ja säilyvyyttä. (Agar 2011) Sarvelainen tutki diplomityössään (2011) erilaisten torrefioitujen biomassojen ominaisuuksia ja tuli siihen tulokseen, että puuhakkeen ominaisuudet parantuivat testatuista biomassoista eniten. Tämän ja sekä puuhakkeen hyvän saatavuuden vuoksi keskityn tässä työssä puuhakkeen torrefiointiin. Tässä luvussa käsitelen torrefiointiprosessia, torrefioitun puuhakkeen sekä siitä valmistetun pelletin (TOP-pelletti) ominaisuuksia.

6.1.1 Torrefiointiprosessi

Torrefiointiprosessin lämpötila on 200–300 °C, se suoritetaan hapettomassa tilassa sekä normaalissa ilmanpaineessa. Torrefioinnissa on perinteisesti käytetty alhaista lämmitysnopeutta (alle 50 °C/min) ja suhteellisen pitkää prosessointiaikaa (noin 1 tunti). Prosessin aikana biomassassa tapahtuu osittaista hajoamista ja veden sekä muiden aineiden haihtumista. Kuvassa 16 esitetään keskimääräinen torrefiointiprosessin massa- ja energiatase. Torrefioitu biomassa sisältää keskimäärin noin 70 % biomassan alkuperäisestä painosta ja 90 % sen alkuperäisestä energiamäärästä. (Bergman, Boersma, Zwart, Kiel 2005a)



Kuva 15. Torrefiointin massa- ja energiatase (Mukaiillen Bergman et al. 2005a)

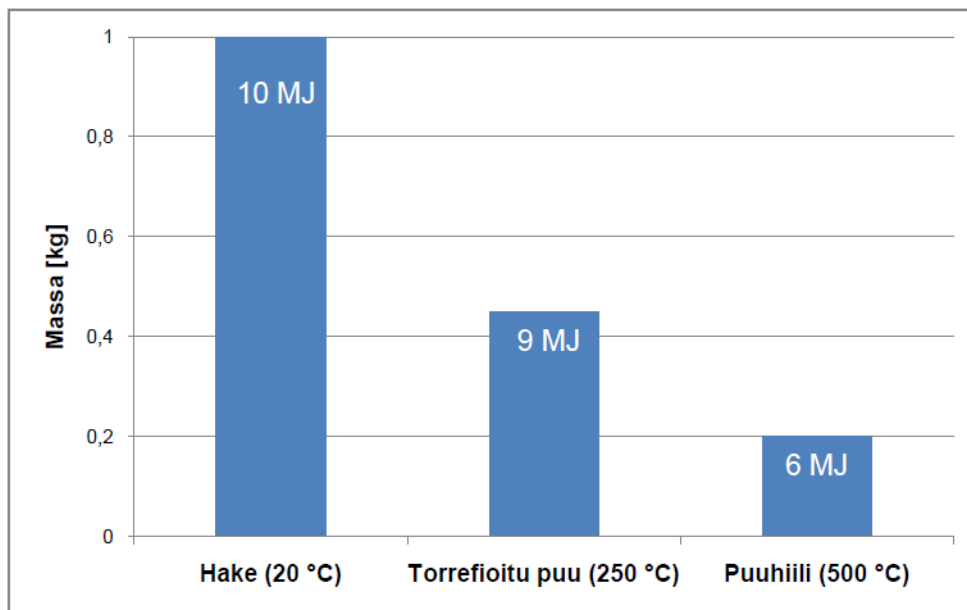
Biomassasta torrefiointissa hävinnyt massa on pääosin vettä, mutta se sisältää myös reaktion sivutuotteita ja kaasuja, jotka ovat suurimmaksi osin hiilidioksidia ja hiilimonoksidia. Torrefiointi kuivattaa biomassan lähes täysin ja sen kosteusprosentti vaihtelee prosessin jälkeen 1-6 % välillä. Biomassasta haihtuu prosessin aikana suhteellisesti enemmän happea ja vetyä kuin hiiltä. Tällöin biomassan energiasisältö kasvaa massayksikkö kohti, koska tuotteessa on suhteessa enemmän palavaa ainesta jalostamattomaan biomassaan verrattuna. (Bergman & Kiel 2005b)

Torrefiointiprosessi voidaan jakaa kolmeen eri päävaiheeseen, jotka ovat biomassan kuivaus, torrefiointi ja biomassan jäähdytys. Kuivauksessa biomassaan johdetaan lämpöä, jolloin siitä haihtuu vettä ja sen kosteusprosentti pyritään tilanteesta riippuen laskemaan noin 5-10 prosentin välille. Jos biomassa on alun perin riittävän kuivaa, ei sen erilliselle kuivaukselle ole tarvetta. Suurin osa nesteestä haihtuu kuivauksen aikana. Varsinainen torrefiointi alkaa, kun biomassan lämpötila ylittää 200 °C ja loppuu, kun se taas laskee alle 200 celsiusasteen. Tässä vaiheessa biomassasta haihtuu loput nesteestä ja torrefiointikaasut. Viimeisenä vaiheena on biomassan jäähdytys, jossa torrefioitun biomassan lämpötila lasketaan haluttuun pisteeseen jatkokäsittelyä tai varastointia varten. (Bergman et al. 2005a)

6.1.2 Torrefioidun puun ominaisuudet

Biomassan eri ominaisuudet paranevat merkittävästi torrefioinnin avulla ja näin myös polttoaineen laatu paranee. Torrefioitu puu on ominaisuuksiltaan käsittelemättömän puun ja puuhiilen välissä. Torrefioinnilla voidaan parantaa puuhakkeen lämpöarvoa, säilyvyyttä, jauhettavuutta ja saada aikaan entistä tasalaatuisempaa polttoainetta. (Agar 2011)

Torrefioinnin avulla voidaan kasvattaa biomassan energiatiheyttä, koska prosessissa massa pienenee enemmän kuin energiasisältö. Kuten kuvasta 17 nähdään, yhdestä kilosta puuhaketta saadaan noin 0,45 kiloa torrefioitua puuta tai 0,2 kiloa puuhiiltä. Vaikka puuhiilen energiasisällöksi voidaan saada noin 30 MJ/kg, niin menetetään valmistusprosessin aikana noin 40 % raaka-aineen alkuperäisestä energiasta. Torrefioinnissa raaka-aineen alkuperäisestä energiasta menetetään vain 10–20 %. Tämän vuoksi ei aina ole kannattavaa jalostaa haketta puuhiileksi asti. (Riikilä 2010)



Kuva 16. Prosessilämpötilan vaikutus puun energiasisältöön (Riikilä 2010)

Puun kuumentaminen yli 160 celsiusasteen lämpötilaan saa aikaan muutoksia sen rakenteessa ja puu alkaa hylkiä vettä. (Hakkou et al. 2005) Toisin kuin

käsittlemätön puu, torrefioitu puu hylkii vettä ja on käytännössä lahoamatonta. (Bergman 2005c) Torrefioidun hakkeen jauhautuvuus on huomattavasti käsittlemätöntä haketta parempaa. Sarvelaisen (2011) suorittamissa kokeissa torrefioidun hakkeen jauhaminen vaati noin puolet vähemmän sähköenergiaa kuin käsittlemättömän hakkeen jauhaminen.

6.1.3 TOP-pellettien tuotanto ja ominaisuudet

Torrefioitujen (TOP) pellettien valmistusprosessi on esitetty pääpiirteittäin kuvassa 18. Torrefioinnin jälkeen hake jauhetaan, tiivistetään ja jäähdytetään. Torrefioidun puun pelletöinnissä haasteita aiheuttaa raaka-aineen pölyäminen ja helppo jauhautuminen. Torrefioitu puu on helppo jauhaa, mutta sen tiivistäminen pelleteiksi voi olla haasteellista ja prosessissa saatetaan joutua käyttämään ylimääräistä sideainetta. Jos torrefioitu raaka-aine on tasalaatuista ja valmistettu sopivassa lämpötilassa, voidaan pelletöinti suorittaa myös ilman ylimääräistä sideainetta. (Obernberger & Thek 2010, s. 105–106)



Kuva 17. TOP-pellettien valmistusprosessi (Bergman 2005c)

Taulukosta 1 nähdään, että TOP-pelletin lämpöarvo ja tiheys ovat huomattavasti suurempia kuin puupelletillä. TOP-pelleteillä on myös pienempi kosteusprosentti ja ne kestävät kosteutta merkittävästi paremmin kuin perinteiset pelletit, jotka hajoavat alkuperäisiksi partikkeleiksi ollessaan kosketuksissa veden kanssa. TOP-pelletit eivät myöskään lahoa tai homehdu. Tehdyissä murskaustesteissä TOP-pelletit kestivät 1,5-2 -kertaista painetta ennen hajoamista verrattuna puupelletteihin. Yllä mainittujen seikkojen vuoksi TOP-pellettien käsittely, kuljetus ja varastointi ovat selvästi kannattavampia kuin perinteisillä puupelletteillä. (Bergman 2005c) Tällä hetkellä kaupallisia sovelluksia torrefioidun biomassan pelletöintiin ei ole myynnissä. Yritykset ja tutkimuslaitokset ovat

valmistaneet demolaitteita omiin testeihinsä. Ensimmäiset kaupalliset sovellukset voivat tulla myyntiin jo vuoden 2013 loppupuolella. (Hiltunen 2013)

	Puu (hake)	Torrefioitu biomassa	Puupelletit	TOP-pelletit
Kosteus [%]	35	3	7	1
Tehollinen lämpöarvo [MJ/kg] (kosteaa)	10,5	19,9	16,2	21,6
Tehollinen lämpöarvo [MJ/kg] (kuiva)	17,7	20,4	17,7	22,7
Tiheys [kg/m ³]	550	230	650	850

Taulukko 1. Käsittlemättömän ja torrefioidun puun ominaisuuksien vertailua (mukaillen Bergman 2005c)

6.2 TOP-pellettien ja torrefioidun hakkeen potentiaaliset asiakkaat

TOP-pellettejä voidaan käyttää kaikissa lämpölaitoksissa ja voimaloissa, missä käytetään perinteisiä pellettejä. Erityisen hyvin torrefioidut pelletit tai torrefoitu hake sopivat käytettäväksi hiilivoimaloissa. Perinteisillä pelleteillä voidaan tuottaa 15 % hiilivoimalan energiasta ilman suuria lisäinvestointeja. TOP-pelleteillä tai torrefioidulla hakkeella vastaava luku voi olla jopa 50 %. Tämän lisäksi TOP-pellettien varastointi ja käsittely eivät vaadi ylimääräisiä investointeja, vaan niitä voidaan varastoida ja käyttää kivihilen seassa. (Flyktman, Kärki, Hurskainen, Helynen & Sipilä 2011, s. 6)

Pellettilämmitys Suomessa on käytössä noin 25 000 pientalokohteessa ja 1000 suuremmissa rakennuksissa tai pienessä lämmitysverkossa. (Tuohiniitty 2011) Esimerkiksi keskikokoinen pellettilämmityksellä toimiva uusi omakotitalo (125 neliometriä) kuluttaa noin 3,4 tonnia, rivitalo (425 neliometriä) 11,5 ja teollisuushalli (1000 neliometriä) 23,4 tonnia perinteisiä pellettejä vuodessa. Varastosäiliö on usein mitoitettu niin, että täydennysvälinä on useampi kuukausi tai jopa yli vuosi. (Puhakka, Alanen, Kokkonen, Nalkki Rousku 2003, s. 15). Helsingin Energia on aloittanut yhteistyökumppaniensa kanssa tutkimushankkeen, jossa selvitetään torrefioidun biomassan soveltuvuutta kivihililaitosten rinnakkaispoltoaineeksi. Lisäksi tutkitaan, kuinka paahdettu biomassa kuljetetaan, varastoidaan, jauhetaan ja syötetään kivihilen pölypolttokattilaan

Salmisaaren ja Hanasaaren voimalaitoksilla. Selvitykset tulevat valmistumaan vuoden 2013 aikana. (Helsingin Energia 2013)

Pelletit voivat myös toimia lämpölaitoksen varajärjestelmän polttoaineena. (Puhakka et al. 2011 s. 25) TOP-pelletit sopivat tähän perinteisiä pellettejä paremmin niiden hyvän säilyvyyden ja korkeamman energiantiheyden vuoksi. TOP-pelletit eivät vaadi kosteudelta eristettyä varastotilaa niiden vettä hylkivien ominaisuuksien vuoksi. TOP-pellettien energiantiheys on noin 30 % (taulukko 1) suurempi kuin perinteisten pellettien, jonka vuoksi niitä ei tarvitse varastoida yhtä suuria määriä.

Suomessa tuotetaan vuosittain enemmän pellettejä kuin kulutetaan. Omasta käytöstä ylijäävät pelletit myydään pääosin Ruotsiin, Tanskaan ja Iso-Britanniaan. Pellettien vientihintojen laskun vuoksi Suomesta ulkomaille myytävien pellettien määrä on laskenut viime vuosina. (Tuohiniitty 2011) Pellettejä tuotettiin Suomessa vuonna 2012 252 000 tonnia ja käytettiin 196 000 tonnia. (Metsälehti 2013) Työ- ja elinkeinoministeriön kansallisessa energia- ja ilmastostrategiassa (2013 s. 39) oletetaan pellettien osuuden Suomen energian kulutuksesta kasvavan nykyisestä 0,8 TWh:sta puolitoistakertaiseksi (1.2 TWh) vuoteen 2025 mennessä. Valtio pyrkii myös tukemaan pellettien käyttöä lämmityksessä ja energiantuotannossa, jotta saavutettaisiin tavoitteena oleva uusiutuvan energian osuus (38 %) koko energiantuotannosta vuoteen 2020 mennessä. (Työ- ja elinkeinoministeriö 2013, s. 5)

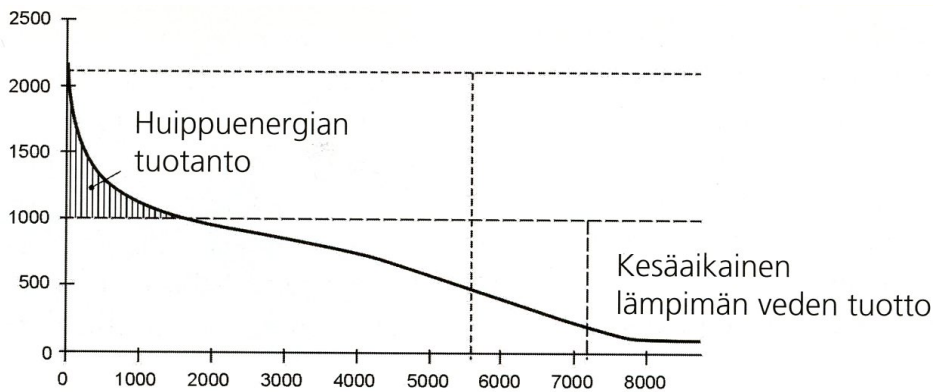
6.3 Lämpövoimalaitokset & lämpöyrittäminen

Lämpöyrittäjän liikeidea on tuottaa lämpöä hankkimallaan polttoaineella ja myydä tuotettu lämpö asiakkaalle. Lämpöyrittäjän toimenkuvaan kuuluu myös lämmöntuottamiseen käytettävien laitteiden huoltotoimenpiteet ja valvonta. Lämmönostajan omistaessa lämmöntuottamiseen tarvittavat laitteet maksaa lämmönostaja lämpöyrittäjälle tuotetusta energiasta. Hinnassa on yleensä huomioitu laitoksen huollosta, korjauksesta ja valvonnasta aiheutuneet

kustannukset. Lämpöyrittäjän omistaessa lämmöntuottamiseen tarvittavat laitteet, maksaa lämmönostaja tavalla tai toisella lämpöyrittäjälle laitteiston investointikustannukset. (Sauvula-Seppälä 2010)

Tällä hetkellä Suomessa on lämpöyrittäjien hoitamia lämpöyrityskohteita lähes 500 ja toiminta kehittyä voimakkaasti. Noin kolmasosa laitoksista on aluelämpölaitoksia ja loput ovat pääasiassa kiinteistökohtaisia laitoksia. (Motiva 2013) Kaakkois-Suomessa on tällä hetkellä 18 metsäenergiaa käyttävää voimalaitosta, joista 5 on suurempia voimalaitoksia ja 13 pienempiä lämpölaitoksia. (Laihanen, Karhunen, Ranta 2011, s. 17)

Lämmityksen kokonaistehon tarvetta voidaan kuvata käyrällä, jossa vaakakselilla ovat vuoden tunnit ja pystyakselilla kunakin tuntimääränä tarvittu lämmitysteho. Kuvasta 19 näkyy, että suuren tehon tarve on lyhytaikainen. Tämän vuoksi kiinteän polttoaineen kattilaa ei normaalisti mitoiteta järjestelmän huipputeholle, vaan noin puolelle siitä. Näin mitoitettulla kattilalla voidaan tuottaa noin 85 % vuoden energiasta. Hakekattilan rinnalle hankitaan yleensä öljy- tai pellettikattila varajärjestelmäksi ja kylmimmän ajan huipputehon tuottajaksi. Varakattilaa käytetään myös kesäaikana, kun hakekattila on huollon tai pienen lämmön tarpeen vuoksi pois käytöstä. (Puhakka et al. 2001 s. 25) Ongelmia lämmityksessä aiheuttaa myös kevät ja syksy, jolloin asiakkaiden lämmöntarve voi vaihdella runsaasti vuorokauden sisällä. Yöllä lämpötila voi laskea esimerkiksi -15 °C ja päivällä nousta +10 celsiusasteeseen. Kun lämmöntuotto joudutaan sopeuttamaan näin suurelle vaihteluvälille, niin hukkalämpöä syntyy väistämättä. (Rousku 2013)



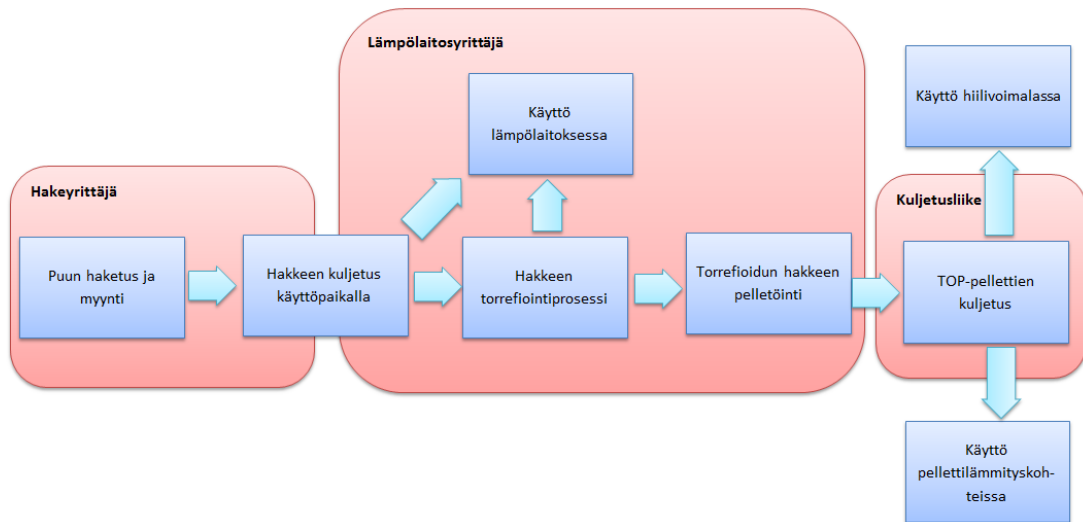
Kuva 18. Lämpölaitoksen tehon pysyvyyskäyrä (Puhakka et al. 2001 s. 25)

Yleisin varajärjestelmä on polttoöljyä käyttävä kattila. Joissain suuremmissa tuotantolaitoksissa on vielä käytössä raskaalla polttoöljyllä toimiva kattila, mutta lämpöyrittäjäkoluokassa öljykattilat käyttävät lähinnä kevyttä polttoöljyä. (Ylä-Mattila 2011) Kevyen polttoöljyn hinta oli lämmöntuotannossa joulukuussa 2012 noin 90 €/MWh ja puupelletin 45,3 €/MWh. Metsähakkeen hinta taas oli samaan aikaan 19,48 €/MWh. Kaikki hinnat on ilmoitettu ilman arvonlisäveroa. (Tilasto: Energian hinnat 2013) Raskaan polttoöljyn hinta oli samaan aikaan noin 69 €/MWh (Koskelainen 2012). Varajärjestelmän käyttämän polttoaine on merkittävästi kalliimpaa kuin metsähake. Tämän vuoksi lämpöyrittäjän on kannattavaa pyrkiä tuottamaan mahdollisimman paljon tarvitusta energiasta hakekattilalla.

6.4 Liiketoimintakonsepti

Liikeideana on rakentaa torrefiointilaitos lämpövoimalaitoksen välittömään läheisyyteen. Tällöin hakkeen kuivauksessa ja torrefiointiprosessissa voidaan hyödyntää lämpökattilasta tulevaa hukkalämpöä. Torrefiointia voidaan tehdä myös pienemmän lämmöntarpeen aikana, jolloin kalliin lämpökattilainvestoinnin käyttöaika saadaan kohotettua. Torrefiointilaitteiston avulla pystytään tuottamaan torrefioitua haketta, jota voi käyttää sellaisenaan tai tiivistää kuljetuksia varten pelletöimällä. Torrefioitu hake voidaan käyttää lämpölaitoksessa tai hiilivoimalassa. Pelletöinnin jälkeen TOP-pelletit myydään

pellettejä käyttäville voima- tai lämpölaitoksille ja hiilivoimaloille. Liiketoimintakonsepti on esitetty kuvassa 19.



Kuva 19. Yhdistetty lämmöntuotanto ja TOP-pelletin valmistus

Hiilivoimaloille ja niitä hoitaville energiayhtiöille tarjotaan mahdollisuus pienentää hiilidioksidipäästöjä ja korvata osa fossiilisista polttoaineista uusiutuvalla sekä kotimaisella polttoaineella. Pellettilämmittäjille TOP-pelletit ovat ominaisuuksiltaan perinteistä pellettiä laadukkaampaa polttoainetta, jolla voidaan korvata perinteisiä puupellettejä.

6.5 Liiketoimintamalli kanvaasin mukaan

Tässä luvussa määritän liiketoimintamallin edellä kuvatun liiketoimintakonseptin pohjalle. Liiketoimintamallin suunnittelussa on käytetty viitekehystenä Osterwalderin & Pigneurin esittämää liiketoimintamalli-kanvaasia.

6.5.1 Asiakassegmentti

TOP-pellettien potentiaaliset asiakkaat voidaan jakaa kahteen ryhmään, jotka ovat perinteisiä pellettejä käyttävät lämmityskohteet ja -laitokset sekä hiilivoimalat. Kun torrefiointilaitos yhdistetään lämpövoimalaitoksen kanssa, niin tulee myös

huomioida lämpölaitosyrittäjän saamat synergiaedut ja potentiaalinen torrefioidun materiaalin oma käyttö. Asiakassegmenttejä tässä liiketoimintamallissa on kolme: hiilivoimalat, perinteisten pellettien käyttäjät ja lämpölaitosyrittäjä. Segmentointi on tehty sen perusteella, mitä TOP-pelletillä korvataan. Suuremmissa voimaloissa TOP-pellettiä voi käyttää kivihiilen sijasta ja pienemmissä lämmityskohteissa se toimii vaihtoehtona perinteiselle puupelletille.

Hiilivoimalat ovat potentiaalisin asiakassegmentti TOP-pelletille. Energiayhtiöt etsivät tapoja kasvattaa uusiutuvan energian käyttöä ja vähentää hiilidioksidipäästöjä sekä fossiilisten polttoaineiden kulutusta. TOP-pellettiä pystytään polttamaan tehokkaasti kivihiilen kanssa, niiden samankaltaisten ominaisuuksien vuoksi. TOP-pelletti ei myöskään vaadi erillistä varastotilaa tai uutta käsittelykalustoa, vaan sitä voidaan säilyttää kivihiilen seassa. TOP-pelletit ovat kotimainen ja hiilineutraali vaihtoehto kivihiilelle.

Perinteisten pellettien käyttäjät voivat käyttää TOP-pellettiä samalla tavoin kun perinteistä puupellettiä. TOP-pelletti on ominaisuuksiltaan selvästi perinteistä puupellettiä parempaa polttoainetta ja sitä voidaan käyttää ilman muutoksia nykyiseen lämmityslaitteistoon.

Lämpölaitosyrittäjä voi käyttää torrefioitua haketta omassa tuotannossaan. Hyvän säilyvyyden ja vettä hylkivien ominaisuuksien vuoksi torrefioitua haketta voidaan käyttää ”varmuusvarastona”, jos hakkeen saatavuudessa ilmenee ongelmia. Jos lämpölaitoksen varajärjestelmänä on pellettikattila, soveltuu TOP-pelletti ominaisuuksiensa puolesta normaalia pellettiä paremmin varajärjestelmän polttoaineeksi.

6.5.2 Tarjoama

Hiilivoimaloille tarjotaan hyvälaatuista uusiutuvaa energialähdettä korvaamaan kivihiihtä. TOP-pellettiä voidaan polttaa ja varastoida kivihiilen seassa ilman lisäinvestointeja varastotiloihin tai käsittelykalustoon. Nykyisissä hiilivoimaloissa

TOP-pellettiä voidaan polttaa kivihiilen seassa jopa 50 % polttoaineen kokonaismäärästä. Kotimaisen TOP-pelletin keskeiset edut kivihiilen korvaajana:

- Hiilineutraali energianlähde → energiayhtiö säästää päästökaupankäynneissä
- Uusiutuva energianlähde → Energiayhtiö lähempänä EU:n asettamia tavoitteita uusiutuvan energian käytöstä
- Kivihiltä pienempi tuhkapitoisuus (Alakangas 2000, s. 38 & s. 130) → puhtaampaa polttoainetta, lämpökattilan huoltotarve pienenee
- Kivihiltä pienempi rikkipitoisuus (Alakangas 2000, s. 35 & s. 131) → puhtaampaa polttoainetta, lämpökattilan huoltotarve pienenee
- Kotimainen polttoaine

Hiilivoimaloissa kivihiltä voidaan korvata myös perinteisellä puupelletillä. Alla on esitetty TOP-pelletin edut verrattuna perinteiseen puupellettiin hiilivoimalakäytössä:

- Parempi säilyvyys. Toisin kuin perinteistä pellettiä, TOP-pellettiä voidaan varastoida vettä hylkivien ominaisuuksiensa vuoksi kivihiilen seassa.
- Käyttö ei vaadi lisäinvestointeja tai erillisiä tiloja hiilivoimalassa.
- Suurempi energiatiheys. TOP-pelletin kuljettaminen on taloudellisempaa, koska samassa tilavuudessa saadaan toimitettua enemmän energiaa.
- Parempi jauhautuvuus. Hiilivoimaloissa polttoaine jauhetaan ennen polttamista pölypolttokattilassa (Laitila et al. 2010, s. 84). TOP-pelletin jauhaminen vie huomattavasti vähemmän energiaa kuin perinteisellä pelletillä.
- Voidaan käyttää huomattavasti suurempia määriä kivihiilen seassa.

Perinteisten pellettien käyttäjille myydään kotimaista ja paikallisesti tuotettua polttoainetta. TOP-pelletillä on lämmityskäytössä seuraavia etuja perinteiseen pellettiin verrattuna.

- Suurempi energiatiheys eli täydennyksiä pellettivarastoon ei tarvitse tehdä yhtä usein kuin puupelletillä. Tilausväli kasvaa ja täydennystilausten määrä pienenee, jolloin pellettien käyttäjä säästää tilaus- ja toimituskustannuksissa.
- Säilyvyys ja vettä hylkivät ominaisuudet. TOP-pelletit eivät hajoa, vaikka varastotilaan pääsisi pieniä määriä kosteutta.
- Kotimainen ja paikallisesti tuotettu polttoaine

Lämpölaitosyrittäjälle liiketoimintamalli tarjoaa synergiaetuja torrefioinnin ja lämmöntuotannon yhdistämisestä sekä potentiaalista torrefioidun puumassan käyttöä energiantuotannossa.

Tuotannon synergiaedut:

- Lämpökattilan käyttöaikaa saadaan kasvatettua ja kattilan tehokäyrää tasattua epätasaisen lämmöntarpeen aikana.
 - Lämpöä torrefiointiprosessiin pienen lämmön tarpeen aikana (kesä)
 - Lämpöä torrefiointiprosessiin epätasaisen lämmöntarpeen aikana (kevät & syksy)
- Varajärjestelmän käyttötarve pienenee → polttoainekustannukset energiayksikköä kohden laskevat, koska varajärjestelmän käyttämä polttoaine on metsähaketta selvästi kalliimpaa.

Torrefioidun puumassan oma käyttö:

- Torrefioinnin avulla voidaan ehkä parantaa huonolaatuisen puumateriaalin laatua. Esimerkiksi torrefioidusta kantomateriaalista voidaan ehkä erotella maa-aines helpommin kuin tuoreesta. Torrefioinnin avulla on ehkä mahdollista lisätä huonolaatuisen polttoaineen, kuten esimerkiksi kantojen, käyttöä.

- Lämpölaitosyrittäjä voi pitää torrefioitua puuta ”varmuusvarastona”, jos metsähakkeen saatavuudessa tulee ongelmia. Torrefioitu hake sopii tähän käsittelemätöntä haketta paremmin sen paremman säilyvyyden vuoksi.
- Jos lämpölaitoksen varajärjestelmänä on pellettikattila, TOP-pellettiä voidaan käyttää sen polttoaineena.

6.5.3 Asiakassuhteet

Hiilivoimaloiden kanssa asiakassuhteet ovat pitkäkestoisia. Yrittäjä tekee sopimuksen energiayhtiön kanssa TOP-pelletin myynnistä ja hinnasta. Kun TOP-pellettiä on valmistettu myytävän määrän verran (rekkakuorma), niin yrittäjä ilmoittaa energiayhtiölle puhelimitse tai sähköpostilla, että toimituserä on valmiina. Energiayhtiöltä tulee ilmoitus toimituksen vastaanotosta, jonka jälkeen kuljetusliike hakee TOP-pellettierän yrittäjältä ja toimittaa sen hiilivoimalaan. Koska pääasiallinen polttoaine hiilivoimaloissa on kivihiili ja käytettävät volyymit ovat suuria, ei pienen mittakaavan TOP-pellettilämmittämisen tuotanto ole kriittisiä voimalalle, jonka vuoksi yrittäjän ei tarvitse sitoutua säännöllisiin toimituksiin. Jos esimerkiksi Hanasaaren voimalassa korvattaisiin 30 % kivihiilestä TOP-pelletillä, tarkoittaisi tämä noin 300 000 tonnia pellettiä vuodessa ja 15–21 rekkakuormallista päivässä (Martikainen 2013).

Lähialueella olevien **perinteisten pellettien käyttäjien** kanssa pyritään myös pitkäkestoisiin asiakassuhteisiin. Yrittäjä selvittää lähialueen pellettilämmittäjät, ottaa heihin yhteyttä ja tarjoaa TOP-pellettiä vaihtoehtona perinteiselle puupelletille. Kiinteistöjen pelletinkulutus ja täydennysväli pystytään arvioimaan karkeasti lämmitettävien neliöiden perusteella. Kun ensimmäinen täydennys on tehty, niin yrittäjä kirjaa päivämäärän ylös ja tarjoaa uutta täydennystä muutama kuukausi ennen odotettua varastojen tyhjenemistä.

Lämpölaitosyrittäjä ja tämän mahdollisesti palkkaama henkilö hoitaa torrefiointilaitetta ja torrefioidun massan pelletöintiä, joten tämän asiakassegmentin asiakassuhteita ei tarvitse huomioida.

6.5.4 Kanavat

Pellettejä myydään suoraan yrityksen varastosta irtomyyntinä. Tässä mallissa lämpölaitosyrittäjän ei tarvitse pakata pellettejä ja investoida pakkauskalustoon ja materiaaliin. Pellettiauto tekee kuorman yrityksen varastosta ja toimittaa pelletit yhden tai useamman asiakkaan varastoon. Toimitusten ja asiakkaiden lukumäärä on liiketoimintamallissa niin pieni, että erillisille yrityksen ja asiakkaiden välisille sähköisille järjestelmille ei ole tarvetta.

Hiilivoimalaan pelletit kuljetetaan maantiekuljetuksena tai mahdollisuuksien mukaan yhdistettynä maantie- ja rautatiekuljetuksena. Logistiikkapalvelut ostetaan kuljetusyritykseltä. Lähimmät potentiaaliset asiakkaat Kaakkois-Suomessa sijaitsevalle TOP-pellettituotannolle sijaitsevat pääkaupunkiseudulla. Helsingin Energialla on hiilivoimalat Hanasaassa ja Salmisaassa sekä Vantaa Energialla Martinlaaksossa. Koska potentiaalisia asiakkaita on vain muutama, yhteydenpito ja tuotteiden myynti sekä markkinointi hoidetaan puhelimitse tai sähköpostilla.

Perinteisten pellettien käyttäjille pelletit kuljetetaan pellettiautolla, joka käy lastaamassa kuorman yrityksen varastosta ja jakaa kuorman yhdelle tai useammalle asiakkaalle riippuen tilauksien määrästä ja asiakkaiden varastojen koosta. Logistiikkapalvelut ostetaan kuljetusyritykseltä. Yrittäjä myy tuotteitaan lähialueen pellettilämmittäjille (noin 100 km säteellä). Asiakkaille lähetään tietoa TOP-pelleteistä ja niiden eduista, joko kirjepostina tai sähköpostilla, jonka jälkeen yrittäjä ottaa yhteyttä puhelimitse ja tarjoaa tuotettaan. Jos asiakkaalla on omaa kuljetuskalustoa, hän voi hakea tarvittavan määrän TOP-pellettejä suoraan tuotantolaitokselta ennalta sovittuna aikana.

6.5.5 Avaintoiminnot

Yrityksen avaintoiminnot muodostetaan yrityksen tarjoaman ja palvelutarpeiden mukaisesti. Mitä toimintoja vaaditaan tarjoaman toteuttamiseen ja asiakastarpeisiin vastaamiseen? Avaintoiminnot tässä liittyvät tässä liiketoimintamallissa TOP-pelletin valmistusprosessiin, sen tehokkuuteen ja toimintavarmuuteen.

- Raaka-aineen hankinta
- Torrefiointi ja torrefioidun hakkeen pelletöinti
- TOP-pellettien markkinointi ja myynti

Raaka-aineen saatavuus on varmistettava ennen toiminnan aloittamista. Sivutoiminen TOP-pellettien tuotanto lisää hakkeen tarvetta merkittävästi. Yrittäjän on varmistettava, että toimittajat pystyvät vastaamaan lisääntyneeseen kysyntään, ja että yrittäjällä on riittävästi tiloja sekä kalustoa kasvaneiden raaka-ainemäärien käsittelyyn.

Torrefiointi ja torrefioidun hakkeen pelletöinti ovat keskeisimmät prosessit, joilla yritys tuottaa asiakkaille arvoa. Näillä tuotetaan asiakkaille myytävä tuote eli TOP-pelletti. Nämä prosessit, niiden integrointi keskenään sekä lämmöntuotannon kanssa, tulee suorittaa mahdollisimman tehokkaasti.

TOP-pellettien markkinointi ja myynti ovat myös yrityksen avaintoimintoja. Asiakkaiden on oltava tietoisia TOP-pelletin eduista ja saatavuudesta. Lämpölaitosyrittäjällä ei välttämättä ole aikaa tai osaamista tuotteiden markkinoinnin tai myynnin suorittamiseen. Jos näin on, tulee yrittäjän harkita markkinoinnin tai myynnin ulkoistamista. Markkinoinnin ja myynnin merkitys kasvaa, kun pellettejä myydään perinteisten pellettien käyttäjille. Tässä asiakassegmentissä on useita pieniä asiakkaita ja TOP-pelletin edut verrattuna perinteiseen pellettiin eivät ole yhtä selkeitä kuin hiilivoimalakäytössä.

6.5.6 Avainkumppanit

Tärkeimmät yhteistyökumppanit ovat raaka-ainetoimittajat ja lopputuotteen jakelun hoitava kuljetusliike. Muita yhteistyökumppaneita ovat laitevalmistajat (lämpökattila, torrefiointilaitteisto, pelletöintilaitteisto) ja huoltoyritykset.

Laitevalmistajat eivät usein ehdi reagoimaan laitteissa ilmenneisiin vikoihin, joten yrittäjä joutuu tekemään pieniä korjauksia itse tai turvautumaan lähialueen yrityksiin. Osaamista tarvitaan muun hydrauliiikasta, sähköasennuksista ja erilaisista metallitöistä. Huoltoverkosto ja -valmius ovat järjestettävä niin, että potentiaaliset häiriöt, laiterikot tai muut viat saadaan nopeasti korjattua, eikä lämmöntuotanto pääse kärsimään. Torrefiointiprosessin toiminta ei ole yhtä kriittistä kuin lämmöntuotannon, joten sen huollontarve ei ole ongelmien ilmaantuessa yhtä akuutti. Esimerkiksi 24 tunnin katko torrefiointiprosessissa ei aiheuta merkittäviä ongelmia toisin kuin samanpituisen katko lämmöntuotannossa.

Käsiteltävät hakevolyymit ovat lämpölaitoksissa niin suuria, että isoja varastoja ei ole taloudellista pitää. Pienissä lämpölaitoksissa keskimääräisellä kulutuksella maksimivarasto kestää noin kaksi viikkoa, mutta isoissa laitoksissa toimitusten tulee olla jatkuvia suuren kulutuksen vuoksi, joka voi olla jopa 50 kuormaa päivässä (Rousku 2013). Tästä johtuen hakkeen tasainen saatavuus on tärkeää lämpölaitoksen toiminnalle. Tiivis yhteistyö yhden tai useamman haketoimittajan kanssa on suositeltavaa.

Lämpölaitoksen ei ole kannattavaa varastoida suurta määrää TOP-pellettiä, koska tämä vaatii suurempia varastotiloja ja suurempia alkuinvestointeja. Ideaalitulanteessa maksimivarastotaso on yksi täysiperävaununpellettiäkuorma (noin 35 tonnia) ja heti varastojen täytyessä auto tulee tyhjentämään varastosäiliön ja toimittaa kuorman asiakkaille. Kuljetukset tulee sovittaa niin, että järjestelyt vastaavat yrityksen ja asiakkaiden tarpeisiin molempia tyydyttävällä tavalla. Tämän vuoksi kuljetusyritys kuuluu yrityksen avainkumppaneihin.

6.5.7 Avainresurssit

Tässä liiketoimintamallissa avainresurssit ovat pääasiassa fyysisiä resursseja. Torrefiointi- ja pelletöintilaitteisto ja niiden toiminta ovat keskeisimpiä resursseja yrityksen toiminnan kannalta. Muita tarvittavia resursseja on esimerkiksi laitteiston huoltohenkilöstä ja raaka-aineen sekä lopputuotteen varastotilat.

Myös kuljetuskalusto ja sen toiminta sekä raaka-aine- että lopputuotetoimituksissa voidaan laskea toiminnan avainresurssiksi. Näiden hoitaminen ei kuitenkaan kuulu yritykselle, vaan ne on ulkoistettu kuljetusliikkeelle.

6.5.8 Kustannusrakenne

Pellettien valmistuksen suurin yksittäinen kustannus on raaka-ainekustannus. Tuotantoprosessi on mahdollista automatisoida suhteellisen pitkälle, joten henkilöstökulut eivät muodostu kovinkaan merkittäviksi. Tämän jälkeen jäljelle jää investointi- ja käyttökustannukset. Torrefioinnissa tai torrefioidun biomassan pelletöinnissä käytettäviä laitteita ei ole vielä kaupallisessa tuotannossa, joten niihin liittyvät kustannukset ovat vain karkeita arvioita. Torrefioinnin kustannukset jakautuvat torrefiointilaitteiston valmistusta suunnittelevan yrityksen mukaan suurin piirtein alla olevalla tavalla. (Hiltunen 2013)

- Pääomakustannukset 23 % (oletuksena 20 vuoden pitoaika ja 5 % korko)
- Raaka-ainekustannukset 52 %, joka voidaan jakaa raaka-aineen ostoon (37 % kokonaiskustannuksista) ja raaka-aineen kuljetuksiin (15 % kokonaiskustannuksista)
- Käytettävä sähkö 5 %
- Käyttö-, huolto- ja kunnossapitokustannukset 20 %

Sarvelainen on käyttänyt työssään (2011) torrefiointilaitoksen investointikustannusten havainnollistamiseen kaavaa:

$$c = a * k^{0,7}$$

jossa c = investointikustannus

a = vakiokerroin

k = kapasiteetti

Kapasiteetiltaan 100000 t/a torrefioitua haketta tuottavan laitoksen investointikustannus on arvioitu olevan 17,3 M€ (Vakkilainen & Kaikko 2010). Karkea arvio pienempien torrefiointilaitoksen investointikustannuksista saadaan johdettua kaavalla:

$$\frac{c_{iso}}{k_{iso}^{0,7}} = \frac{c_{pieni}}{k_{pieni}^{0,7}}, \text{ josta saadaan: } c_{pieni} = \frac{c_{iso}}{k_{iso}^{0,7}} * k_{pieni}^{0,7}$$

Koska kyseessä on torrefiointilaitoksen investointikulut, oletan lasketun investoinnin sisältävän tarvittavien asennusten, käyttöönoton ja mahdollisten uusien varastotilojen rakentamisen vaatimat kulut. Investoinnin käyttöajaksi on oletettu 20 vuotta ja korkona on käytetty 5 %. Näillä arvoilla annuiteettitekijäksi saadaan 0,0802. Torrefiointilaitteiden todellisista investointikustannuksista ei ole tietoa ja kaikki luvut ovat vain arvioita.

Tässä liiketoimintamallissa torrefioitua haketta tuotetaan, kun lämpölaitoksen asiakkaiden lämmöntarve on pientä tai epätasaista. Oletuksena on käytetty, että torrefiointi on käytössä huhtikuun alusta lokakuun loppuun saakka. Näiden seitsemän kuukauden ajan torrefiointi on käynnissä keskimäärin 16 tuntia päivässä. Kesällä käyttö on suurempaa kuin keväällä tai syksyllä. Torrefiointilaitteelle tulee laskuissa vuosittaisia käyttötunteja $30 * 7 * 16 = 3360$.

Raaka-aineen eli metsähakkeen hintana on käytetty 18 €/MWh (Rousku 2013). Tämä on hakkeen käyttöpaikkahinta eli se sisältää kuljetuksen lämpölaitokselle.

Torrefioidun hakkeen pelletointi on haastavampaa kuin käsittelemättömän hakkeen. Torrefioitu hake täytyy ensin jauhaa, jonka jälkeen se tiivistetään pelleteiksi. Torrefioidun massan pelletointia tutkitaan tällä hetkellä demolaitoksissa eikä sen todellisista kustannuksista ole vielä tietoa. Kuittinen arvioi opinnäytetyössään (2013) jauhamisen kustannukset välille 0,85–1 €/MWh ja tiivistämisen välille 2–2,7 €/MWh. Pelletöinnin kokonaiskustannukset vaihtelevat siis Kuittisen arvioiden mukaan 2,85 ja 3,7 €/MWh välillä. Arviot sisältävät sekä pelletöinnin muuttuvat että kiinteät kustannukset. Laskuissa on käytetty maksimiarvoa, joka on 3,7 €/MWh, koska arviot on tehty huomattavasti suuremman mittakaavan laitoksille. Pienemmällä laitoksella ei saavuteta samankaltaisia mittakaavaetuja ja pelletointikustannukset voivat todellisuudessa nousta vielä korkeammiksikin. Laskuissa on oletettu, että pelletöinnissä ei tapahdu massa- tai energiahäviöitä.

Kunnossapito-, huolto- ja henkilöstökustannukset sekä sähkön kulutus on arvioitu raaka-aineen hinnasta yllä olevien prosenttiosuuksien perusteella. Sähkökustannukset ovat noin 10 % ja käyttökustannukset noin 40 % raaka-ainekustannuksista (Hiltunen 2013). Käytöstä ja huollosta aiheutuvat kustannukset ovat laskuissa suoraan verrannollisia käytettyyn raaka-ainemäärään. Näin ei kuitenkaan todellisuudessa ole, vaan esimerkiksi vuosihuollot ja henkilöstökustannukset (mahdollinen uuden työntekijän palkkaus) voidaan luokitella kiinteisiin kustannuksiin. Näistä ei kuitenkaan ole tarkkaa tietoa saatavilla, joten kaikki kunnossapito-, huolto-, henkilöstö- ja sähkökustannukset ovat kannattavuuslaskuissa muuttuvia kustannuksia. Mahdolliset markkinointi- ja myyntikulut on oletettu sisältyvän henkilöstökustannuksiin.

Torrefiointiprosessin hyötysuhde vaihtelee välillä 0,8–0,9. Laskuissa on käytetty arvoa 0,85, siis 85 % metsähakkeen alkuperäisestä energiasta saadaan siirrettyä torrefioituun hakkeeseen. Torrefioidun hakkeen energiasisältönä on käytetty 20,4

MJ/kg eli noin 5,6667 MW/tn (taulukko 1). Raaka-ainetarve on laskettu hakkeen energiasisällön mukaan. Energiasisältönä on käytetty 0,8 MWh/i-m³(Metsäntutkimuslaitos 2013).

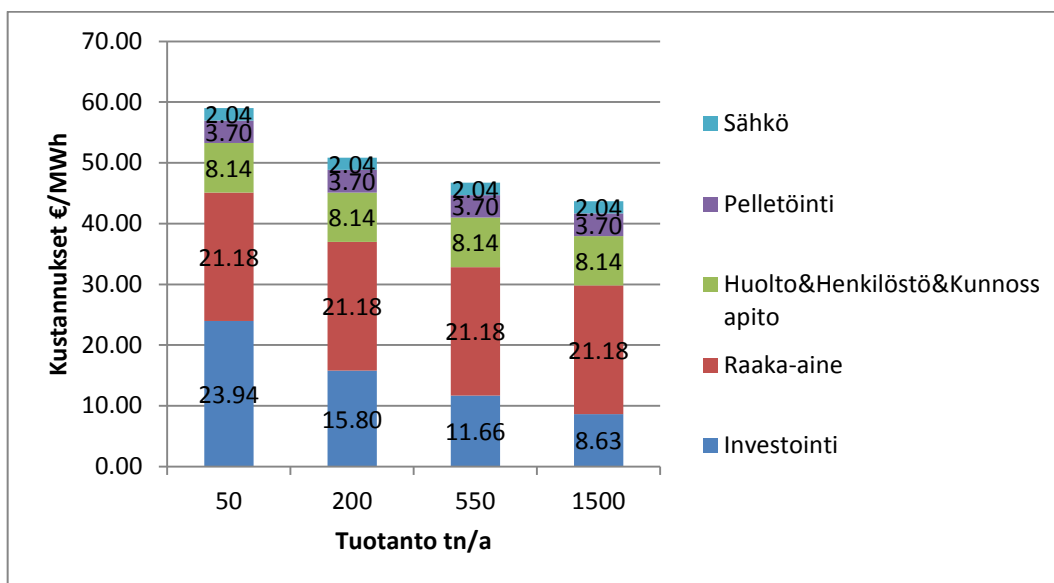
Yllä olevilla torrefioidun hakkeen ja metsähakkeen energiasisällöillä saadaan laskettua käytetty raaka-ainemäärä irtokuutioina eri tuotantomäärillä. Taulukosta 2 nähdään käytetty raaka-ainemäärät. Jos täyden raaka-ainekuorman tilavuudeksi oletetaan 120 m³, vaaditaan esimerkiksi 50 tonnin torrefioidun hakkeen tuotantoon noin 3,5 hakekuormaa ja 1500 tonnin tuotantoon noin 104 hakekuormaa.

Taulukossa 2 on esitetty TOP-pelletin ja torrefioidun hakkeen kustannusrakenne erilaisilla tuotantomäärillä. Kustannusten laskennassa on käytetty yllä olevia arvoja ja oletuksia.

Laitoksen vuosituotanto	tn/a	50	200	550	1500	3000
Tuotantokapasiteetti torrefioitua haketta	kg/h	15	60	164	446	893
Raaka-aineen kulutus	i-m ³	417	1667	4583	12500	25000
Investointikustannus	€	84 591 €	223 237 €	453 211 €	914 766 €	1 486 042 €
Investointikustannus per vuosi	€	6 784 €	17 904 €	36 347 €	73 364 €	119 181 €
Raaka-ainekustannus	€	6 000 €	24 000 €	66 000 €	180 001 €	360 002 €
Pelletöintikustannus	€	1 048 €	4 193 €	11 532 €	31 450 €	62 900 €
Käyttö- & huolto- & kunnossapitokustannus	€	2 308 €	9 231 €	25 385 €	69 231 €	138 462 €
Sähkö	€	577 €	2 308 €	6 346 €	17 308 €	34 616 €
Vuosikustannukset	€	16 717 €	57 636 €	145 611 €	371 354 €	715 161 €
Tuotantokustannus torrefioidulle hakkeelle	€/MWh	55,3	47,2	43,0	40,0	38,4
Tuotantokustannus TOP-pelletille	€/MWh	59,0	50,9	46,7	43,7	42,1

Taulukko 2. Tuotantokustannukset TOP-pelletille ja torrefioidulle hakkeelle

Taulukosta huomataan, että näillä tuotantokustannuksilla torrefioidun pelletin hinta ei ole kilpailukykyinen perinteisen puupelletin tai kivihiilen kanssa. Tässä tarkastelussa tuotantokustannus vaihtelee tuotantomäärän mukaan 59,0 €/MWh ja 42,1 €/MWh välillä. Kuvassa 21 on esitetty tarkemmin, miten TOP-pelletin kustannusrakenne muodostuu eri tuotantomäärillä.



Kuva 20. Tuotantokustannusten osuudet lopputuotteesta

Muuttuvat kustannukset pysyvät laskuissa samana riippumatta tuotantomäärästä. Kiinteät kustannukset eli tässä tarkastelussa investointikustannus riippuvat tuotantomäärästä. Mitä suurempi torrefiointilaitos on kyseessä, sitä pienempää osaa investointikustannus näyttelee lopputuotteen kokonaiskustannuksista. Raaka-ainekustannus muodostaa suurimman osan kokonaiskustannuksista.

Kuljetuskustannukset perinteiselle pelletille on noin 0,09 €/tn/km. Pellettikuljetuksissa kuormakokoa rajoittava tekijä on ajoneuvoyhdistelmän kokonaispaino (60 tonnia), johon mahtuu noin 35 tonnia pellettiä. (Laitila, Leinonen, Flyktman, Virkkunen & Asikainen 2010, s. 82) Koska TOP-pelletti ei eroa kuljetusvaatimuksiltaan merkittävästi perinteisestä pelletistä, käytän TOP-pelletille samaa kuljetuskustannusta kuin perinteiselle pelletille. Torrefioidun hakkeen kuljetuksissa rajoittava tekijä on painon sijaan kuorman tilavuus, joka vaihtelee 115 ja 135 kuutiometrin välillä (Ranta 2010). Taulukossa 3 on vertailtu TOP-pelletin, puupelletin ja torrefioidun hakkeen kuljetuskustannuksia energiayksikköä kohti. Kustannukset on laskettu maksimikuormasta, jona olen käyttänyt pelleteillä 35 tonnia ja torrefioidulla hakkeella 120 kuutiometriä. Laskuissa on oletettu täyden hakekuorman kuljetuskustannusten olevat yhtä suuria kuin täydellä pellettikuormalla. Käytännössä täyden pellettikuorman kuljetuskustannus voi erota täyden hakekuorman vastaavasta. Potentiaaliset

pääkaupunkiseudulla sijaitsevat hiilivoimala-asiakkaat ovat noin 140–260 (Kouvola-Imatra) kilometrin päässä Kaakkois-Suomesta, joten kuljetusliikkeen laskutettavien kilometrien määrä vaihtelee noin 280–520 välillä (meno- ja paluumatkat). Kuljetuskustannukset TOP-pelletillä ovat tällä välillä 4–7,4 €/MWh.

Kuljetusmatka (km)	Kuorman hinta (€)	Kuljetuskustannus (€/MWh)		
		TOP-pelletti	Puupelletti	Torrefioitu hake
30	95	0,43	0,55	0,60
60	189	0,86	1,10	1,21
120	378	1,71	2,20	2,42
240	756	3,43	4,39	4,83
350	1103	5,00	6,41	7,05
500	1575	7,14	9,15	10,07
600	1890	8,56	10,98	12,08
630	1985	8,99	11,53	12,69
800	2520	11,42	14,64	16,11

Taulukko 3. TOP-Pellettien, puupelletin ja torrefioidun hakkeen kuljetuskustannukset täydellä kuormalla

Jos torrefioidun massa pelletöintikustannukseksi oletetaan 2,7 €/MWh, niin laskujen mukaan torrefioidun hakkeen pelletöinti tulee kannattavaksi kuljetuksia varten vasta, kun asiakas on yli 315 kilometrin päässä. 630 laskutettavalla kilometrillä torrefioidun hakkeen kuljetuskustannus on 12,7 €/MWh ja TOP-pelletin 9,0 €/MWh. Näiden erotus 3,7 €/MWh, joka on yhtä suuri kuin pelletöinnin kustannus.

6.5.9 Tulovirrat

Liiketoimintamallin tuotot tulevat pääosin torrefioidun hakkeen tai TOP-pelletin myynnistä. Myös torrefiointiprosessin yhdistämisellä lämmöntuotannon kanssa on positiivisia vaikutuksia lämpölaitoksen kustannuksiin.

Kun lämmöntarve vaihtelee runsaasti päivätasolla (esimerkiksi yöllä pakkasta ja päivällä plusasteita), ei lämpökattilan tuotannon säätäminen onnistu aina riittävän

nopeasti ja hukkalämpöä syntyy. Kesällä, pienen lämmöntarpeen aikana, saatetaan joutua käyttämään varajärjestelmää, koska suuremmalla kattilalla ei saada tuotettua riittävän pientä määrää lämpöä. Varajärjestelmän polttoaine on huomattavasti metsähaketta kalliimpaa, joten polttoainekustannukset energiayksikköä kohti nousevat. Kun lämpöä voidaan tarvittaessa ohjata torrefiointiprosessiin, hukkalämpö saadaan hyötykäyttöön ja varajärjestelmän käyttöä vähennettyä. Tässä työssä en lähde arvioimaan yllä olevien hyötyjen rahallista arvoa tai merkitystä käytännön toimintaan. Näiden hyötyjen tarkempi arviointi vaatisi omaa kehitysprojektiaan.

Perinteisten pellettien myyntihinta on tällä hetkellä 37,5 €/MWh ilman kuljetuskustannuksia ja arvonnäköveroä. (Vapo 2013) Hinta energiayksikköä kohti on laskettu pellettien painon ja lämpöarvon (Taulukko 1) perusteella. Koska perinteisellä TOP-pelletin lämpöarvo on noin 28 % suurempaa kuin perinteisellä pelletillä, sen kuljetus ja varastointi energiayksikköä kohden on taloudellisempaa. Jos pelletit kuljetetaan esimerkiksi keskimäärin 60 kilometrin päähän tuotantolaitoksesta, TOP-pelletit säästävät kuljetuskustannuksissa noin 0,5 €/MWh (taulukko 3) verrattuna perinteiseen puupellettiin. Jos vielä oletetaan, että asiakkaat ovat valmiita maksamaan TOP-pelletistä 5 % korkeampaa hintaa sen paremman säilyvyyden, suuremman energiatiheyden ja vettähyökkivien ominaisuuksien vuoksi, niin TOP-pellettiä voidaan myydä perinteisten pellettien käyttäjille hintaan $37,5 * 1,05 \text{ €/MWh} + 0,5 \text{ MWh} = 39,875 \text{ €/MWh}$.

Hiilivoimalat ovat tämän hetkisillä päästökauppahinnoilla valmiita maksamaan TOP-pelletistä tehtaalle kuljetettuna noin 30 €/MWh (Vakkilainen 2013). Jos kuljetuskustannukset tuotantolaitokselta hiilivoimalaan ovat noin 5 €/MWh, TOP-pelletin myyntihinta asiakkaalle on noin 25 €/MWh. Myyntitulot yllä olevilla myyntihinnoilla eri tuotantomäärien suhteen on esitetty taulukossa 4. Taulukkoon on myös eritelty myyntitulot eri asiakassegmenttien suhteen.

Laitoksen vuosituotanto (tonnia TOP-pellettä)		50	200	550	1500	3000
Hiilivoimalaan	Puupellettien käyttäjille					
0 %	100 %	11 298 €	45 192 €	124 278 €	338 939 €	677 879 €
20 %	80 %	10 455 €	41 820 €	115 006 €	313 652 €	627 304 €
40 %	60 %	9 612 €	38 449 €	105 734 €	288 364 €	576 728 €
60 %	40 %	8 769 €	35 077 €	96 461 €	263 077 €	526 153 €
80 %	20 %	7 926 €	31 705 €	87 189 €	237 789 €	475 578 €
100 %	0 %	7 083 €	28 334 €	77 917 €	212 501 €	425 003 €

Taulukko 4. TOP-pellettien euromääräiset myyntituotot

6.6 Liiketoimintamallin kannattavuuden arviointi

Jos yllä olevista myyntituotoista vähennetään tuotantokustannukset, niin huomataan, että liiketoiminnan katteet jäävät negatiivisiksi kaikilla tarkastelussa olleilla tuotantomäärillä. Liiketoimintamallin katteet on esitetty taulukossa 5. Suurilla tuotantomäärillä investointikustannusten suhteellinen osuus lopputuotteen hinnasta pienenee. Yllä olevilla oletuksilla ja alkuarvoilla sivutoiminen torrefiointi pienessä mittakaavassa ei ole kannattavaa.

Laitoksen vuosituotanto (tonnia TOP-pellettä)		50	200	550	1500	3000
Hiilivoimalaan	Puupellettien käyttäjille					
0 %	100 %	- 5 419 €	- 12 444 €	- 21 333 €	- 32 415 €	- 37 282 €
20 %	80 %	- 6 262 €	- 15 815 €	- 30 605 €	- 57 703 €	- 87 857 €
40 %	60 %	- 7 105 €	- 19 187 €	- 39 877 €	- 82 990 €	- 138 433 €
60 %	40 %	- 7 948 €	- 22 559 €	- 49 149 €	- 108 278 €	- 189 008 €
80 %	20 %	- 8 791 €	- 25 930 €	- 58 421 €	- 133 566 €	- 239 583 €
100 %	0 %	- 9 634 €	- 29 302 €	- 67 693 €	- 158 853 €	- 290 158 €

Taulukko 5. TOP-pellettien valmistuksen kate

Tuotantokustannuksista suurin yksittäinen tekijä on raaka-ainekustannus (Kuva 21). Tähän vaikuttaa raaka-aineen hinta ja torrefiointiprosessin hyötysuhde. Jos raaka-aineena käytetään metsähaketta, sen hinta tulee olemaan lämmöntuotannossa välillä 18–20 €/MWh. Hakkeen hinta on viime vuosina pysytellyt suhteellisen tasaisena (Tilastokeskus: Voimalaitospolttoaineiden hinnat lämmöntuotannossa), eivätkä suuret muutokset siinä ole todennäköisiä. Etelä-Karjalassa metsähakkeen kysyntä on suurempaa kuin tarjonta (Laihanen et al. 2011, s. 17–18). Tämän vuoksi ei ole todennäköistä olettaa, että metsähaketta saataisiin torrefiointiin alle sen markkinahinnan. Torrefiointiprosessin hyötysuhde taas vaikuttaa huomattavasti raaka-ainekustannuksiin. Prosessin hyötysuhteet

riippuvat käytettävästä laitteistosta, ajoparametreista ja polttoaineen laadusta (Hiltunen 2013). Laskuissa on hyötysuhteeksi oletettu 0,85. Jos metsähakkeen hinnaksi oletetaan 18 €/MWh, niin 0,85 hyötysuhteella raaka-ainekustannus on 21,18 €/MWh, 0,7 hyötysuhteella 25,7 €/MWh ja 0,9 hyötysuhteella 20 €/MWh.

Huolto-, henkilöstö-, kunnossapito- ja sähkökustannukset ovat arvioitu raaka-ainekustannusten perusteella, joten ne ovat tässä tarkastelussa muuttuvia kustannuksia. Näiden kustannusten osuus vaihtelee 18 % ja 25 % välillä kokonaiskustannuksista riippuen laitoksen koosta. Eri kustannusten prosenttiosuudet kokonaiskustannuksista on esitetty liitteessä 1. Käytännössä osa näistä kustannuksista on kiinteitä kustannuksia, joten oletettavasti laitoksen kapasiteettia ja käyttöastetta kasvattamalla voidaan pienentää näiden suhteellista osuutta kokonaiskustannuksista.

Pelletöinnin hintana on käytetty 3,7 €/MWh. Käytännössä pelletöinnin kustannukset koostuvat kiinteistä (vuosihuollot, investointi) ja muuttuvista kustannuksista (sähkö, mahdollinen sideaine). Koska torrefioidun biomassan pelletöintilaitteita ei ole vielä kaupallisessa tuotannossa, laitteiston investointikustannuksia on hankala arvioida. Tässä tarkastelussa kaikki kustannukset on oletettu muuttuviksi. Käytännössä pienen mittakaavan pelletöintikustannukset tulevat luultavasti olemaan suurempia kuin laskuissa käytetty 3,7 €/MWh, koska arviot on tehty suuremmille pelletöintilaitoksille. Pienemmillä laitoksilla ei saavuteta yhtä suuria tuotannon mittakaavaetuja ja kiinteiden kustannusten suhteellinen osuus tulee olemaan suurempi.

Investointikustannuksen osuus kokonaiskustannuksista vaihtelee 41 % ja 17 % välillä (Liite 1). Nämä ovat tarkastelussa toiminnan ainoita kiinteitä kustannuksia. Tietoa eri kokoluokan laitosten todellisista investointikustannuksista ei ole ja käytetyt kustannukset ovat karkeita arvioita. Koska käsitellyssä liiketoimintamallissa torrefiointia suoritetaan sivutoimisesti ja torrefiointiprosessi on toiminnassa noin 38 % $((16*7*30)/(24*365)=0,38)$ vuodesta, kiinteiden kustannusten suhteellista osuutta voidaan pienentää nostamalla laitteiston

käyttöastetta. Jos vuosittainen käyttöaste nostetaan esimerkiksi 80 prosenttiin ja investointikustannuksen oletetaan pysyvän samana, on suurilla tuotantomäärillä mahdollista päästä kannattavaan liiketoimintaan. Tämä edellyttää riittävän suuria tuotantomääriä ja TOP-pellettien myymistä perinteisiä pellettejä käyttäville asiakkaille. Taulukossa 6 on esitetty toiminnan kate, kun tuotantomäärät on kerrottu suhdeluvulla $0,8/0,38 = 2,086$. Tuotantokustannukset 80 % käyttöasteella on esitetty liitteessä 2.

Laitoksen vuosituotanto (tonnia TOP-pellettä)		104		417		1147		3129		6257	
Hiihvoimalaan	Puupellettien käyttäjille	myynti	kate	myynti	kate	myynti	kate	myynti	kate	myynti	kate
0 %	100 %	23 564 €	- 3 937 €	94 257 €	- 6 516 €	259 208 €	- 5 031 €	706 931 €	12 044 €	1 413 862 €	51 636 €
20 %	80 %	21 806 €	- 5 695 €	87 225 €	- 13 548 €	239 869 €	- 24 370 €	654 188 €	- 40 699 €	1 308 376 €	- 53 849 €
40 %	60 %	20 048 €	- 7 453 €	80 193 €	- 20 581 €	220 530 €	- 43 709 €	601 445 €	- 93 441 €	1 202 891 €	- 159 335 €
60 %	40 %	18 290 €	- 9 212 €	73 160 €	- 27 613 €	201 191 €	- 63 048 €	548 703 €	- 146 184 €	1 097 405 €	- 264 820 €
80 %	20 %	16 532 €	- 10 970 €	66 128 €	- 34 645 €	181 852 €	- 82 387 €	495 960 €	- 198 927 €	991 919 €	- 370 306 €
100 %	0 %	14 774 €	- 12 728 €	59 096 €	- 41 678 €	162 513 €	- 101 726 €	443 217 €	- 251 670 €	886 434 €	- 475 792 €

Taulukko 6. Liiketoimintamallin kannattavuus 80 % käyttöasteella

Koska torrefiointin ja lämmöntuotannon yhdistämisellä on mahdollista saavuttaa synergiaetuja ja parantaa lämpölaitoksen kannattavuutta, voi toiminta olla taloudellisesti kannattavaa, vaikka kannattavuustarkastelussa päästäisiin nollatulokseen. Synergiaetujen rahallisen arvon määrittäminen vaatisi omaa selvitystyötään ja niitä ei ole huomioitu laskuissa. Tulevaisuudessa paineet uusiutuvan energian osuuden lisäämisestä energiantuotannossa ja muutokset päästökauppinnoissa tulevat myös vaikuttamaan liiketoimintamallin toteutuksen kannattavuuteen. Tällä hetkellä pienen mittakaavan torrefiointi lämpölaitoksen yhteydessä ei tämän tarkastelun perusteella ole taloudellisesti kannattavaa.

6.6.1 Kehitysnäkymät

Jos torrefiointi ja torrefioidun biomassan pelletointi asetetaan luvussa 6 esitettyyn viitekehykseen, ne sijoittuvat kaupallistamisen lanseerausvaiheeseen. Tämä on havainnollistettu liitteessä 3. Yritykset ovat valmistaneet ja tutkineet demolaitoksia sekä torrefiointiin että torrefioidun massan pelletointiin. Molemmista on tulossa lähiaikoina myyntiin kaupallisia sovelluksia. Paineet fossiilisten polttoaineiden käytön vähentämisessä ja uusiutuvien energialähteiden

osuuden kasvattamisessa ovat lisänneet erilaisten biopolttoaineiden kysyntää. Tämä on saanut aikaan torrefiointiin liittyvän teknologian ja sovelluksien kehittämisen. Torrefiointitekniikka ja markkinatarve on yhdistetty ja sille pohjalle on kehitetty kaupalliset sovellukset, joita ollaan tällä hetkellä tuomassa markkinoille. Kaupallisten torrefiointilaitteiden kehittämistä voidaan tämän vuoksi pitää enemmän markkina- kuin teknologia-aloitteena prosessina. Liiketoimintamallit, joissa kaupallisia sovelluksia voidaan hyödyntää, eivät vielä ole selkeytyneet. Tässä työssä on tarkasteltu erästä vaihtoehtoa hyödyntää kehitteillä olevaa teknologiaa. Muita potentiaalisia liiketoimintamahdollisuuksia torrefiointitekniikan hyödyntämiselle ovat muun muassa (Hiltunen 2013):

- Sellu- tai sahatteellisuuden yhteyteen (raaka-aine ja logistiikkaketju valmiina)
- Nykyisten pellettitehtaiden yhteyteen (raaka-aine, logistiikkaketju ja yhteydet potentiaalisiin asiakkaisiin)
- Suurempien hiilivoimaloiden läheisyyteen (synergiaedut lämmöntuotannon kanssa ja torrefioitun biomassan oma käyttö)
- Suuremmat osuuskunnat, yritykset tai muut yhteenliittymät, joilla on runsaasti metsävaroja käytettävänä.

Se, missä ja miten torrefioitua biomassaa tai TOP-pellettiä tullaan käyttämään, riippuu päästökauppamaksuista, kivihiilen hinnasta ja torrefioitun massan pelletöinnin kustannuksista. Jos TOP-pelletin tuotantokustannukset eivät muodostu merkittävästi perinteisen pelletin tuotantokustannuksia suuremmaksi, niin TOP-pelletti tulee korvaamaan tai syrjäyttämään perinteisen pelletin sen parempien ominaisuuksien vuoksi. Päästökauppamaksut ja kivihiilen hinta taas määrittävät, missä laajuudessa TOP-pellettiä tullaan käyttämään hiilivoimaloissa. Jos kivihiilen hinta ja/tai päästökaupan hinnat nousevat, tulee torrefioitusta massasta tai TOP-pelleteistä entistä houkuttelevampi vaihtoehto kivihielelle.

6.7 Torrefiointi lämpölaitoksen yhteydessä – suositukset toteutukseen

Koska asiakkaat eivät ole valmiita maksamaan torrefioidusta hakkeesta ja TOP-pelletistä merkittävästi enemmän kuin kilpailevista tuotteista, niin torrefioidun biomassan valmistaja joutuu kilpailemaan hinnalla. Jos torrefioinnin raaka-aineena on käytetty metsähaketta, niin torrefioitu lopputuote tulee täyttämään asiakkaiden vaatimukset ja sen laadussa ei tule olemaan ongelmia. Tämä tarkoittaa, että torrefiointiin perustuvaa liiketoimintamallia suunniteltaessa kannattaa keskittyä kustannusten minimointiin.

Lämpölaitoksen yhteyteen tulevassa torrefiointilaitteessa tullaan valmiin raaka-ainelogistiikan vuoksi todennäköisesti käyttämään pääasiassa metsähaketta. Metsähakkeen markkinahinta on tällä hetkellä noin 19,5 €/MWh eikä sitä luultavasti ole saatavilla Kaakkois-Suomessa toteutettavaan torrefiointiin merkittävästi tätä halvemmalla. Itse torrefiointi- ja pelletöintilaitteistoa suunniteltaessa kannattaa pyrkiä mahdollisimman hyvällä hyötysuhteella toimivaan prosessiin, jossa raaka-aineen energiahäviöt on minimoitu. Jos laitteisto kuitenkin ostetaan suuremmalta laitetoimittajalta, niin liiketoiminnan aloittamista suunnittelevalla yrittäjällä on todennäköisesti hyvin rajalliset mahdollisuudet vaikuttaa ostettavan laitteiston investointikustannuksiin tai hyötysuhteeseen.

Kustannukset, joihin liiketoimintamallia suunniteltaessa voidaan vaikuttaa, ovat kiinteiden kustannusten osuus. Tämä voidaan minimoida nostamalla torrefiointilaitteiden käyttöaste ja kapasiteetti mahdollisimman suureksi. Tässäkin kannattaa huomioida raaka-aineen saatavuus ja lämpölaitoksen läheisyydessä olevat tilat. Torrefiointiprosessin tarvitsema raaka-ainemäärä nousee nopeasti hyvinkin suureksi. Tämä asettaa vaatimuksia käyttöpaikan varastotiloille, haketoimittajilla ja mahdolliselle kuljetuskalustolle. Kaakkois-Suomessa käytetään tällä hetkellä enemmän metsähaketta kuin tuotetaan, joten hakkeen käyttömäärien huomattava kasvattaminen voi nostaa raaka-aineen hintaa kasvaneiden kuljetuskustannusten vuoksi. Tämä voi muodostua ongelmaksi, jos raaka-aine joudutaan ostamaan kauempaa.

Jos torrefioitua materiaalia myydään hiilivoimaloille, ei sen pelletointi ole välttämätöntä. Tässä asiakassegmentissä pelletointi vaikuttaa lähinnä polttoaineen kuljetuskustannuksiin, koska asiakas voi käyttää myös torrefioitua haketta toiminnassaan. Taulukossa 3 on hahmoteltu eroja TOP-pelletin ja torrefioiden hakkeen kuljetuskustannuksissa. Eräs vaihtoehtoinen liiketoimintakonsepti olisi keskittyä palvelemaan pelkkiä hiilivoimala-asiakkaita. Torrefiointilaitos tulisi suhteellisen lähelle asiakkaita (alle 200 km) ja pelletointilaitteistoa ei hankittaisi lainkaan. Yritys valmistaisi vain torrefioitua haketta, jota sitten myytäisiin ja toimitettaisiin hiilivoimaloille. Tässä tapauksessa pelletointi ei tuota asiakkaalle lisäarvoa, mutta nostaa tuotantokustannuksia ja tekee lopputuotteen kuljettamisesta taloudellisesti kannattavampaa. Potentiaaliset asiakkaat olisivat niin lähellä tuotantolaitosta, että korkeammat kuljetuskustannukset eivät muodostuisi ongelmaksi. Näin tuotantokustannuksia voitaisiin pienentää pelletöinnin verran. Etuina tässä konseptissa on, että kaikki tuotettu polttoaine saataisiin kaupaksi ilman suuria panostuksia markkinointiin tai myyntiin. Tämän hetkisillä kivihiilen hinnalla ja päästökauppamaksuilla konseptia ei luultavasti saa kannattavaksi, mutta muutokset edellä mainituissa tekijöissä voivat tulevaisuudessa muuttaa tilannetta.

Toinen vaihtoehtoinen liiketoimintakonsepti olisi palvella pelkästään perinteisten pellettien käyttäjiä. Jos asiakkaina ovat perinteisten pellettien käyttäjät, niin torrefioidun hakkeen pelletointi on välttämätöntä. Tämä asiakassegmentti on myös valmis maksamaan hieman hiilivoimaloita korkeampaa hintaa polttoaineesta. Pelletointilaitteiston hankinta ja käyttö nostavat tuotantokustannuksia, eikä investointia välttämättä kannata tehdä, jos asiakkaat pystyvät käyttämään pelkkää torrefioitua haketta. Tässä mallissa yrittäjä joutuu panostamaan markkinointiin ja myyntiin huomattavasti enemmän. TOP-pelletillä pyritään syrjäyttämään perinteiset pelletit. Muutaman suuren asiakkaan sijaan yritys siirtyy palvelemaan useita pieniä. Tämä lisää asiakaspalvelun ja myyntityön määrä sekä tuo haasteita kuljetusten järjestelyyn. Enää yritys ei myy täyttä kuormaa yhdelle asiakkaalle, vaan jakaa sen useamman pienen asiakkaan kesken. Tämän konseptin kannattavuus riippuu torrefionnin ja pelletöinnin hinnasta.

Koska tarkkaa hintatietoa näistä ei ole saatavilla, niin kannattavuusarvioiden tekeminen on vielä haastavaa.

Torrefioinnin ja lämmöntuotannon yhdistämistä suunniteltaessa Kaakkois-Suomeen pk-yritysmittakaavassa suosittelen keskittymään seuraaviin seikkoihin:

- Varmistetaan raaka-aineen saatavuus
- Torrefiointia tehdään riittävän suuressa mittakaavassa ja riittävän suurella käyttöasteella
- Valitaan tuotetaanko torrefioitua haketta vai TOP-pellettejä
 - Torrefiotu hake:
 - Ei pelletointia
 - Myydän hiilivoimaloille
 - Riittävän lähellä hiilivoimala-asiakkaita
 - TOP-pelletit:
 - Asiakkaina perinteisten pellettien käyttäjät
 - Panostus myyntiin ja markkinointiin

7 CASE 2: BIOHAJOAVA DESINFIOINTIAINE KANTOMATERIAALISTA

BIOTULI-projektissa on kehitetty menetelmä, jolla pystytään erottelemaan puumateriaalista arvokkaita ainesosia. Menetelmää ei ole vielä hyödynnetty kaupallisesti, joten se ei vielä sovi innovaation määritelmään. Näiden tutkimustulosten kaupallinen hyödyntäminen voidaan laskea teknologialähtöisen innovaation kaupallistamiseksi, jossa uudelle tiedolle ja teknologian mahdollisuuksille pyritään löytämään sovelluskohteita markkinoilla. Menetelmän kaupallisessa hyödyntämisessä käytetään uutta teknologiaa ja pystytään valmistamaan tuotteita, joita ei tällä hetkellä ole markkinoilla. Tämä vaatii yrityksiltä uusien liiketoimintakonseptien ja -mallien muodostamista tai vanhojen kehittämistä.

Sitä, miten erotteluprosessi on kannattavaa toteuttaa teollisuusmittakaavassa, ei ole tutkittu. Kaikkia menetelmän avulla löydettävissä olevia yhdisteitä ei ole vielä tunnistettu, koska projektissa on keskitytty löytämään uudella prosessilla yksi potentiaalinen antibakteerinen yhdiste. Menetelmän avulla löydetyistä yhdisteistä suurin osa ei ole ominaisuuksiltaan antibakteerisia. Löydetyistä yhdisteistä pystytään muodostamaan useita eri lopputuotteita. Potentiaaliset lopputuotteet voivat sisältää yhtä tai useampaa löydetyistä yhdisteistä, joille löytyy useita mahdollisia käyttökohteita kosmetiikka-, lääke- tai elintarviketeollisuudesta. Prosessin raaka-aineena on käytetty tuoretta kantomateriaalia, mutta erottelu voidaan myös suorittaa vanhoilla kannoilla, puun muilla osilla ja puumateriaalilla. Puuainesta ei ole aiemmin käsitelty vastaavalla menetelmällä. Tämän vuoksi sille on mahdollista löytää useita hyödyntämiskohteita. Tutkimus itse menetelmästä on kuitenkin kesken. Tällä hetkellä ei ole myöskään tarkkaa tietoa asiakkaan tarpeista ja potentiaalisista lopputuotteista. (Siren 2013d)

Seuraavissa luvuissa on esitetty erottelumenetelmä, potentiaalinen liiketoimintakonsepti ja -malli sen hyödyntämiseen pk-yrityksen mittakaavassa. Tämän jälkeen käyn läpi potentiaalisen kehityspolun perustutkimuksesta

lopputuotteen kaupalliseen hyödyntämiseen ja tarkastelen toiminnan kehitysnäkymiä ja riskejä. Tässä esitetty, tutkimustulosten pohjalta kehitetyn, lopputuotteen kaupallinen hyödyntäminen vaatii uuden teknologian käyttöä ja uutta liiketoimintamallia, joten kyseessä on selvästi radikaali teknologialähtöinen innovaatio.

7.1 Antibakteeriset yhdisteet ja niiden erottaminen kannoista

BIOTULI-projektissa on ollut tarkoituksena selvittää, minkälaisia biokemikaaleja voidaan löytää puuaineksesta, kun sitä käsitellään hajotusaineilla. Tarkoituksena on ollut eristää hajotetusta aineksesta teollisuuden hyödynnettäväksi yhdisteitä, joilla on osoitettavissa antibakteerisia ominaisuuksia. Laboratoriossa on kehitetty menetelmiä, joilla uuteyhdisteet saadaan identifioitua ja arvokas materiaali valmiiksi jatkojalostusta varten. Projektissa päädyttiin tutkimaan tarkemmin kantomateriaalia, koska se on puun vanhinta materiaali ja sieltä löytyy suurimmat pitoisuudet arvokkaita aineita. Tässä käyn läpi pääpiirteittäin erottelussa käytetyn menetelmän ja sen avulla saatavissa olevat yhdisteet. (Siren 2013b)

7.1.1 Yhdisteiden erotuksessa käytetty menetelmä

Puhdistettu puuraaka-aine haketetaan, jauhetaan, liuotetaan nesteeseen sekä sen jälkeen käsitellään kemikaaleilla tai mikrobihajotuksella, jotta saadaan haluttuja yhdisteitä sisältävä uuteneeste. Se, mitä kemikaaleja tai entsyymejä seokseen lisätään, riippuu siitä, kuinka tuoretta käytettävä puu on. Tuoreessa raaka-aineessa puun omat entsyymit ovat vielä toimintakykyisiä ja auttavat haluttujen yhdisteiden liukenemista. Vanhassa raaka-aineessa puun omat entsyymit ovat menettäneet toimintakykyään. Kun liuokseen lisätään teollisesti valmistettuja entsyymejä, halutut yhdisteet saadaan liukenemaan. (Siren 2013d)

Jauhetun puun tulee olla liuoksessa vähintään kaksi tuntia, jonka jälkeen erotetaan neste ja kiinteäaine. Tämä tehdään suodattamalla liuos kankaan läpi (Siren

2013d). Jäljelle jäävällä kiinteällä materiaalilla on useita potentiaalisia käyttökohteita. Se voidaan esimerkiksi käyttää prosessissa uudelleen, torrefioida tai pyrolysoida. Kangassuodatuksen jälkeen tulee membraanikalvosuodatus, jonka avulla liuos väkevöidään poistamalla siitä ylimääräinen neste ja suolat. (Siren 2013a)



Kuva 21. Erotteluprosessin eteneminen (Mukaiillen Siren 2013a)

Membraanikalvosuodatuksen jälkeen seos on vielä puhdistettava, väkevöitävä haluttujen yhdisteiden suhteen ja siitä on poistettava vettä. Tätä kokonaisuutta ei ole vielä tarkemmin tutkittu. Erilaisia vaihtoehtoja tähän on kolonnierotus, kiteytys tai useampi membraanikalvoerotus. Parhaiten soveltuva käsittelytapa riippuu muun muassa valmistettavasta lopputuotteesta. Kiteyttämällä päästään esimerkiksi korkeampiin (80–100 %) puhtausasteisiin, mutta alhaisempien puhtausasteiden (20–60 %) liuoksiin voi riittää membraanikalvoerotus, mikäli se ei poista tai vähennä merkittävästi tutkimuksen yhdisteitä loppuliuoksesta. (Siren 2013e)

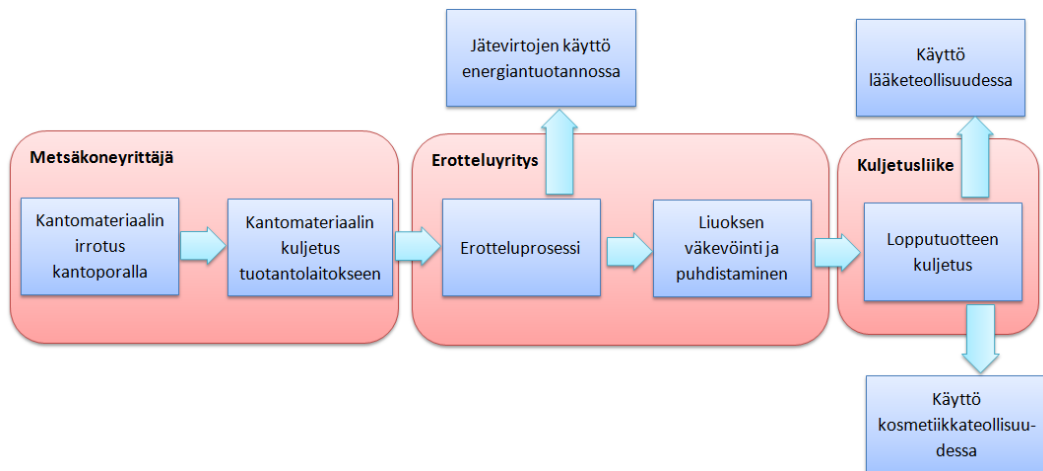
7.1.2 Löydetyt antibakteeriset yhdisteet

Menetelmän avulla löydettyjä uusia antibakteerisia ominaisuuksia sisältäviä yhdisteitä ovat mm. lovastatin, malvidiinigalaktosidi ja gallihappo. Kantomateriaalista on myös mahdollista löytää kyseisellä menetelmällä muita antibakteerisia yhdisteitä, mutta näitä ei ole vielä karakterisoitu. Prosessissa pystytään erottelemaan myös muita käyttökelpoisia yhdisteitä, kuten sekoisolarisiresinolin glukosidi, verkkopolymeerejä ja erilaisia antibakteerisuuden omaavia flavonoideja. Sekoisolarisiresinolin glukosidi on antioksidantti, jolla on antibakteerisia ominaisuuksia ja jota käytetään tällä hetkellä lääketeollisuudessa. Se laskee kolesterolia sekä verenpainetta ja soveltuu myös diabeteksen hoitoon.

Verkkopolymeerejä voidaan hyödyntää synteeseissä ja lääketieteen sovelluksissa. Erilaisia flavonoideja on identifioitu yli 4000 ja niille löytyy useita eri käyttökohteita lääke-, kosmetiikka- ja elintarviketeollisuudesta. Menetelmän avulla voidaan löytää vielä useampia antibakteerisia yhdisteitä, mutta näitä ei ole liuoksista tunnistettu. (Siren 2013a)

7.2 Potentiaalinen liiketoimintakonsepti pk-yritykselle

Liikeideana on rakentaa laitos, jossa puun kannoista erotellaan uuden BIOTULI-projektissa kehitetyn menetelmän avulla antibakteerisia yhdisteitä sisältävä liuos. Raaka-aineena käytettävä kantomateriaali ostetaan metsänomistajalta tai metsäkoneyrittäjältä. Käytettävän materiaalin tulee olla puhdasta, joten raaka-aineeksi tulevaa kantoja ei nosteta, vaan sen sisus irrotetaan niin sanotulla kantoporalla. Erottelulaitoksen toiminta ja prosessit ovat hyvin pitkälle automatisoitu (Siren 2013e). Normaalitilassa toimintaa valvoo yksi tai kaksi henkilöä. Valmistettua liuosta myydään lääke- ja kosmetiikkateollisuuteen, jossa sillä pystytään korvaamaan nykyisissä desinfiointiaineissa käytettävät antibakteeriset aineet, kuten esimerkiksi etanoli, butanoli ja metafosforihappo (Siren 2013d). Liiketoimintakonseptin toimitusketju on esitetty kuvassa 23. Erotteluprosessin jälkeen puumateriaalia on jäljellä vielä yli 90 %. Tämän voi käyttää esimerkiksi energiantuotantoon tai siitä voi erotella muita myytäväksi tarkoitettuja kemikaaleja, kuten esimerkiksi lisäaineita elintarviketeollisuuteen. Kertaalleen prosessin läpi menneen materiaalin uudelleen käsittelyä ei ole vielä tutkittu tarkemmin. (Siren 2013d) Tässä liiketoimintakonseptissa on oletettu, että prosessin jätevirrat käytetään energiantuotantoon ja biopolttoaineiden valmistukseen. Tuotantolaitos kannattaa sijoittaa niin, että jätevirrat pystytään hyödyntämään muussa teollisuudessa. Tämä tarkoittaa laitoksen rakentamista esimerkiksi sellutehtaan tai voimalaitoksen läheisyyteen.



Kuva 22. Uuden desinfiointiaineen valmistuksen toimitusketju

Valmistettava tuote on täysin biohajoava biotuote, jollaista ei tällä hetkellä ole markkinoilla. Uudella tuotteella tulee olemaan positiivisia terveysvaikutuksia desinfioivien ominaisuuksien lisäksi. Lopputuote tulee olemaan korkean jalostusasteen tuote, jonka yksikköhinta voi muodostua korkeaksi (Siren 2013d). Sitä ei väkevöidä minkään yksittäisen yhdisteen suhteen kovinkaan puhtaaksi, vaan se sisältää useita yhdisteitä. Nämä ovat antibakteerisia ominaisuuksia omaavia yhdisteitä sekä potentiaalisesti muita terveysvaikutteisia yhdisteitä (esimerkiksi flavonoideja) (Siren 2013e). Pk-yrityksen tapauksessa korkeisiin puhtausasteisiin (lähellä 100 %) vaatii niin runsaasti resursseja, että siihen pyrkiminen ei ole taloudellisesti kannattavaa pienessä mittakaavassa (Siren 2013d). Tuote ei tule olemaan elintarvike tai lääke, joten sen puhtaudelle ei ole tarkkoja viranomaisvaatimuksia.

7.3 Potentiaalinen liiketoimintamalli pk-yritykselle

Liiketoimintamallin kuvaamisessa olen käyttänyt Johnsonin et al.(2008) esittämää viitekehystä. Tämä on hieman Osterwalderin & Pigneurin (2010) viitekehystä yksinkertaisempi ja sopii tähän case-tapaukseen paremmin, koska asiakkaiden tarpeesta, raaka-aineen vaatimuksista, tuotantoprosessista, kustannuksista tai valmistettavasta tuotteesta ei vielä ole saatavilla tarkkaa tietoa.

7.3.1 Tarjoama

Yrityksen asiakkaana ovat desinfiointiaineita valmistavat yritykset. Näitä on muun muassa kosmetiikka- ja lääketeollisuudessa (Siren 2013d). Ongelmana yrityksillä on nykyisten desinfiointiaineissa käytettävien antibakteeristen aineiden, kuten etanolin, butanolin ja metafosforihapon, haittavaikutukset. Esimerkiksi etanoli kuivattaa ihoa ja haihtuu nopeasti huoneilmassa, mikä rajoittaa sen käyttömahdollisuuksia. Metafosforihappo taas luontoon päästessään rehevöittää vesistöjä. Nykyiset antibakteeriset aineet saattavat olla jopa ongelmajätettä. (Siren 2013e)

Uudella menetelmällä on mahdollista valmistaa biohajoava, desinfiointiaineissa käytettävä liuos. Tämän aineen käytöllä on antibakteeristen ominaisuuksien lisäksi muita positiivisia käyttöön liittyviä vaikutuksia. Se ei esimerkiksi liuosmuodossa ollessaan kuivata ihoa, kuten etanoli. Myös uuttoliuosseokseen jäävillä flavonoideilla on soluja elvyttävä vaikutus. Potentiaalinen valmistettava tuote ei haihdu huoneilmassa, joten se voi soveltua nykyisiä aineita paremmin esimerkiksi desinfiointisprayn tai erilaisen antibakteeristen pinnoitteiden valmistukseen. Etanoli haihtuu huoneilmassa suhteellisen nopeasti eikä sovi tämän vuoksi esimerkiksi ilmanvaihtokanavien desinfiointiin. (Siren 2013e)

Yritys tekee asiakkaan kanssa pitkäaikaisen yhteistyösopimuksen uuden tuotteen toimittamisesta. Potentiaaliset asiakkaat otetaan mukaan jo tuotekehitysvaiheessa ja lopputuotteeseen valitaan liuksesta ne yhdisteet, jotka vastaavat asiakkaan tarpeita parhaiten. Yritys alkaa sitten valmistaa tätä yhdistettä ja toimittaa sitä asiakkaalle ennalta sovitun aikataulun mukaisesti esimerkiksi kerran kuukaudessa.

7.3.2 Avainprosessit

Liiketoimintamallin tärkein resurssi on erotteluprosessi. Vielä ei ole tietoa, mitä prosessin automatisointi ja toteuttaminen teollisuusmittakaavassa vaatii. Tällä

prosessilla yritys tuottaa arvoa asiakkailleen. Prosessin alustavat vaiheet ja niissä tarvittavaa laitteistoa on hahmoteltu liitteessä 4.

Muita avainprosesseja on uuden tuotteen myynti ja markkinointi. Uusi tuote ja sen edut verrattuna kilpaileviin tuotteisiin on tuotava asiakkaiden tietoisuuteen. Raaka-aineen hankintaan ja sen logistiikkaan on panostettava, koska yritys tarvitsee kantoja käyttöönsä ympäri vuoden. Käytettävän kantomateriaalin tulee olla puhdasta, jonka vuoksi perinteisellä tavalla nostettu ja murskattu kanto ei luultavasti sovellu prosessiin sen sisältämän maa-aineksen vuoksi (Siren 2013d). Ruotsalaiset ovat kehittäneet kantoporan, jolla kannoista voidaan porata sisus irti ja jättää juuret maahan. Kantopora on lisävaruste, jonka pystyy liittämään käytössä oleviin metsäkoneisiin (Metsäntutkimuslaitos 2008). Tässä liiketoimintamallissa on oletuksena, että kantoporaa käytetään raaka-aineen hankinnassa.

Talvella kannot ovat lumen peitossa ja jäisiä, joten poraus/nostotyö hankaloituu huomattavasti. Kun saadaan selville, kuinka tuoretta raaka-ainetta prosessi vaatii, voidaan paremmin arvioida raaka-aineen saatavuuteen liittyviä haasteita ja kustannuksia. Nykyisellään kannot nostetaan, kun maa on sulaa ja niitä säilytetään tievarsipinossa noin vuoden verran (Mulari 2013). Jos käytettävien kantojen ei tarvitse olla tuoreita, niin saatavuus ei ole ongelma. Jos taas prosessiin tarvitaan tuoretta materiaalia, tulee raaka-aineen hankintaan ja varastointiin keskittää enemmän huomiota. Kannot voidaan esimerkiksi nostaa syksyllä ennen kuin maa on jäässä ja pakastaa, jolloin puun omat entsyymit säilyvät toimintakykyisinä (Siren 2013d). Pakastevarastosta kantomateriaalia taas otetaan käyttöön tarpeen mukaan.

7.3.3 *Avainresurssit*

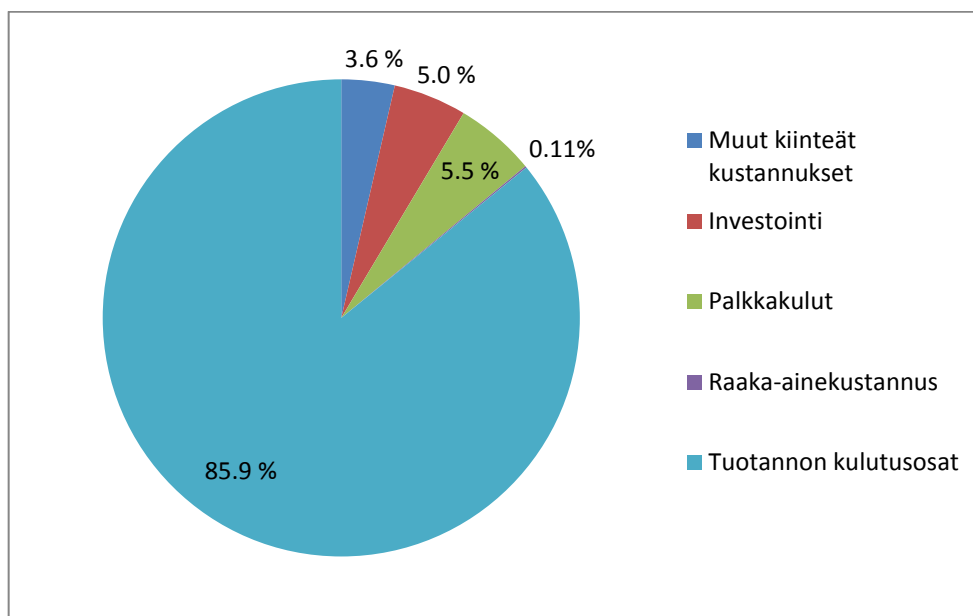
Tärkeimpänä resurssina on tuotantolaitos ja siellä tarvittavaa laitteisto (Liite 4). Henkilöstöresurssija tarvitaan pääasiassa laitoksen suunnittelussa ja rakentamisessa. Käyttöönoton jälkeen toiminta on automatisoitua ja sitä on valvomassa jatkuvasti yksi tai kaksi henkilöä (Siren 2013e). Tärkeimpiä

yhteistyökumppaneita ovat raaka-ainetoimittajat, laitoksen kunnossapidosta ja huollosta vastaavat yritykset sekä kuljetusliike, joka toimittaa lopputuotteen asiakkaalle.

Vaikka yritys valmistaa luontaislääkettä, joka ei vaadi yhtä tarkkaa valvontaa ja puhtausastetta kuin normaalit lääkkeet, on viranomaisluvista ja tarvittavasta testauksesta huolehdittava ennen kuin lopputuotteen myynti aloitetaan. Yrityksen tarvitsee suorittaa testausta ja hankkia luvat todistaakseen, että tuote on biohajoava ja tutkia sen allergisoivuutta (Siren 2013e). Jos kyseessä olisi lääkkeen valmistus luontaislääkkeen sijaan, yrityksen tarvitsisi suorittaa kliinisiä testejä ja hankkia viranomaislupia, jotka tulisivat liian kalliiksi pk-yritykselle.

7.3.4 *Voiton muodostus*

Liiketoimintamallin kustannusrakennetta ei vielä voi arvioida kovinkaan tarkasti. Sitä, miten erotteluprosessi suoritetaan teollisuusmittakaavassa, ei ole vielä tietoa. Ei myöskään tiedetä, mitä yhdisteitä lopputuotteeseen tulee ja paljonko sitä saadaan valmistettua esimerkiksi kilosta puuta. Uuden tuotteen kaltaisia tuotteita ei tällä hetkellä ole markkinoilla, joten niiden mahdollisesta myyntihinnasta ei ole tietoa. Koska vielä ei ole saatavilla tietoa, mitä lopputuote tulee sisältämään ja, miten se valmistetaan, on toiminnan kustannus- tai tulorakenteen tarkka arviointi hankalaa. Alla on saadun tiedon perusteella tehty liiketoimintamallin alustava kustannusjakauma.



Kuva 23. Toiminnan kustannusrakenne

Toiminnan alustava kustannusten jakaantuminen on esitetty kuvassa 88. Kustannusten tarkempi erottelu esitetty on Liitteessä 5. Kaikki kustannusarviot ovat vielä suuntaa antavaa hahmottelua, koska tarkkaa tietoa ei vielä ole saatavilla. Liitteessä 3 olevat tuotannon kulutusosat on ja niiden hinnat ovat LUT:n Kemian tekniikan osaston asiantuntijoiden antamia arvioita (Siren 2013c). Lopputuotteen saanto kantomateriaalista on karkea arvio. Menetelmän avulla yhdestä kilosta puuta saadaan 5 grammaa rakenteeltaan samankaltaisia yhdisteitä. Näistä noin 50 prosentilla on antibakteerisia ominaisuuksia (Siren 2013e). Olen laskuissa oletanut, että 5 grammasta saadaan kymmenesosa eli 0,5 grammaa valmista lopputuotetta. Kaikki kiinteät kustannukset, palkkakulut ja raaka-ainekustannukset ovat oletuksia. Tarkastelussa ei ole huomioitu tuotekehityksen, uuden tuotteen lanseerauksen, laitoksen suunnittelun ja prosessin kehittämisen sekä muiden liiketoiminnan aloittamisen vaatimien tekijöiden kustannuksia. Edellä mainittuihin kehityskohteisiin liittyy niin paljon epävarmuustekijöitä, että niiden kustannusten karkea arviointi ei tämän työn puitteissa ole mahdollista.

Kuvasta 24 nähdään, että suurin osa kustannuksista (85,9 %) on tuotannon muuttuvia kustannuksia. Liitteestä 3 nähdään tarkemmin, että nämä kustannukset koostuvat pääosin membraanikalvoista ja puhtaan veden hankinnasta prosessiin.

Raaka-ainekustannukset eivät ole kriittisiä toiminnan kannalta ja vaikka ne kymmenkertaistettaisiin, niin se ei vaikuttaisi kustannusrakenteeseen merkittävästi. Vaikka tuotantoprosessin toteuttamista ei ole vielä tutkittu, niin voidaan alustavan tarkastelun perusteella huomata tuotannon ja sen muuttuvien kustannusten olevan merkittävin yksittäinen kustannustekijä.

Uuden tuotteen kaltaisia tuotteita ei ole vielä myynnissä, joten lopputuotteen tarkka hinnoittelu ei ole vielä mahdollista. Kiinassa on yritys, joka myy samankaltaisia tuotteita elintarviketeollisuuteen hintahaarukassa 100–150000 €/g (Siren 2013c). Hinta riippuu muun muassa myytävän tuotteen puhtausasteesta ja tuotantotavasta. Taulukossa 8 on laskettu yrityksen myyntitulot ja kate eri lopputuotteen eri hinnoille. Laskujen pohjana on käytetty liitteessä 3 esitettyjä kustannuksia ja tuotantomääriä.

Erottelulaitoksen tuotto:		
Lopputuotteen hinta (€/g)	Myyntituotto (€/a)	Kate (€/a)
10	172 000	-4 124 230
50	860 000	-3 436 230
100	1 720 000	-2 576 230
160	2 752 000	-1 544 230
249	4 282 800	-13 430
250	4 300 000	3 770
400	6 880 000	2 583 770
800	13 760 000	9 463 770
1 200	20 640 000	16 343 770
2 000	34 400 000	30 103 770
10 000	172 000 000	167 703 770
50 000	860 000 000	855 703 770
150 000	2 580 000 000	2 575 703 770

Taulukko 7. Erottelulaitoksen myyntituotto ja kate

Taulukosta nähdään, että yritys pääsee nollatulokseen, jos lopputuotteen hinta on noin 250 €/g. Kun lopputuotteen hinta nousee yli 500 €/g, alkaa kate muodostua epäuskottavan suureksi. Jos uudella tuotteella korvataan nykyisiä antibakteerisia aineita (esim. etanoli ja butanoli), niin asiakkaat ovat tuskin valmiita maksamaan valmiista tuotteesta tuhansia euroja per gramma. Laskuissa ei ole huomioitu prosessin jätevirtojen mahdollista käyttöä, koska ei vielä ole tarkkaa tietoa siitä, miten ne kannattaa hyödyntää.

7.4 Kehityspolku tutkimustuloksista kaupalliseen hyödyntämiseen

Edellä oleva liiketoimintakonseptin ja -mallin suunnittelu on vasta alustavaa konseptointia ilman tarkkaa tietoa teknologian mahdollisuuksista tai asiakastarpeesta. Jos tämä innovaatio asetetaan luvussa 6 esitettyyn viitekehykseen, on se teknologian mahdollisuuksien ja konseptoinnin välissä (Liite 3). BIOTULI-projektissa on kehitetty uutta teknologiaa, jolle on löydetty hyödyntämismahdollisuus (biohajoava desinfiointiaine). Asiakkaisiin ei ole vielä otettu yhteyttä ja tarkkaa tietoa asiakkaiden tarpeista tai ongelmista ei vielä ole. Ensimmäinen vaihe tutkimustulosten kaupallisessa on saada kesken oleva perustutkimus valmiiksi. Tämän jälkeen tulee tuotekonseptin määrittäminen. Ensin tehdään alustava tuotekonsepti, joka esitetään asiakkaalle. Alustavaa konseptia kehitetään yhdessä asiakkaan kanssa. Tavoitteena on selvittää asiakkaiden ongelmia ja löytää niihin uusia ratkaisua kehitetyn erotteluprosessin avulla. Tässä vaiheessa esimerkiksi valitaan, mitä yhdisteitä lopputuotteeseen tulee ja kuinka puhtaaksi asiakkaat sen tahtovat. Tuloksena pitäisi olla yksi tai useampi lopputuotevariaatio eri asiakassegmenteille (kosmetiikkateollisuus, lääketeollisuus) tai eri käyttötarkoitukseen (desinfioiva pinnoite, spray tai geeli).

On myös selvitettävä millaisia tuotantomääriä asiakkaat olisivat valmiita ostamaan ja, kuinka suurilla tuotantomäärillä asiakkaat voivat ottaa tuotteen käyttöönsä. Valmistettavan desinfiointiaineen kaltaisia tuotteita ei tällä hetkellä ole markkinoilla ja asiakasyritysten tulee luultavasti tehdä omaa kehitystyötään pystyäkseen hyödyntämään uutta tuotetta toiminnassaan. Asiakkaat voivat myös joutua kehittämään tai lanseeraamaan kokonaan uusia tuotteita tai tuoteryhmiä. Tämä vie aikaa ja resursseja. Asiakasyritykset ovat tuskin valmiita kehitystyöhön, jos lopputuotetta on tarjolla vain pieniä määriä yhden pk-yrityksen valmistamana. Kun tuotekonsepti ja toiminnan alustavat mittakaavavaatimukset ovat selvillä, voidaan aloittaa kehitystyön suunnittelu ja liiketoimintasuunnitelman tekeminen. Liiketoimintasuunnitelmaan kuuluu myös tuotantoprosessin toteutuksen ja siinä käytettävien teknologioiden alustava tarkastelu. Kun nämä ovat valmiita, tehdään

päätös toteutuksesta. Vahvan tuotekonseptin ja hyvän liiketoimintasuunnitelman pohjalta on helppo lähteä hakemaan kehitystyölle rahoitusta tai muuta tukea.

Seuraavaksi alkaa tuote- ja tuotannonkehitystyö. Potentiaalisia asiakkaita tulee ottaa mukaan kehitystyöhön. Asiakkaiden panos ja palaute on erityisen tärkeää, jos lopputuote tai siihen halutut ominaisuudet eivät ole vielä täysin selvillä. Kun tiedetään millainen lopputuote halutaan ja kuinka suuria volyymejä asiakkaat sitä tarvitsevat, niin tuotantoprosessin ja sen automatisoinnin tarkempi suunnittelu voidaan aloittaa. Koska kyseessä on radikaali teknologiainnovaatio, niin kannattaa varautua pitkää ja iteratiiviseen kehitysprosessiin, jossa joudutaan kokeilemaan ja testaamaan useita eri versioita lopputuotteesta ennen kuin haluttu tulos saavutetaan. Koska kehitystyön aikana tehdään oletettavasti muutoksia lopputuotteeseen ja tuotantoprosessiin sekä asiakkaiden tarpeet selkeytyvät, täytyy liiketoimintamallia myös kehittää. Yllä esitettyyn malliin tulee muutoksia, kun lopputuote, tuotantoprosessi ja asiakas ovat tarkemmin tiedossa. Esimerkiksi tuotantoprosessin jätevirtojen käyttö on vielä avoinna. Jos materiaalista saadaan yhden käyttökerran jälkeen vielä erotettu hyödynnettävissä olevia yhdisteitä, kannattaa se tehdä.

Viimeisenä vaiheena on uuden tuotteen markkinoille tuominen ja liiketoimintamallin realisointi. Tämä tarkoittaa tuotantolaitoksen rakentamista ja testausta, henkilöstön palkkausta ja koulutusta, tarvittavien lupien hankkimista ja muita tuotannon aloittamisen vaatimia käytännönjärjestelyitä. Jos asiakkaina on suuria lääke- tai kosmetiikkateollisuuden yrityksiä, jotka ovat olleet mukana kehitystyössä, ei lopputuotteen lanseeraukseen välttämättä tarvitse suuremmin panostaa, koska asiakkaat ovat jo tietoisia tuotteesta. Tuotannon täysimittainen aloittaminen kannattaakin ajoittaa niin, että asiakkaat ovat saaneet oman kehitystyönsä valmiiksi ja pystyvät heti sisällyttämään uuden tuotteen omaan tuotantoonsa.

7.5 Erottelumenetelmän kaupallisen hyödyntämisen kehitysnäkymät ja riskit

Kuten uudella perustutkimuksella tai kehitetyllä teknologialla yleensäkin, on tällä menetelmällä useita potentiaalisia kaupallisia hyödyntämismahdollisuuksia. Yllä esitetty idea biohajoavasta desinfiointiaineesta on vain yksi perustutkimuksen pohjalle kehitetty innovaatio. Menetelmän avulla on tunnistettu uusia antibakteerisia ominaisuuksia sisältäviä yhdisteitä, joita on vielä mahdollista löytää lisää. Tämän lisäksi menetelmällä voidaan myös erotella muita kaupallisesti hyödynnettäviä yhdisteitä.

Uutta menetelmää hyödyntävät erottelulaitokset voivat karkeasti jaoteltuna tuottaa kahdentyypisiä lopputuotteita. Laitokset voivat valmistaa tuotteita, jotka sisältävät useita eri yhdisteitä tai väkevöidä prosessista saatu liuos yksittäisten yhdisteiden suhteen ja myydä näitä eteenpäin. Pk-yrityksen kokoluokassa on kannattavampaa keskittyä liuoksiin, jotka sisältävät useampia yhdisteitä. Liuoksen väkevöinti puhtaaksi jonkin yksittäisen yhdisteen suhteen vaatii niin paljon resursseja, että se ei ole kannattavaa pk-yrityksille. Menetelmän hyödyntäminen yksittäisten yhdisteiden erottelussa ja myynnissä jää suuremmille yrityksille, joilla on enemmän resursseja.

BIOTULI-projektin tavoitteena on löytää liiketoimintamahdollisuuksia pk-yrityksille. Kehitystyö uudesta perustutkimuksesta sen kaupallistamiseen vie kuitenkin runsaasti resursseja sekä aikaa ja pitää sisällään useita epävarmuustekijöitä. Suurilta yrityksiltä löytyy osaamista ja resursseja tuotekehityksen ja kaupallistamisen toteuttamiseen, joita pk-yritykseltä puuttuu. Menetelmän kaupallistaminen voi vaatia niin paljon resursseja, että pk-yrityksen ei kannata siihen lähteä. Asiakkaiden vaatimat volyymit saattavat myös olla niin suuria, että niitä ei yksittäinen pk-yritys pysty valmistamaan ja innovaation kehittäminen sekä hyödyntäminen jäävät suuremmin toimijoille. On myös mahdollista, että menetelmän toteuttaminen teollisuusmittakaavassa tulee niin kalliiksi, että sen toteuttaminen ei ole kannattavaa. Koska potentiaalisista

lopputuotteista tai prosessin toteuttamisesta ei ole tietoa, voi menetelmän käyttö pahimmassa tapauksessa paljastua kannattamattomaksi.

Kyseessä on kuitenkin uusi tapa käsitellä puuainesta ja erotella siitä useita korkean jalostusasteen tuotteita. Kuten taulukosta 7 voidaan nähdä, potentiaalisilla uusilla tuotteilla ja yhdisteillä on korkea liiketoimintapotentiaali. Seuraavassa kehitysvaiheessa on tunnistettava ne menetelmän hyödyntämismahdollisuudet, joilla on suurin kaupallinen potentiaali ja suunnata kehitysresursseja sinne. Liiketoiminnan todellista taloudellista potentiaalia ei vielä voi arvioida tarkasti, mutta siihen liittyvää kehitystyötä kannattaa jatkaa. Suomen metsäteollisuus tarvitsee tämänkaltaisia uusia innovaatioita säilyttääkseen kilpailukykynsä.

8 YHTEENVETO

Työssä tarkastellaan torrefioinnin ja lämmöntuotannon yhdistämistä lämpöyrittäjämittakaavassa sekä BIOTULI-projektissa kehitetyn erottelumenetelmän hyödyntämistä biohajoavan desinfiointiaineen valmistamisessa. Kummassakaan tapauksessa liiketoimintamallin toteuttaminen ei ole vielä ajankohtaista. Torrefioinnissa ja torrefioidun hakkeen pelletöinnissä kaupalliset sovellukset ovat vasta kehitteillä ja tulevat markkinoille ehkä jo kuluvan vuoden aikana. Biohajoavan desinfiointiaineen valmistuksen aloittaminen taas vaatii runsaasti kehitystyötä erottelumenetelmän, automatisoidun tuotannon ja itse lopputuotteen kanssa.

Tarkastellussa liiketoimintamallissa lämpölaitosyrittäjä hankkii lämpölaitoksen yhteyteen torrefiointilaitteen ja torrefioidun hakkeen pelletöintilaitteiston. Lämpökattilasta voidaan näin johtaa pienen ja epätasaisen lämmöntarpeen aikana lämpöä torrefiointiprosessiin ja näin parantaa kattilan käyttöastetta. Torrefioinnin raaka-aineena käytetään metsähaketta, joten raaka-ainelogistiikka on lämpölaitosyrittäjällä jo valmiina. Valmistettu TOP-pelletti myydään irtomyyntinä joko perinteisten pellettien käyttäjille tai hiilivoimaloille. TOP-pellettien kilpailuetuina on puhtaus, korkea energiatiheys, hyvä jauhautuvuus ja kestävyys. TOP-pelleteillä on myös vettä hylkiviä ominaisuuksia ja ne ovat lähes lahoamatonta materiaalia. Kannattavuustarkastelussa sivutoiminen TOP-pelletin valmistus osoittautui kannattamattomaksi. Tehdyt kannattavuuslaskelmat perustuvat oletuksiin ja tarkkaa tietoa toiminnan kustannuksia on saatavilla vasta, kun ensimmäiset kaupalliset sovellut tulevat markkinoille. Myös muutokset esimerkiksi kivihiilen hinnassa, päästökauppamaksuissa ja paineet uusiutuvan energian käytön lisäämisessä vaikuttavat liiketoimintamallin kannattavuuteen. Yleisesti ottaen torrefiointia suunniteltaessa kannattaa keskittyä kustannusten minimointiin. Tarkastelun perusteella voidaan antaa seuraavat suositukset torrefioinnin ja lämmöntuotannon yhdistämiseen Kaakkois-Suomessa:

- Torrefiointilaitteelle mahdollisimman korkea käyttöaste ja riittävän suuri kapasiteetti
- Varmistetaan raaka-aineen saatavuus
- Valitaan asiakkaaksi joko perinteisten pellettien käyttäjät tai hiilivoimalat, ei molempia
 - Hiilivoimaloille myydään torrefioitua haketta → ei tehdä pelletöinti-investointia ja säästetään tuotantokustannuksissa
 - Perinteisten pellettien käyttäjille myydään TOP-pellettiä → pelletöinti nostaa kustannuksia, mutta asiakkaat ovat valmiita maksamaan niistä korkeampaa hintaa.

BIOTULI-projektissa kehitetty uusi erottelumenetelmä, jossa tuoreesta kantomateriaalista voidaan erotella arvokkaita yhdisteitä. Osalla näistä yhdisteistä on antibakteerisia ominaisuuksia. Uuden menetelmän avulla pystytään valmistamaan useita kaupallisesti hyödynnettäviä tuotteita. Potentiaaliset lopputuotteet voidaan jakaa tuotteisiin, jotka sisältävät useita yhdisteitä tai väkevöidä prosessista saatu liuos yksittäisten yhdisteiden suhteen ja myydä niitä eteenpäin. Pk-yritysmittakaavassa kannattaa keskittyä liuoksiin, jotka sisältävät useampia yhdisteitä. Liuoksen väkevöinti puhtaaksi jonkin yksittäisen yhdisteen suhteen vaatii niin paljon resursseja, että se ei ole kannattavaa pk-yrityksille.

Menetelmän avulla voidaan valmistaa biohajoava desinfiointiaine, jollaista ei tällä hetkellä ole markkinoilla. Aine tulee sisältämään useampaa antibakteerisia ominaisuuksia sisältävää yhdistettä ja muita terveysvaikutteisia yhdisteitä (esimerkiksi flavonoideja). Potentiaalisia asiakkaita ovat kosmetiikka- ja lääketeollisuuden yritykset. Uusi desinfiointiaine sopii nykyisiä paremmin esimerkiksi desinfiointisprayn tai antibakteeristen pinnoitteiden valmistukseen. Käsideseissä uudella aineella voidaan korvata esimerkiksi etanoli, joka kuivattaa ihoa. Uuden aineen käytöllä voi olla desinfioinnin lisäksi muita positiivisia terveysvaikutuksia. Esimerkiksi siinä olevilla flavonoideilla on soluja elvyttävä vaikutus.

Aineen kehittämistä ei ole vielä aloitettu, eikä myöskään ole tietoa siitä, mitä yhdisteitä lopputuotteeseen tulee. Erotteluprosessi on vasta kehitetty laboratoriossa, eikä sen automatisointia tai toteuttamista teollisuusmittakaavassa ole suunniteltu. Innovaation kaupallisessa hyödyntämisessä kannattaa edetä määrittämällä ensin alustava tuotekonsepti ja esittämällä se asiakkaalle. Tuotekonseptia sitten kehitetään asiakkaan kanssa. Kun on selvillä, mitä lopputuote tulee sisältämään, aloitetaan tuotantoprosessin toteutuksen suunnittelu. Potentiaalinen desinfiointiaine tulee olemaan korkeanjalostusasteen tuote, jonka yksikköhinta voi muodostua korkeaksi.

Tällä hetkellä on tunnistettu vasta uuden teknologian tarjoama mahdollisuus. Kehityspolku mahdollisuuden tunnistamisesta innovaation kaupalliseen hyödyntämiseen on pitkä ja vie runsaasti resursseja. Tässä tapauksessa perustutkimus on vielä kesken ja kaupallinen hyödyntäminen vaatii useampia kehitysprojekteja. Esimerkiksi asiakkaiden tarve, tuotekonseptointi, tuotekehitys, tuotteen lanseeraus ja liiketoimintamallin/ansaintalogiikan tarkempi määrittely tulee selvittää ennen kuin tämän innovaation pohjalla voidaan alkaa rakentamaan yritystoimintaa.

Tietoisuuden lisääminen biomassan torrefiointin mahdollisuuksista pk-sektorille on tärkeää, jotta yritykset saadaan mukaan kasvuhakuiseen ja uusille liiketoiminta-alueille suuntautuvaan kehittämistoimintaan. Myös puuperäisten, antibakteerisia ominaisuuksia omaavien tuotteiden kehittämisessä on merkittävää liiketoimintapotentiaalia ja siihen kannattaa suunnata kehitysresursseja. Tulevaisuuden liiketoimintamahdollisuuksien tiedostaminen on tärkeää bioliiketoiminnan alalla toimiville yrityksille. Uusien liiketoimintamallien ja tuotteiden kehittäminen tarjoavat mahdollisuuksia luoda uutta ja kehittää nykyistä yritystoimintaa.

9 LÄHTEET

Kirjallisuuslähteet:

Abetti, P.A. 2000. Critical Success Factors for Radical Technological Innovation: A Five Case Study. Creativity and Innovation Management. Vol. 9, s. 208-221

Agar, D., Wihersaari, M. 2011. Torrefiointiprosessi biomassa jalostamiseen ”biohiili”. Jyväskylän yliopisto. Kestävä bioenergia. Saatavissa [http://users.jyu.fi/~daagar/agar_torrefiointi_fi.pdf]

Alakangas, E. 2000. Suomessa käytettävien polttoaineiden ominaisuuksia. VTT tiedotteita 2045. 172 s.

Apilo, T., Taskinen, T. 2006. Innovaatioiden johtaminen. VTT tiedotteita 2330. 112 s.

Apilo, T., Taskinen, T., Salkari, I. 2007. Johda innovaatioita. Talentum Media Oy. 260 s.

Bergman, P.C.A., Boersma, A.R., Zwart, R.W.R., Kiel, J.H.A. 2005a. Torrefaction for biomass co-firing in existing coal-fired power stations. ECN Report. ECN-C--05-013.

Bergman, P.C.A., Kiel, J.H.A. 2005b. Torrefaction for biomass upgrading. ECN Report. ECN-RX--05-180.

Bergman, P.C.A. 2005c. Combined torrefaction and pelletisation. The TOP process. ECN Report. ECN-C--05-073.

BusinessDictionary. What is a business concept?. [businessdictionary www-sivuilta]. Päivitetty 2013. Viitattu 25.6.2013. Saatavissa [<http://www.businessdictionary.com/definition/business-concept.html>]

BVCA (British Venture Capitalist Association). 2005. Creating Success from University Spin-outs. Tilannekatsaus. 40 s.

Chesbrough, H., Rosenbloom, R.S. 2002. The role of the business model in capturing value from innovation: evidence from Xerox Corporation's technology spin-off companies. *Industrial and Corporate Change*. Vol. 11, No. 3, s. 529-555

Cooper, R.G. 1979. The Dimensions of Industrial New Product Success and Failure. *Journal of Marketing*. Vol. 43. s. 93-103

Cooper, R.G. 1990. Stage-Gate Systems: A New Tool for Managing New Products. *Business Horizon*. s. 44-54.

Davila, T., Epstein, M.J., Shelton, R. 2006. *Making Innovation Work, How to Manage It, Measure It and Profit from It*. Pearson Education Inc. 334 s.

Flyktman, M., Kärki, J., Hurskainen, M., Helynen, S. & Sipilä, K. 2011. Kivihiilen korvaaminen biomassoilla yhteistuotannon pölykattiloissa VTT. 65 s. Saatavilla: <http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2011/T2595.pdf>.

Hakkou, M., Petrisans, M., Gerardin, P., Zoulalian, A. 2005. Investigations of the reasons for fungal durability of heat-treated beech wood. *Polymer Degradation and Stability*. Vol 91, s. 393-397.

Herstatt, C., Lettl, C. 2004. Management of 'technology push' development projects. *International Journal of Technology management*. Vol. 3, s. 155-175.

Helsingin Energia. Paahdettu biomassa kivihiiltä korvaamaan. [Helsingin Energian [www-sivuilta](http://www.helen.fi)]. Viitattu 7.6.2013. Saatavissa [<http://www.helen.fi/ymparisto/biomassa.html>]

Hetemäki, L. 2006. Puunjalostus vetämään biotaloutta. *Talouselämä* 23/2006. s. 35-39. Viitattu 23.7.2013. Saatavissa: [<http://www.metla.fi/archive/2006/50712-hetemaki.pdf>]

- Hjelt, M., Niinikoski, M.L., Syrjänen, M., Valovirta, V., Törmälä, T. 2006. Julkisten tutkimustulosten kaupallinen hyödyntäminen. Teknologia katsaus 192/2006. Tekes. 48 s.
- Hougaard, S. 2004. The Business Idea: The Early Stages of Entrepreneurship. Springer Heidelberg. 232 s.
- Jolly, V.K. 1997. Commercializing New Technologies: Getting from Mind to Market. Harvard Business School Press. 410 s.
- Johnson, M.W., Christensen, C.M. & Kagermann, H. 2008. Reinventing Your Business Model. Harvard Business Review, December, s. 50-59
- Khurana, A., Rosenthal, S.R. 1998. Towards Holistic “Front Ends” In New Product Development. Journal of Product Innovation Management. Vol. 15, s. 57-74
- Koen, P.A., Ajamian, G.M., Boyce, S., Clamen, A., Fisher, E., Fountoulakis, S., Johnson, A., Pushpinder, P., Seibert, R. 2002. The PDMA Toolbook 1 for new product development. ISBN: 978-0-471-27108-6. 480 s.
- Koskelainen, L. 2012. PienCHP-laitosten tuotantokustannukset ja kannattavuus. Teemafoorumi: Pien-CHP laitokset 28.11.2012. Joensuu. Saatavissa [<http://www.forestenergy.org/openfile/379?PHPSESSID=007d1ce6028c9f7a94089e1581d3928d>]
- Kuittinen, S. 2013. Torrefioidun raaka-aineen pelletöinti. Karelia Ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö. 63 s.

Laihanen, M., Karhunen, A., Ranta, T. 2011. Metsäenergian käytön kasvu ja liiketoimintamahdollisuudet Kaakkois-Suomessa. Tutkimusraportti.

Lappeenrannan teknillinen yliopisto. 30 s.

Laitila, J., Leinonen, A., Flyktman, M., Virkkunen, M., Asikainen, A. 2010. Metsähakkeen hankinta- ja toimituslogistiikan haasteet ja kehittämistarpeet. VTT Tiedotteita – Research Notes 2564. 143 s.

Lynn, G.S., Morone, J.G., Paulson, A.S. 1996. Marketing and Discontinuous Innovation: The Probe and Learn Process. California Management Review. Vol. 38, s. 8-37.

Lynn, G.S., Mazzuca, M., Morone, J.G., Paulson, A.S., 1998. Learning Is the Critical Success Factor in Developing Truly New Products. Research Technology Management. Vol. 41, s. 45-51.

Markham, S.K. 2002. Moving Technologies from Lab to Market. Research Technology Management. Vol. 6, s. 31-42.

Martikainen, A. 2013. Puu tuoksuu Hanasaassa. Vapoviesti 2/2013. Saatavissa: [<http://www.vapoviesti.fi/index.php?id=1186&articleId=470>]

Metsäntutkimuslaitos. 2008. Energiapuuta kasvatushakkuista. [Metsäntutkimuslaitoksen www-sivuilta]. Päivitetty 22.5.2008. Viitattu 2.7.2013. Saatavissa [<http://www.metla.fi/uutiskirje/bio/2008-02/uutinen-3.html>]

Metsäntutkimuslaitos. 2013. Laatuseloste: Puun energiankäyttö. [Metsäntutkimuslaitoksen www-sivuilta]. Päivitetty 17.4.2013. Viitattu 2.7.2013. Saatavissa [<http://www.metla.fi/metinfo/tilasto/laatu/puupolttoaine.htm>]

Metsälehti. Pelletin käyttö lisääntyi voimalaitoksissa. [Metsälehdhen www-sivuilta]. Päivitetty 8.3.2013. Viitattu 7.6.2013. Saatavissa [http://www.metsalehti.fi/Metsalehti/Metsauutiset/2013/3/Pelletin-kaytto-lisaantyi-voimalaitoksissa/]

Mitchell, W., Singh, K. 1996. Survival of Business Using Collaborative Relationships to Commercialize Complex Goods. *Strategic Management Journal*. Vol. 17, s. 169-195.

Motiva. Lämpöyrittäjäys. [Motivan www-sivuilta]. Päivitetty 16.4.2013. Viitattu 5.6.2013. Saatavissa [http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva_energia/lampoyrittajyys]

Nemet, G., 2009. Demand-pull, technology-push, and governmental-led incentives for non-incremental technical change. *Research Policy* 38. s. 700-709.

Nevens, M.T. 1990. Commercializing Technology: What The Best Companies Do. *Strategy & Leadership*. Vol. 18, s. 20-24.

Obernberger, I., Thek, K., 2010. *The Pellet Handbook*. Earthscan Ltd. 549 s.

Osterwalder, A. 2004. *The Business Model Ontology: a Proposition in a Desing Science Approach*. Väitöskirja. Universite de Lausanne. 169 s.

Osterwalder, A., Pigneur, Y., Tucci, C.L. 2005. Clarifying Business Models: Origins, Present and the Future of the Concept. *Communications of the Association for Information Systems*. Vol. 15, s. 1-40.

Osterwalder, A., Pigneur, Y. 2010. *Business Model Generation*. John Wiley & Sons, Inc. 283 s.

Puhakka, A., Alakangas, E., Alanen, V., Airaksinen, L., Soini, R., Siponen, T., Kainulainen, S. 2001. Hakelämmitysopas. ISBN 952-5304-12-4. 63 s.

Puhakka, A., Alanen, V.M., Kokkonen, A., Nalkki, J., Rousku, P. 2003. Pellettilämmitysopas: Perustietoa Pellettilämmityksestä. Motiva Oy. 33 s.

Ranta, T., 2010. Metsäenergian tehokkaat kuljetusmuodot. Lappeenrannan teknillinen yliopisto. Itä-Suomen bioenergiapäivät 22.3.2010. Saatavissa [http://www.kainuu.fi/UserFiles/kylateemaohjelma/File/8%20T_%20Ranta.pdf]

Riikilä, M. 2010. Biohiili unohtui. Metsälehti 23/2010.

Rothwell, R. 1992. Successful industrial innovation: critical factors for the 1990s. R&D Management, Vol. 22, Issue 3, s. 221-240

Rothwell, R. 1994. Towards the Fifth-generation Innovation Process. International Marketing Review. Vol. 11. No. 1. s. 7-31.

Sarvelainen, H. 2011. Lämpöyrittäjäkonsepti biotuotteelle. Diplomityö. Lappeenrannan teknillinen yliopisto. 81 s.

Sauvula-Seppälä, T. 2010. Lämpöyrittäjyyden kannattavuus lämmönostajan ja -myyjän sekä metsänomistajan näkökulmasta. Tutkimusraportti. 7 s.

Schoen, J., Mason, T.W., Kline, W.A., Bunch, R.M. 2005. The Innovation Cycle: The New Innovation Model and Case Study for the Invention to Innovation Process. Engineering Management Journal. Vol. 17. s. 3-10.

Siren, H. 2013a. Biojalostuksen tulevaisuus; kemiallisten tutkimusten avulla tuotteiksi – Uudet yhdisteet ja niiden hyödyntämismahdollisuudet. Lappeenrannan teknillinen yliopisto. Esityskalvot. BIOTULI-informaatiotilaisuus 19.4.2013s

Siren, H. 2013b. BIOTULI-projekti: Biojalostamon uudet tuotteet ja liiketoimintamallit. Tutkimustulosten tiivistelmät.

Siren, H. 2013c. Kirjallinen tiedonanto sähköpostin välityksellä. Välillä 18.3.-2.4.2013.

Teece, D.J. 2010. Business Models, Business Strategy and Innovation. Long Range Planning. Vol. 43, s. 172–194

Tilasto: Energian hinnat [verkkajulkaisu]. ISSN=1799-7984. 4. vuosineljännes 2012. Helsinki: Tilastokeskus [viitattu: 5.6.2013]. Saantitapa: http://tilastokeskus.fi/til/ehi/2012/04/ehi_2012_04_2013-03-20_tie_001_fi.html

Tilasto: Energian hinnat [verkkajulkaisu].
ISSN=1799-7984. 1. vuosineljännes 2013, Liitekuvio 3.
Voimalaitospolttoaineiden hinnat lämmöntuotannossa. Helsinki: Tilastokeskus [viitattu: 25.7.2013]. Saantitapa: [\[http://www.tilastokeskus.fi/til/ehi/2013/01/ehi_2013_01_2013-06-20_kuv_003_fi.html\]](http://www.tilastokeskus.fi/til/ehi/2013/01/ehi_2013_01_2013-06-20_kuv_003_fi.html)

Trott, P. 2012. Innovation Management and New Product Development. Fifth Edition. Pearson Education Limited. 620 s.

Tuohiniitty, H. 2011. Finland Pellet Report. Finnish Pellet Energy Association. Tutkimusraportti. 14 s. Saatavissa [http://www.enplus-pellets.eu/wp-content/uploads/2012/01/FI_pellet_report_Jan2012.pdf]

Työ- ja elinkeinoministeriö. Kansallinen energia- ja ilmastostrategia. 2013. Taustaraportti. 179 s. Saatavissa [http://www.tem.fi/files/36279/Kansallinen_energia-_ja_ilmastostrategia_taustaraportti.pdf]

Vakkilainen, E., Kaikko, J. 2010. Biohiilen kannattavuus. Valtakunnalliset jätteen hyötykäyttöpäivät. 16-17.11.2010. Lappeenranta.

Vapo. 2013. Pelletin tilaus. [Vapo:n www-sivuilta]. Viitattu 4.6.2013. Saatavissa [<http://www.vapo.fi/pelletit/pelletin-tilaus>]

Veryzer, R.W. 1998. Discontinuous Innovation and the New Product Development Process. Journal of Product Innovation Management. Vol 15, s. 304-321.

Ylä-Mattila, A. 2011. Laatukäsikirja lämpöyrittäjälle. Opinnäytetyö. Tampereen ammattikorkeakoulu. 53 s.

Haastattelut:

Hiltunen, Jari. 2013. Business Development Manager, Andritz Oy. Haastattelu. 3.4.2013

Mulari, Jyri. Lehtori. KyAMK Metsätalouden koulutusohjelma. Haastattelu. 13.3.2013

Rousku, Petri. 2013. Tohtorikoulutettava. LUT Energia. Haastattelu. 4.4.2013

Siren, Heli. 2013d. Professori. LUT Kemia. Haastattelu. 11.4.2013

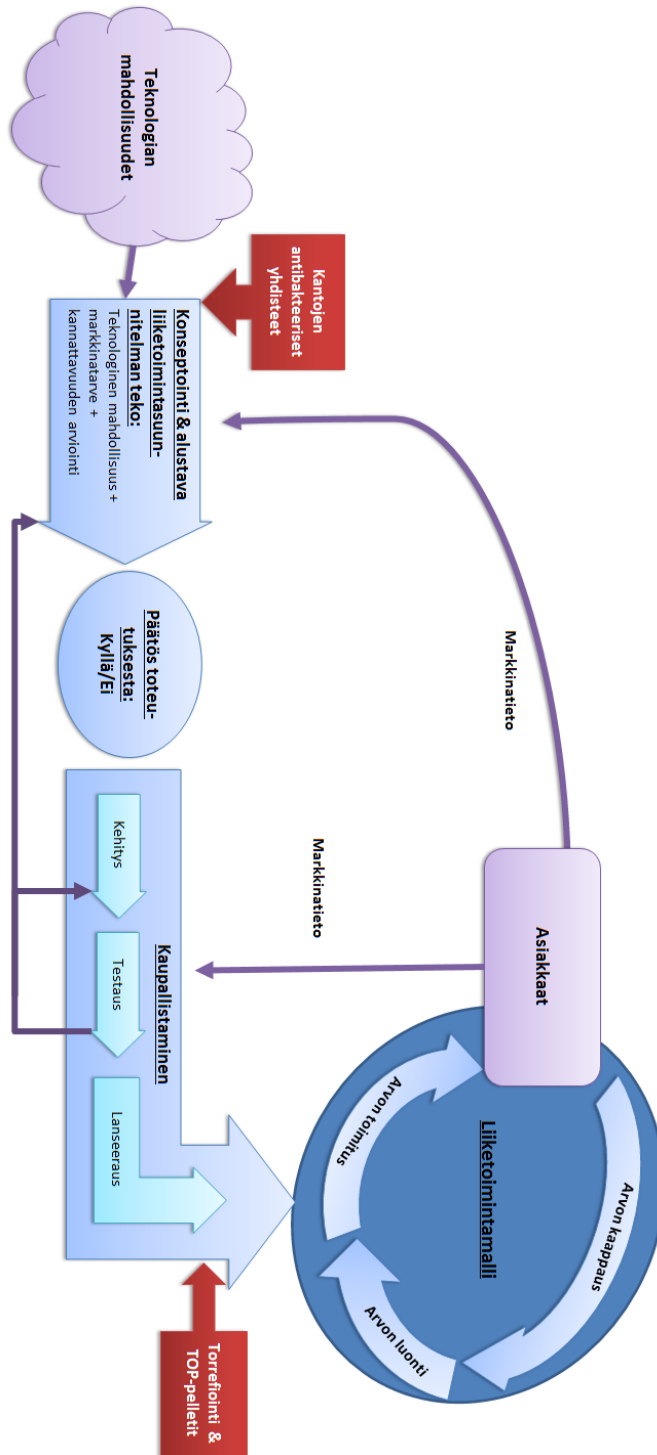
Siren, Heli. 2013e. Professori. LUT Kemia. Haastattelu. 8.5.2013

Vakkilainen, Esa. 2013. Professori. LUT Energia. Haastattelu. 26.3.2013

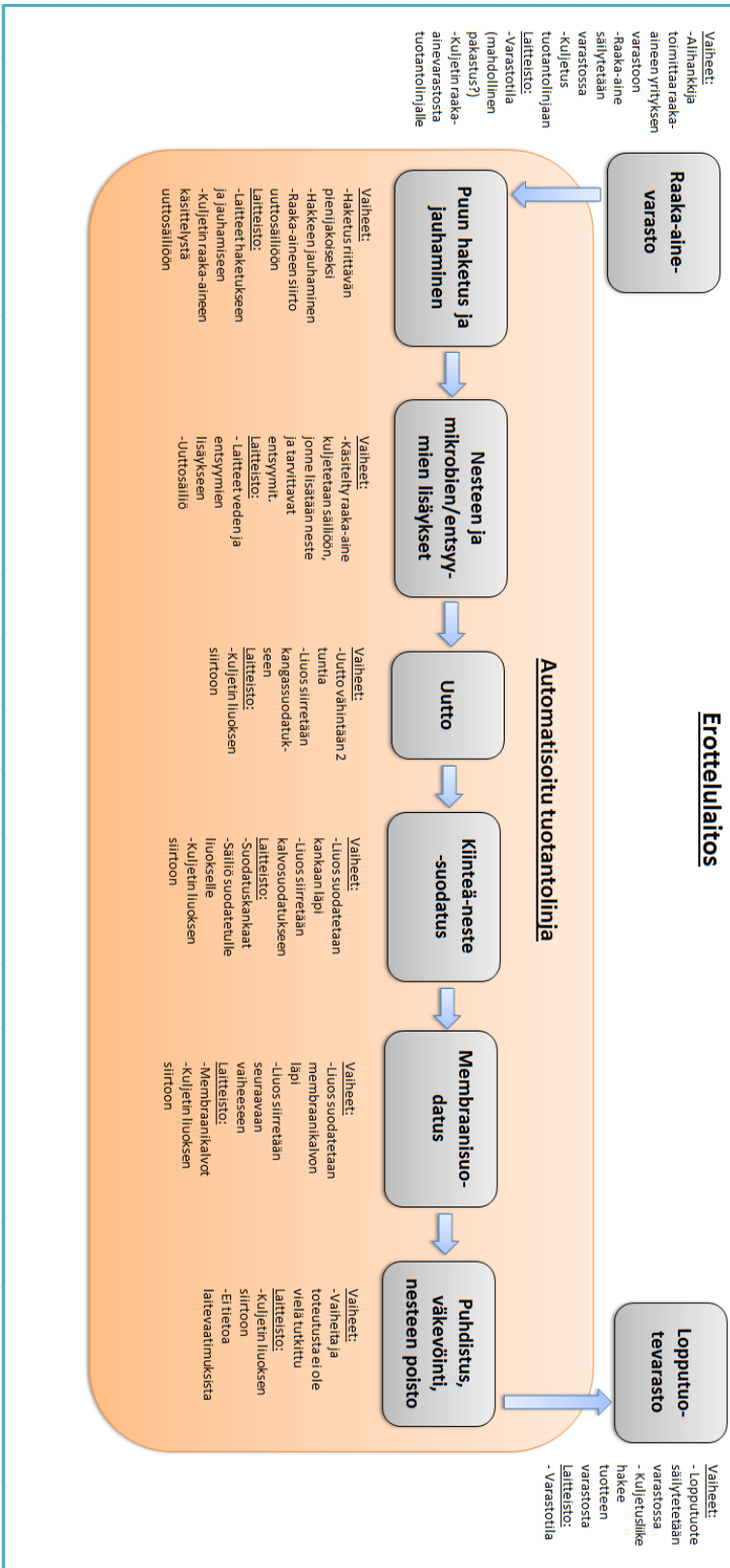
Liite 1. Kustannusten prosentiosuudet eri torrefioinnin käyttöasteilla

Torrefiointi 80 % käyttöasteella												
Laitoksen kapasiteetti	tn	104	209	417	730	1147	1669	3129	6257			
Tuotantokapasiteetti torrefioitua haketta	kg/h	15	30	60	104	164	238	446	893			
Raaka-ainemäärä	I-m ³	869,1	1738,1	3476,2	6083,4	9559,6	13904,8	26071,6	52143,2			
Investointikustannus	€	84 591 €	137 419 €	223 237 €	330 289 €	453 211 €	589 127 €	914 766 €	1 486 042 €			
Investointikustannus per vuosi	€	24,7 %	21,0 %	17,8 %	15,4 %	13,8 %	12,5 %	10,6 %	8,7 %			
Raaka-ainekustannus	€	45,5 %	47,7 %	49,7 %	51,1 %	52,1 %	52,9 %	54,0 %	55,1 %			
Pelletointikustannus	€	8,0 %	8,3 %	8,7 %	8,9 %	9,1 %	9,2 %	9,4 %	9,6 %			
Käyttö- & huolto- kunnossapitokustannus	€	17,5 %	18,4 %	19,1 %	19,6 %	20,0 %	20,3 %	20,8 %	21,2 %			
Sähkö	€	4,4 %	4,6 %	4,8 %	4,9 %	5,0 %	5,1 %	5,2 %	5,3 %			
Tuotantokustannus torrefioidulle hakkeelle	€/MWh	42,8	40,7	38,9	37,8	36,9	36,4	35,5	34,7			
Tuotantokustannus TOP-pelletille (ei energia- tai massahäviötä pelletöinnissä)	€/MWh	46,5	44,4	42,6	41,5	40,6	40,1	39,2	38,4			
Sivutoiminen torrefiointi												
Laitoksen vuosituotanto	tn	50	100	200	350	550	800	1500	3000			
Tuotantokapasiteetti torrefioitua haketta	kg/h	15	30	60	104	164	238	446	893			
Raaka-aineen kulutus	I-m ³	417	833	1667	2917	4583	6667	12500	25000			
Investointikustannus	€	84 591 €	137 419 €	223 237 €	330 289 €	453 211 €	589 127 €	914 766 €	1 486 042 €			
Investointikustannus per vuosi	€	40,6 %	35,7 %	31,1 %	27,6 %	25,0 %	22,9 %	19,8 %	16,7 %			
Raaka-ainekustannus	€	35,9 %	38,9 %	41,6 %	43,7 %	45,3 %	46,6 %	48,5 %	50,3 %			
Pelletointikustannus	€	6,3 %	6,8 %	7,3 %	7,6 %	7,9 %	8,1 %	8,5 %	8,8 %			
Käyttö- & huolto- & kunnossapitokustannus	€	13,8 %	14,9 %	16,0 %	16,8 %	17,4 %	17,9 %	18,6 %	19,4 %			
Sähkö	€	3,5 %	3,7 %	4,0 %	4,2 %	4,4 %	4,5 %	4,7 %	4,8 %			
Tuotantokustannus torrefioidulle hakkeelle	€/MWh	55,3	50,8	47,2	44,7	43,0	41,8	40,0	38,4			
Tuotantokustannus TOP-pelletille	€/MWh	59,0	54,5	50,9	48,4	46,7	45,5	43,7	42,1			

Liite 3. Käsiteltävät teknologiat asetettuna kaupallistamisviitekehukseen



Liite 4. Erotteluprosessin ja siinä tarvittavien laitteiden kuvaus



Liite 5. Erottelulaitoksen kustannusrakenne

Erottelulaitoksen kustannusrakenne				
Kiinteät kustannukset (€/a)				
Investointikustannus	213 305 €	Sisältää: membraaniruuttolaitteisto 500 000 €, monitorointilaitteisto 65 000 €, kiinteä-/nesteuuttolaitteisto 150 000 €, kiinteistö+muu 1500 000 €	0,0963	(15a/5%)
Vuosihuollot	60 000 €	Oletus 1 kk/a	60000	€
Viranomaismaksut	15 000 €	Luvat & testaukset, oletus:	15000	€/a
Sähkö	20 000 €	Oletus:	20000	€
Hallinto	60 000 €	Oletus: yksi henkilötyövuosi	60000	€
Muuttuvat kustannukset (€/a)				
Palkkakulut	234 545 €	Oletus: 2 kpl 8 h vuoroja per päivä, 2 henkilöä per vuoro, 5 d/vko, 43 vko/a, 220 työpäivää/henkilö/vuosi	60000	€/henkilötyövuosi
Raaka-ainekustannus	4 730 €	Kantomurskeen hinta noin 11 €/m ³ , ja tiheys tuoreena noin 800 kg/m ³ . Oletus: tuore ja puhdas kantomurske käyttöpaikalle kuljetettuna 10 kertaa kalliimpaa	0,1375	€/kg
Kehitystyö&Markkinointi&Lanseeraus	??	ei tietoa kustannuksista		
Tuotannon kulutusosat:				
Kankaat	90 300 €	Oletus: kuuluu 3 kpl/päivä	140	€/kpl
Membraanikalvot	2 418 750 €	Oletus: kuuluu 5 kpl/päivä, 1000-3500 €/kpl	2250	€/kpl
Lamput&kapillaarit&kemikaalit	10 000 €	Arvio:	10000	€/a
Puhtaat vedet	1 169 600 €	kuuluu 17 l/kg-puuta	2	€/l
Laitoksen kapasiteetti (kg-puuta/a)	34 400	Oletus:	10	kg/tunti
Vuosituotanto (g)	17 200	Oletus:	0,5	g/kg-puuta
Vuosikustannukset:	4 296 230 €			


ISBN 978-952-265-455-7

ISBN 978-952-265-456-4 (PDF)

ISSN-L 2243-3376

ISSN 2243-3376

Lappeenranta 2013

 LUT
Lappeenranta
University of Technology