

LAPPEENRANNAN-LAHDEN TEKNILLINEN YLIOPISTO LUT
School of Engineering Science
Tuotantotalous

Juuso Järvinen

**SELLUTEHTAAN TUOTANTOKAPASITEETIN NOSTON JA HIILINEUTRAALIN
TULEVAISUUDEN TALOUDELLINEN KANNATTAVUUS**

Tarkastajat:

Professori Timo Kärri
Tutkijatohtori Miia Pirttilä

TIIVISTELMÄ

Lappeenrannan-Lahden teknillinen yliopisto LUT
School of Engineering Science
Tuotantotalouden koulutusohjelma

Juuso Järvinen

Sellutehtaan tuotantokapasiteetin noston ja hiilineutraalin tulevaisuuden taloudellinen kannattavuus

Diplomityö

2020

74 sivua, 27 kuvaa ja 14 taulukkoa

Tarkastajat: Professori Timo Kärri, Tutkijatohtori Miia Pirttilä

Hakusanat: investointilaskenta, metsäteollisuus, meesauuni, omaisuudenhallinta, hiilineutraali, fossiiliset polttoaineet

Nopeasti muuttuva päästölainsäädäntö ja Euroopan Unionin kiristyvät päästötavoitteet ajavat organisaatiot uusien investointien ääreen. Metsäteollisuudessa hiilineutraalin tuotannon mahdollistavat investoinnit ovat yleistyneet lähivuosina ja ne nähdään usein mahdollisuutena. Investointien tuomien hyötyjen selvittäminen edellyttää niiden tarkastelua organisaatioiden omaisuudenhallintastrategian ja elinkaariajattelun pohjalta.

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli tarkastella suuren metsäteollisuusorganisaation tehtaalle suunniteltuja investointivaihtoehtoja. Tehtävänä oli muodostaa eri investointivaihtoehtoilta mahdollisimman tarkat elinkaaret, joista ilmenevät tuotot ja kustannukset, sekä tarkastella eri vaihtoehtojen taloudellista kannattavuutta erilaisin investointilaskennan menetelmin. Vaihtoehtoja tarkastellessa huomioitiin myös muut investointitarpeet koko tuotantolinjassa, joita pidettiin edellytyksenä investoinnista saatavalle tuotolle. Investointivaihtoehtoista pyrittiin löytämään tehtaan kannalta kannattavin ja järkevin vaihtoehto.

Tutkimus toteutettiin tapaustutkimuksena laadullisin ja määrällisin menetelmin. Aineisto muodostui pääosin perehtymällä omaisuudenhallintaan ja investointilaskentaan liittyvään kirjallisuuteen. Investointien tuomia hyötyjä etsittiin kansainvälisistä tutkimuksista, joissa oli käsitelty vastaavia investointeja. Kustannuksia ja hyötyjä arvioitiin hyödyntämällä organisaation sisäisiä lähteitä, kuten haastatteluja, raportteja, sekä ostotarjouksia.

Tutkimuksen lopputuloksena syntyi mahdollisimman tarkasti muodostetut elinkaaret jokaisesta investointivaihtoehdosta. Investointivaihtoehtojen yhteyteen taulukoitiin lisäinvestointitarpeet muualla tuotantolinjassa ja yhteenlaskettua summaa käytettiin alkuinvestoinnin suuruutena. Investointivaihtoehdot asetettiin kannattavuusjärjestykseen eri laskentamenetelmiä käyttäen.

Lopuksi tulosten oikeellisuutta ja tarkkuutta pohdittiin. Tarkastelun kohteena oli lähtöarvojen tarkkuus ja niiden vaikutus laskennan lopputulokseen. Lähtöarvojen muutosten vaikutusta visualisoitiin herkkyyksianalyysillä. Tutkimuksen pohjalta organisaatiolla on paremmat lähtökohdat aloittaa tarkempi investointien taloudellinen tarkastelu.

ABSTRACT

Lappeenranta-Lahti University of Technology LUT
School of Engineering Science
Degree Programme in Industrial Engineering and Management

Juuso Järvinen

The economic profitability of capacity increase and carbon neutral future in a pulp mill

Master's thesis

2020

74 pages, 27 figures and 14 tables

Examiners: Professor Timo Kärri, Postdoctoral researcher Miia Pirtilä

Keywords: investment, forest industry, lime kiln, asset management, carbon neutral, fossil fuels

Rapidly changing emission legislation and the tightening emission reduction targets of the European Union are driving organizations towards new investments. Carbon neutral manufacturing and related investments are becoming more frequent in forest industries. These investments are often seen as opportunities. Organizational asset management and lifecycle management are required to better understand the benefits of these investments.

The purpose of this study was to examine the different investment options considered. The objective was to form accurate life cycles for said investments from which costs and benefits could be seen. Also, the profitability of the investments was calculated using different methods. Additional required investments in other parts of the mill were considered as well. The aim was to find out the most profitable and reasonable investment option considering the whole mill.

This is a case study research that was conducted using quantitative and qualitative methods. The theory consists of literature related to asset management and investment calculations. The benefits of the investments were researched using international studies and articles that related to same type of investments. The costs and benefits were evaluated using organizations internal information sources such as interviews, reports and purchase offers.

The result of the study was accurately formulated life cycles from each of the investment options. The additional investments caused by the main investment were tabulated and the total sum were used in the calculations. The investment options were sorted according to the profitability using different methods.

Lastly the authenticity and accuracy of the results were considered. The attention was on the starting values and their accuracy. The change of these values was visualized using sensitivity analyses. Based on the study the organization has a better starting point when considering a more precise economic review of the investments.

ALKUSANAT

Haluan kiittää Janne Mäkelää ja Stora Ensoa mielenkiintoisesta diplomityön aiheesta ja laadukkaasta työn ohjaamisesta. Oli hienoa olla mukana tekemässä merkityksellistä selvitystyötä rennossa ja joustavassa työympäristössä.

Kiitos myös läheisilleni ja ystävilleni jatkuvasta tuesta, mikä on auttanut jaksamaan vuosien varrella.

Lappeenrannassa 31.5.2020

Juuso Järvinen

SISÄLLYSLUETTELO

1	JOHDANTO	10
1.1	Tutkimuksen tausta	10
1.2	Tutkimuksen tavoitteet ja rajaukset	11
1.3	Tutkimusmenetelmät ja aineisto	12
1.4	Tutkimuksen rakenne	13
2	YRITYSESITTELY	15
2.1	Stora Enso Oyj ja Imatran tehtaot	15
2.2	Sulfaattisellutehdas ja kemikaalikierto	16
2.3	Valkolipeätehdas	18
3	OMAISUUDENHALLINTA	21
3.1	Investointiprosessi ja riskit	22
3.2	Elinkaarikustannusanalyysi	28
3.3	Strateginen, taktinen ja operatiivinen omaisuudenhallinta	30
3.4	Omaisuudenhallinta ja kestävä kehitys paperi- ja selluteollisuudessa	32
4	INVESTOINTILASKENNAN MENETELMÄT	36
4.1	Kassavirtakaavio	36
4.2	Nettonykyarvomenetelmä	37
4.3	Sisäisen koron menetelmä	38
4.4	Takaisinmaksuajan menetelmä	38
4.5	Kannattavuusindeksi	40
4.6	Herkkyysanalyysi	40
5	TULOKSET	42
5.1	Laskennan lähtöarvot	42
5.1.1	Laskentakorkokanta	42
5.1.2	Investointien pitoajat	42
5.1.3	Polttoainesäästön laskenta	43
5.1.4	Päästöoikeuksien laskenta	43
5.1.5	Kapasiteetin nosto	44
5.1.6	Kiinteiden kustannusten laskenta	45
5.1.7	Käyttöpääoman lisätarve	46
5.1.8	Fossiilivapaan selluntuotannon hyöty	46
5.2	Investointivaihtoehdot ja elinkaaret	46
5.2.1	VE0	47

5.2.2	VE1.....	49
5.2.3	VE2.....	51
5.2.4	VE3.....	53
5.3	Kannattavuuslaskelmat	55
5.3.1	Nettonykyarvo.....	55
5.3.2	Sisäinen korko.....	56
5.3.3	Korollinen takaisinmaksuaika.....	56
5.3.4	Kannattavuusindeksi	56
6	POHDINTA	58
6.1	Lähtöarvot	58
6.2	Elinkaaret	62
6.3	Kannattavuuslaskelmat	63
7	YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET	67
	LÄHDELUETTELO	71

Kuvaluettelo

Kuva 1. Tutkimuksen rakenne.....	14
Kuva 2. Stora Enson myynti liiketoiminta-alueittain (Stora Enso 2019).....	16
Kuva 3. Sellutehtaan kemikaalikierto (KnowPulp 2020).....	18
Kuva 4. Valkoliipeätehtaan kierto (KnowPulp 2020).....	19
Kuva 5. Vikataajuuden weibull-käyrä (Miller et al. 2016, 7-8).....	20
Kuva 6. Omaisuuden hallinnan rooli organisaatiossa (Hastings 2015, s. 12.).....	21
Kuva 7. Korvausanalyysi (Hastings 2015, s. 465).....	23
Kuva 8. Investointiprosessin vaiheet (Kärri & Uusi-Rauva 2003, s. 11).....	25
Kuva 9. Omaisuuden elinkaari (Hastings 2015, s. 12).....	28
Kuva 10. Elinkaarikustannus analyysi. (Van der Lei et al. 2016, s. 86).....	29
Kuva 11. Omaisuudenhallinnan tasot (Marlow & Burn 2008).....	31
Kuva 12. Omaisuudenhallintastrategian vaikutteet ja vaatimukset tuotanto-omaisuudelle (Van der Lei et al. 2016, s. 51).....	32
Kuva 13. Eri trendien vaikutus eurooppalaisen paperi- ja selluteollisuuden kilpailukykyyn. (Korhonen et al. 2015, s. 871).....	34
Kuva 14. Kassavirtakaavio (Hastings 2015, s. 97).....	36
Kuva 15. Herkkyysanalyysi (Götze et al. 2015, s. 261).....	41
Kuva 16. Päästöoikeuksien hintakehitys (Energiavirasto, 2020).....	44
Kuva 17. Meesauunien kunnossapitokustannusten kehitys.....	45
Kuva 18. Vaihtoehtojen investointikustannukset.....	47
Kuva 19. VE0 ja VE1 elinkaarikustannukset.....	49
Kuva 20. VE1 elinkaari.....	50
Kuva 21. VE2 elinkaari.....	52
Kuva 22. Tarkennus VE2 elinkaaresta.....	53
Kuva 23. VE3 elinkaari.....	54
Kuva 24. Tarkennus VE3 elinkaaresta.....	55
Kuva 25. VE1 Herkkyysanalyysi.....	64
Kuva 26. VE2 Herkkyysanalyysi.....	65
Kuva 27. VE3 Herkkyysanalyysi.....	66

Taulukkuuettelo

Taulukko 1. Investointien tuottovaatimukset (Neilimo & Uusi-Rauva 2012, s. 210).....	25
Taulukko 2. Takaisinmaksuajan laskentaesimerkki	39
Taulukko 3. VE0 investoinnit.....	48
Taulukko 4. VE0 muutokset.....	48
Taulukko 5. VE1 investoinnit.....	49
Taulukko 6. VE1 muutokset.....	50
Taulukko 7. VE2 investoinnit.....	51
Taulukko 8. VE2 muutokset.....	51
Taulukko 9. VE3 investoinnit.....	53
Taulukko 10. VE3 muutokset.....	54
Taulukko 11. Investointivaihtoehdot netto nykyarvon mukaan	56
Taulukko 12. Investointivaihtoehdot sisäisen koron mukaan	56
Taulukko 13. Investointivaihtoehdot korollisen takaisinmaksuajan mukaan.....	56
Taulukko 14. Investointivaihtoehdot kannattavuusindeksin mukaan.....	57
Taulukko 15. Herkkyysanalyysien lyhenteet	64

LYHENTEET JA MÄÄRITELMÄT

HO5 – Haihduttamo 5

HO6 – Haihduttamo 6

KL2 – Kuitulinja 2

KL3 – Kuitulinja 3

KU1 – Kuivauskone 1

KS3 – Kaustisointi 3

MU3 – Meesauuni 3

MU4 – Meesauuni 4

SK5 – Soodakattila 5

SK6 – Soodakattila 6

VPU – Vedenpuhdistamo

SAM – Strategic Asset Management – Strateginen omaisuudenhallinta

TAM – Tactical Asset Management – Taktinen omaisuudenhallinta

O&M – Operation and maintenance – Käyttö ja kunnossapito

1 JOHDANTO

1.1 Tutkimuksen tausta

Ilmastonmuutoksen torjumiseksi Euroopan Unioni ohjaa jäsenmaitaan yhä tiukemmalla ilmastopolitiikalla. Pariisin ilmastopimuksessa EU:n ilmoittava tavoite vuoteen 2030 mennessä on vähentää kasvihuonekaasupäästöjä 40 prosenttia vuoden 1990 tasoon verrattuna. (Latvia and European Commission 2015)

Uusiutuvan energian käytöstä määräävä RES-direktiivi (Renewable Energy Sources) velvoittaa EU:n jäsenmaita lisäämään vähintään 20 prosenttia uusiutuvien energialähteiden osuutta käytetystä energiasta vuoteen 2020 mennessä. Uudistettu RED II (Renewable Energy Directive) tulee saattaa voimaan vuoden 2021 kesäkuussa ja se velvoittaa jäsenmaita lisäämään uusiutuvien energialähteiden määrää 32 prosenttia vuoden 2030 loppuun mennessä. (Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi (EU) 2018/2001). Suomen tavoitteena on nostaa uusiutuvien energialähteiden määrää loppukäytöstä 50 prosenttiin vuoteen 2030 mennessä. (Työ ja Elinkeinoministeriö 2017)

Suomen valtioneuvosto ja Marinin hallitus linjasi hallitusohjelmassaan tavoitteeksi saavuttaa hiilineutraaliuus vuoteen 2035 mennessä. Tämä toteutetaan päästövähennyksillä ja hiilinielujen vahvistamisella. Toisena tavoitteena Suomi pyrkii maailman ensimmäiseksi fossiilivapaaksi hyvinvointiyhteiskunnaksi. Energiatukijärjestelmää kehitetään ja järjestelmän painopistettä siirretään kohti energiateknologian investointi- ja demonstraatiotukia. (Valtioneuvosto 2020)

Euroopan Unionin ilmastotavoitteiden toteutuminen edellyttää toimia sen jäsenvaltioilta. Kiristynvä päästölainsäädäntö ajaa yritykset uusiin investointeihin, joilla kasvihuonekaasujen määrää pyritään vähentämään ja uusiutuvaa energiantuotantoa lisäämään. Hiilineutraalilla tuotannolla voidaan myös saavuttaa parempi markkina-asema vihreästi valmistettujen tuotteiden kysynnän kasvaessa. Investointipäätösten tekeminen kuitenkin vaikeutuu, kun investointien kohteena on

omaisuus, mikä ei ole vielä elinkaarensa lopussa. Omaisuudenhallinnan (asset management) merkitys näissä tapauksissa korostuu, jotta vältetään turhilta investoinneilta.

Investointien vertailu elinkaariajattelun pohjalta mahdollistaa laajemman kokonaiskäsityksen investointipäätöstä tehdessä. Elinkaaren aikana ilmenevät tulot ja menot tulee arvioida mahdollisimman tarkasti. Myös investoinnin antamalle mahdolliselle reaaliopiolle tulee laskea jokin arvo (esim. hiilineutraalisuus ja vaiheittain toteutus), jotta kannattavuuden tarkastelu olisi tasavertaista.

1.2 Tutkimuksen tavoitteet ja rajaukset

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli selvittää eri investointivaihtoehtojen elinkaarien aikana ilmenevät kustannukset ja vertailla investointeja eri kannattavuuslaskelmien avulla. Määräävänä tekijänä investoinnin kannattavuudelle pidettiin korollista takaisinmaksuaikaa, mutta investointeja tuli tarkastella mahdollisimman laajoin menetelmin. Tutkimuksen lopputuloksen perusteella kannattavin investointi olisi mahdollista valita tai sen tarkasteluun olisi mahdollisimman hyvät lähtökohdat. Tutkimuksen tulokset tuli saada visuaaliseen muotoon ja niitä tuli olla tarkasteltu herkkyyksianalyysien.

Tutkimuksessa pyrittiin vastaamaan kolmeen pääkysymykseen:

1. *Mitkä ovat investoinnin elinkaaren aikana ilmenevät kustannukset ja saavutettavat rahalliset hyödyt?*
2. *Mitä lisäinvestointeja alkuperäinen investointi aiheuttaa elinkaarensa aikana?*
3. *Mikä on investoinnin kannattavuus erilaisia laskentamenetelmiä käyttäen?*

Ensimmäisen kysymyksen avulla pyritään mahdollisimman tarkasti selvittämään laskentaan vaikuttavat kustannukset. Elinkaaren aikana ilmenevien kustannusten selvittäminen luo pohjan laskennalle ja investointien vertailulle. Investointikustannuksen ja elinkaaren aikana syntyvien tulojen ja kustannusten

tarkkaa selvittämistä pidettiin tärkeässä osassa myös jatkotutkimuksia ajatellen. Elinkaarikustannusten avulla pyrittiin luomaan mahdollisimman tarkat kassavirtakaaviot. Toisella kysymyksellä pyrittiin hakemaan vastausta siihen, mitä investointeja on alkuperäisinvestoinnin lisäksi tehtävä. Esimerkiksi investointi uuteen laitteeseen aiheuttaa kapasiteetin noston, mikä ei hyödytä ennen kuin kapasiteettia voidaan nostaa koko tuotantolinjalla. Lisäinvestoinnit lasketaan alkuperäisen investoinnin yhteydessä menoksi 0 vuodelle. Kolmannella kysymyksellä vastattiin suoraan investoinnin kannattavuuteen. Eri menetelmiä käyttämällä saatiin paras mahdollinen informaatio investoinnin kannattavuudesta.

Työ rajautui valkoliipeätehtaan investointivaihtoehtoihin, kuitenkin huomioiden mahdolliset lisäinvestoinnit muualla tuotantolinjassa. Lisäinvestointeja voidaan pitää edellytyksenä alkuperäisinvestoinnista saatavalle säästölle tai tuotolle. Tutkimuksen pääpaino oli valkoliipeätehtaan meesauuneissa ja vaihtoehtojen vertailulla pyrittiin selvittämään koko tehtaan kannalta paras vaihtoehto. Osa työn tuloksissa listatuista investoinneista ovat pakollisia, ja ne toteutetaan joka tapauksessa investointivaihtoehdosta riippumatta. Investoinnit toteutetaan samanaikaisesti koko tuotantolinjassa. Tämä tutkimus ajoittuu vuosille -2 ja -1, millä tarkoitetaan suunnittelu- ja selvitysvaihetta. Varsinainen investointi ajoittuu vuosille 0 ja 1. Tällä tarkoitetaan investoinnin toimeenpanovuotta ja rakentamisvaihetta.

1.3 Tutkimusmenetelmät ja aineisto

Tutkimus on luonteeltaan tapaustutkimus eli case study research. Sen perusteella saadaan tietoa yksittäisestä tapauksesta, tilanteesta tai rajatusta kokonaisuudesta eikä tieto ole tällöin suoraa yleistettävissä. Tässä tutkimuksessa käytettävä tapaustutkimus pohjautuu kvalitatiivisiin ja kvantitatiivisiin tutkimusmenetelmiin. Vaikutteita kvalitatiivisesta tutkimuksesta ovat asiantuntijahaastattelut, sekä kustannus selvitykset ja kvantitatiivisesta tutkimuksesta pohjautuminen aikaisempiin vastaaviin tutkimuksiin ja ilmiöihin. Tutkimuksen laskentaosuus on kvantitatiivista tutkimusta, sillä siinä nojaututaan täsmällisesti laskennallisiin

menetelmiin. Eri investointilaskennan menetelmät antavat kvantitatiivista informaatiota olemassa olevien laskentamenetelmien avulla.

Tämä tutkimus koostuu teoriaosiosta ja tutkimusosiosta. Teoriapohjan kuvaamiseen on käytetty kansainvälistä kirjallisuutta. Teoria pohjautuu omaisuudenhallintaan, elinkaariajatteluun ja investointilaskentaan. Tutkimuksessa hyödynnetään vahvasti laskelmia ja skenaarioita. Skenaarioilla tarkoitetaan kuviteltua tulevaisuuden tilaa ja niitä käytetään laajempien tulevaisuudenkuvien hahmottamiseen. Tutkimuksen suurena osana on kartoittaa eri vaihtoehtojen skenaariot mahdollisimman tarkasti ja lopuksi vertailla kannattavuutta erilaisin laskentamenetelmin. Skenaarioiden tukena on käytetty sellutehtaiden tulevaisuudentilaa käsitteleviä tutkimuksia ja raportteja. Laskentaan käytettyjä tietolähteitä ovat erilaiset kustannusraportit, tarjouspyynnöt, hintaselvitykset ja asiantuntijahaastattelut.

1.4 Tutkimuksen rakenne

Tutkimus koostuu seitsemästä pääluvusta, mitkä jakaantuvat pienempiin osiin. Luvussa 1 keskitytään työn taustaan, tutkimuskysymyksiin ja rajauksiin, tutkimusmenetelmiin ja aineistoihin, sekä tutkimuksen rakenteeseen. Luku 2 sisältää yritysesittelyn, sekä tarvittavan tiedon investointien kohteena olevan tehtaan ja tuotantolinjan toiminnasta. Tässä luvussa käsitellään myös tarkemmin tarkastelun kohteena olevaa tuotantolinjan osaa ja sen ominaispiirteitä. Kolmas luku on laskennan taustatekijöiden teoriapohja, missä käsitellään omaisuudenhallintaa, investointiprosessia, elinkaariajattelua ja investointien kannattavuuslaskennan eri menetelmiä. Teoriaosuuden omaisuudenhallintaan on lisäksi koottu aineistoa päästötavoitteiden vaikutuksista omaisuudenhallintaan ja investointeihin. Luvussa neljä käsitellään tutkimuksessa käytettyjä laskentamenetelmiä lyhyellä kuvauksella ja laskentaesimerkillä. Tulokset on jaoteltu kappaleessa 5 investointien kuvaukseen ja elinkaarien muodostamiseen, laskennassa käytettyjen arvojen laskentaan, sekä kannattavuuslaskentaan. Kappaleessa 6 pohditaan laskennan luotettavuutta ja tarkastellaan eri

investointivaihtoehtojen kannattavuuksia herkkyyssanalyysien avulla. Viimeisessä kappaleessa on yhteenveto ja johtopäätökset. Kuvassa 1 on esitetty tutkimuksen rakenne.



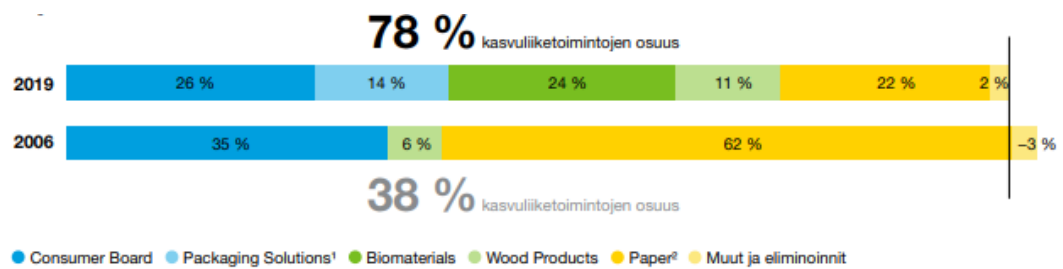
Kuva 1. Tutkimuksen rakenne

2 YRITYSEESITTELY

2.1 Stora Enso Oyj ja Imatran tehtaat

Stora Enso on vuonna 1998 Enso Oyj:n ja Stora AB:n yhdistyessä perustettu metsäteollisuusyritys. Kuluneen vuosikymmenen puolivälissä Stora Enso oli yksi maailman suurimpia painopaperin valmistajia ja metsäteollisuusyrityksiä. Vuosittain sen liikevaihto ylittää 10 miljardia euroa ja yritys työllistää yli 25 000 ihmistä 30 eri maasta. (Stora Enso 2020a)

Stora Enson liiketoimet vuonna 2019 koostuivat viidestä divisioonasta: Consumer Board (Kuluttajakartonki), Packaging Solutions (Pakkausratkaisut), Biomaterials (Biomateriaalit), Wood Products (Puutuotteet) ja Paper (Paperi). Liiketoiminta-alueet ja niiden osuus myynnistä on esitetty kuvassa 2. Consumer Board valmistaa ja kehittää kuluttajapakkauskartonkeja pakkaus- ja painosovelluksiin. Pakkauskartonkeja käytetään esimerkiksi nestepakkauksissa (maitopurkit), sekä elintarvikkeiden ja lääkkeiden pakkauksissa. Pakkauskartonkien osuus koko yhtiön liikevaihdosta on 26 %. Packaging Solutions kehittää ja myy kuitupohjaisia pakkauksia jatkojalostajille ja jälleenmyyjille. Sen osuus yhtiön kokonaisliikevaihdosta on 14 %. Biomaterials myy erilaisia sellulaatuja, joita voidaan käyttää eri käyttötarkoituksiin (tekstiilit, hygienia, pehmopaperit). Se kehittää uusia tapoja maksimoida puusta saatavien aineiden käyttöä. Sen osuus liikevaihdosta on 24 %. Woodproducts tuottaa 11 % yrityksen liikevaihdosta ja tuottaa puupohjaisia ratkaisuja asumisen ja rakentamisen tarpeisiin. Paper tuottaa nimensä mukaisesti paperia kustantajille, painotaloille, tukkureille, jatkojalostajille, jälleenmyyjille ja toimistotarvikkeiden toimittajille. Paper tuottaa n. 22 % yrityksen liikevaihdosta. (Stora Enso 2019)



Kuva 2. Stora Enson myynti liiketoiminta-alueittain (Stora Enso 2019)

Stora Enson suurimmat yksittäiset omistajat ovat Solidium, Foundation Asset Management ja Kansaneläkelaitos. (Stora Enso 2019)

Imatran tehtaat ovat yksi maailman suurimmista kuluttajakartonkitehtaista. Tehtaat kuuluvat Packaging materials -divisioonaan ja siellä valmistettavia tuotteita ovat sellu, muovipäällysteet ja kuluttajakapakkaukset. Tehtaan vuosittainen tuotantokapasiteetti on 1 155 000 tonnia kuluttajakapakkaukset, 1 020 000 tonnia sellua ja 285 000 tonnia muovipäällysteitä. Tehtailla työskentelee n. 1300 henkilöä. Imatran tehtaat toimittavat yli 90 % tuotetusta kuluttajakapakkauksesta Eurooppaan ja Kaakkois-Aasiaan. (Stora Enso 2020a)

2.2 Sulfaattisellutehdas ja kemikaalikierto

Sellutehdas on pääasiassa sellua valmistava tuotantolaitos, mutta sellutehtaalla syntyy useita sivuvirtoja, kuten esimerkiksi kuorta, purua, tärpähtiä, tuotekaasua, uusiutuvaa dieseliä, ligniiniä, sekä mäntyöljyä. Sivuvirrat ovat osa liiketoimintaa ja niitä voidaan jatkojalostaa biotuotteiksi. Sellua käytetään paperin tai kartongin valmistukseen. Sellutehtaan pääosastoihin kuuluvat puunkäsittely, kuitulinja, kuivatus, talteenotto ja meesanpolto. Osastojen yhteyteen liittyy pienempiä kokonaisuuksia ja sivuvirtoja hyödyntäviä toimintoja. (KnowPulp 2020)

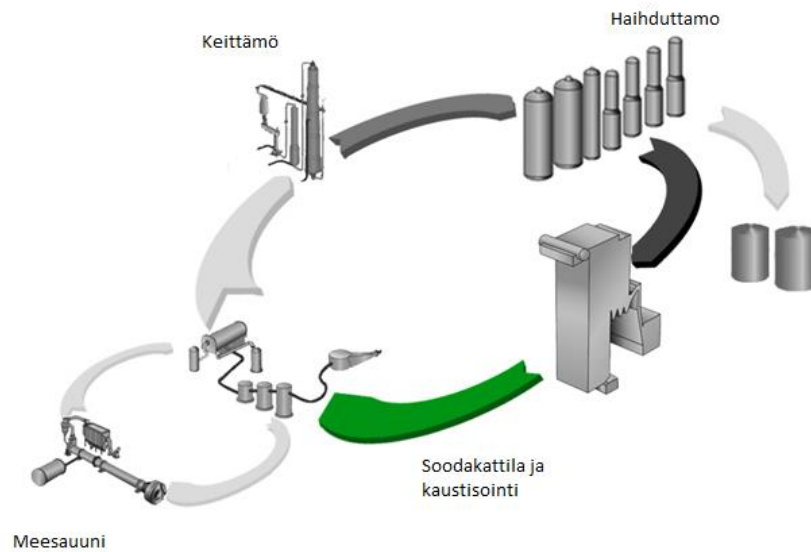
Puunkäsittelyssä tehtaalle junalla tai autolla tuotu mahdollisimman tuore puu sulatetaan tarvittaessa, kuoritaan ja haketetaan. Haketuksen tarkoituksena on tuottaa tasalaatuista ja laadukasta haketta. Hake seulotaan ja varastoidaan

hakekasoihin, joista se siirretään kuitulinjalle hakekuljettimilla. Puun kuoren sisältämä energia voidaan hyödyntää biopolttoaineena voimalaitoksessa tai tuotekaasuna kuoren kaasuttimessa. (KnowPulp 2020)

Kuitulinjan tehtävänä on hakkeen sisältämän ligniinin erottaminen keittämällä ja massan jalostaminen. Keittoprosessissa haketta ja keittokemikaalina käytettävää valkolipeää syötetään keittimeen ja kuumennetaan. Ligniini ja muut orgaaniset aineet liukenevat keittokemikaaliin, mikä erotetaan massasta pesuvaiheessa. Pesty massa jatkaa valkaisu vaiheeseen ja erotettu keittokemikaali eli mustalipeä siirtyy regenerointiin talteenoton osastolle. Valkaisu vaiheessa massaa vaalennetaan ja siitä pyritään poistamaan liuennut ligniini. (KnowPulp 2020)

Valkaistu massa siirtyy kuivatukseen. Kuivatuksen tehtävänä on poistaa massasta kaikki ylimääräinen vesi puristamalla ja haihduttamalla höyryä käyttäen. Valmiin sellun kuiva-ainepitoisuus on n. 90 %, minkä jälkeen sellu leikataan arkkeihin ja paalutetaan kuljetusta varten. Valmis sellu viedään paperi- tai kartonkitehtaille, missä se pulperoidaan uudestaan massaksi. (KnowPulp 2020)

Keittovaiheessa erotettu mustalipeä siirretään pumpuilla talteenoton osastolle. Aluksi mustalipeän kuiva-aine nostetaan riittävälle tasolle haihduttamalla, missä siitä poistetaan ylimääräinen kosteus höyryllä. Seuraavaksi sen sisältämä lämpöenergia hyödynnetään soodakattilassa polttamalla. Soodakattila tehtävä on keittokemikaalien talteenotto ja regenerointi, orgaanisten aineiden ympäristöystävällinen poltto, sekä lämmön talteenotto. Soodakattilan tuotteena syntyy lämpöä, höyryä ja natriumsulfidia eli viherlipeää. Viherlipeä pumpataan kaustistamolle, missä se muutetaan käyttökelpoiseksi keittokemikaaliksi eli valkolipeäksi erilaisten prosessien avulla. Valkolipeä pumpataan takaisin kuitulinjalle ja kierto alkaa alusta. (Kuva 3) (KnowPulp 2020)

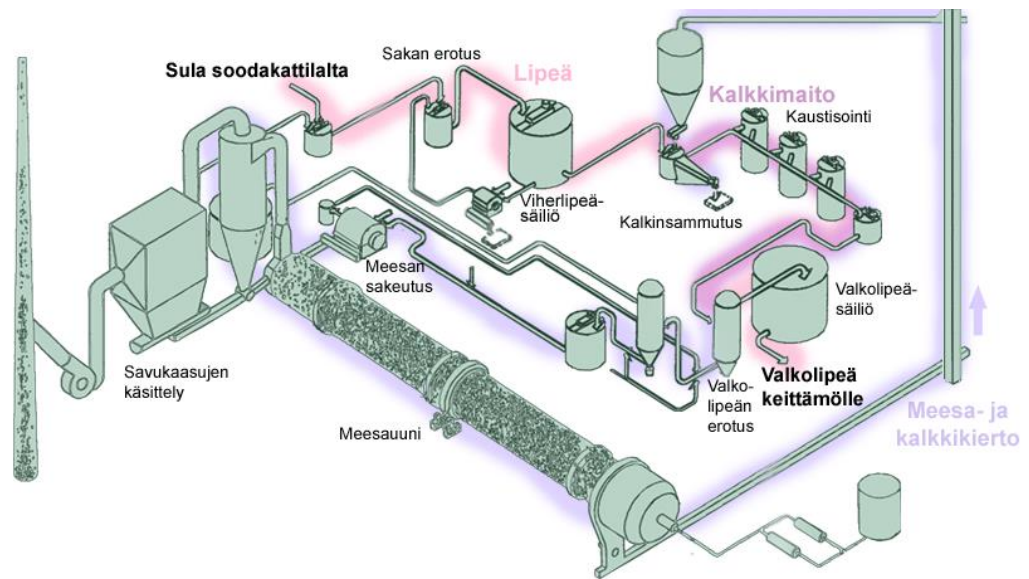


Kuva 3. Sellutehtaan kemikaalikierto (KnowPulp 2020)

2.3 Valkolipeätehdas

Tutkimuksessa tarkasteltava valkolipeätehdas on kokonaisuus, minkä muodostavat meesauunit ja kaustisointi. Valkolipeätehtaan tarkoitus on nimensä mukaisesti tuottaa keittovaiheessa tarvittavaa valkolipeää. (KnowPulp 2020)

Soodakattilasta tuleva viherlipeä ohjataan sakanpoiston kautta viherlipeäsäiliöön, mistä se jatkaa matkaansa sammuttimeen. Viherlipeän joukkoon lisätään kalkkia, minkä seurauksena aineista muodostuu kalkkimaitoa. Kaustisointiprosessissa viherlipeän natriumkarbonaatti muutetaan sammutetun kalkin avulla natriumhydroksidiksi. Valkolipeä suodatetaan kalkkimaidosta valkolipeäsuotimilla ja jäljelle jäävää ainetta kutsutaan meesaksi. Meesa kulkee siilon kautta meesasuoitimelle, missä siitä poistetaan ylimääräinen kosteus ja suotimelta meesa siirretään meesauunin syöttöpäähän kuljettimella. Meesa palaa uunissa poltetuksi kalkiksi ja sen viipymisaika uunissa on 6–8 tuntia. Kun poltettu kalkki poistuu uunin polttopäästä, se jäädytetään ja kuljetetaan kalkkisiiloon, mistä sitä käytetään jälleen kaustisointiprosessiin (kuva 4). (KnowPulp 2020)



Kuva 4. Valkolipeätehtaan kierto (KnowPulp 2020)

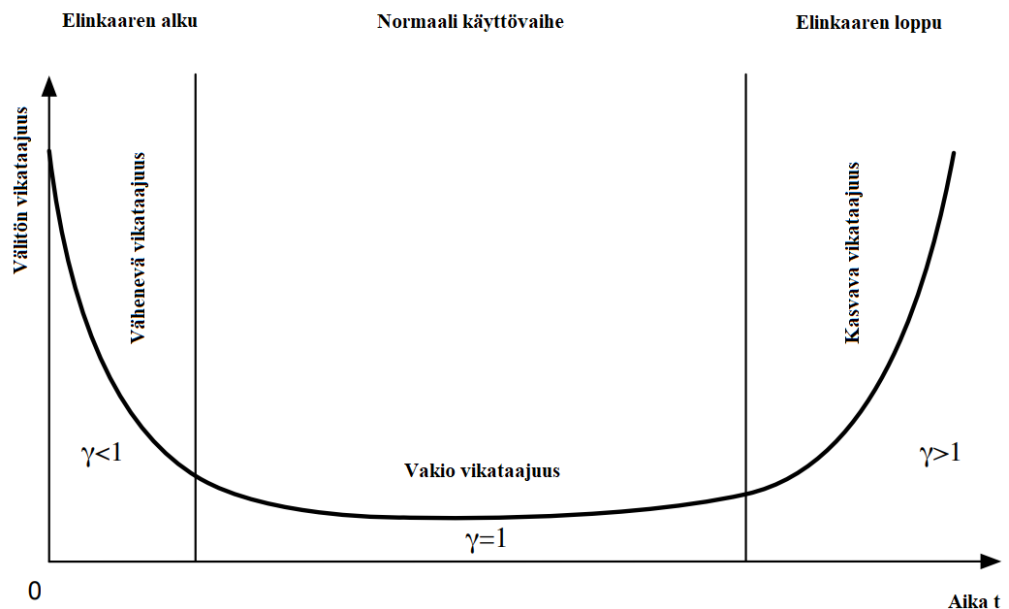
Meesauunin polttoaineena voidaan käyttää raskasta polttoöljyä, maakaasua tai kuoren kaasutuksesta syntyvää tuotekaasua. Polttoöljystä ja maakaasusta syntyviä päästöjä ovat hiilidioksidi, rikin yhdisteet, typen yhdisteet, sekä häkä. (KnowPulp 2020)

Imatran tehtaiden valkolipeätehdas sisältää kaksilinjaisen kaustisoinnin ja kaksi meesauunia. Meesauuneista MU3 on otettu käyttöön vuonna 1988 ja MU4 vuonna 1991. Meesauunin elinkaaren pituus on tyypillisesti n. 30 vuotta.

Nykytilanteessa meesauunien yhteenlaskettu kapasiteetti ei ole riittävä ja rajoittaa tuotantoa. Investointivaihtoehdot kohdistuvat meesauuneihin ja niillä pyritään saavuttamaan koko tehtaan kapasiteetinnosto. Tarkemmin vaihtoehdot kuvataan kappaleessa 5.2. Meesauunien käyttökustannukset koostuvat kunnossapidon kiinteistä kustannuksista, sekä käytön muuttuvista kustannuksista (polttoaine). Kiinteät kustannukset kasvavat pitkällä aikavälillä uunien ikääntyessä. Tämä tarkoittaa lisääntyvää häiriökunnossapitoa ja suurkorjausten määrää. Myös kunnonvalvonnan tarve kasvaa. Suurimpia kustannuseriä meesauunien kunnossapidossa ovat uunien muuraus, kannatinrullien vaihto ja kuljettimien huoltaminen.

Meesauunien polttoaineena toimii maakaasu, mikä luokitellaan fossiiliseksi polttoaineeksi. Käytöstä aiheutuvia kustannuksia ovat siis maakaasu, päästöoikeudet ja sähkönkulutus. Näiden lisäksi uunien huollon yhteydessä suoritettavat puhdistustoimenpiteet aiheuttavat lisäkustannuksia. Meesauunit noudattavat kuvan 5 mukaista vikataajuuden weibull-käyrää. Tässä käyrässä elinkaaren alkupuolella vikataajuus on suurempi ja voidaan puhua ns. lastentautivaiheesta. Normaalikäytössä vikataajuus pysyy vakiona. Elinkaaren lopussa laitteiden ikääntyessä vikataajuus kasvaa. (Miller et al. 2016, 7–8)

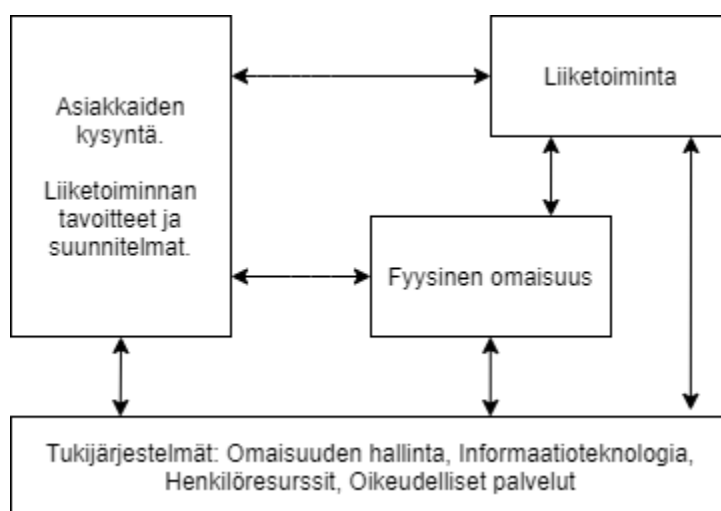
Kohdeorganisaation meesauunit ovat elinkaaren loppuvaiheella ja vikataajuuden kasvu on havaittavissa. Tässä tutkimuksessa kunnossapidon kiinteitä kustannuksia ja niiden kehittymistä on arvioitu yhteistyössä kunnossapito-organisaation kanssa. Tarkempi selvitys meesauunien kunnossapitokustannusten kasvusta on esitetty kappaleessa 5.2.6.



Kuva 5. Vikataajuuden weibull-käyrä (Miller et al. 2016, 7–8)

3 OMAISUUDENHALLINTA

Yrityksen omaisuuteen kuuluu fyysinen omaisuus (tehdas, tuotantokoneet, ajoneuvot, tiet, putket ja muu infrastruktuuri), rahoitusomaisuus, työntekijät, informaatio ja aineeton omaisuus. (Hastings 2015, s. 6–7). Omaisuudenhallinnan tavoitteena on mahdollistaa organisaatioiden omaisuuden arvon realisointi. Se mahdollistaa, että organisaation omaisuus on sen liiketoiminnalle sopivaa ja tarjoaa tukipalveluita, mitkä ovat olennaisia tehokkaan toiminnan kannalta. (Hastings 2015, s. 11). Oxfordin sanakirjan mukaan (2020) ”Asset Management” tarkoittaa aktiivista omaisuudenhallintaa, minkä avulla optimoidaan investointien tuotto. Kuvassa 6 on esitetty omaisuudenhallinnan rooli organisaatiossa. Fyysinen omaisuus on osa liiketoimintaa ja siihen vaikuttaa sidosryhmät, sekä organisaation tavoitteet. Kokonaisuutta ohjataan omaisuudenhallinnalla.



Kuva 6. Omaisuuden hallinnan rooli organisaatiossa (Hastings 2015, s. 12.)

Omaisuudenhallinta pohjautuu standardiin ISO 55000 ja muodostaa yleisen viitekehyksen fyysisen omaisuuden hallinnalle. Organisaatiohierarkiassa yrityksen omistaja/omistajat määrittävät strategian, ylimmän johdon tehtävänä on liiketoiminnan kehittäminen ja kunnossapito- ja käyttöorganisaatio vastaa tuotannosta. Väliin jää ns. ”harmaa-alue”, mikä täytetään omaisuudenhallinnalla. Näihin tehtäviin kuuluu hankinta- ja kehitysprojektit, omaisuuden suunnittelu, sekä

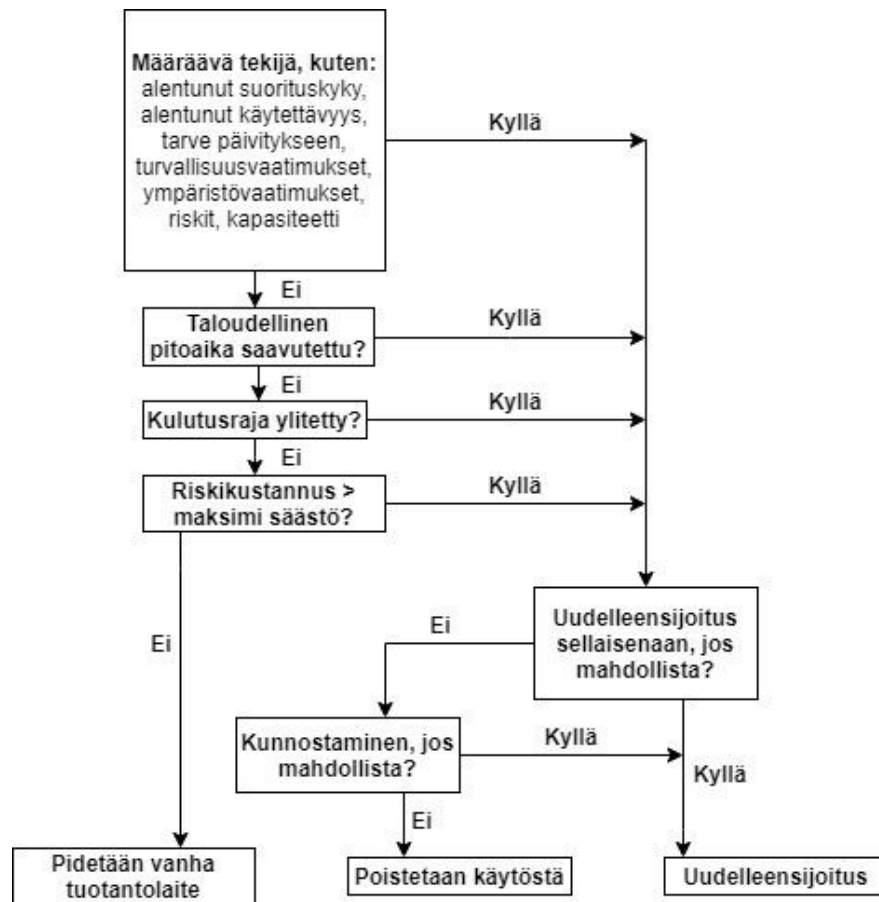
käytössä olevan omaisuuden hallinta. (Hastings 2015, s. 16). Omaisuudenhallinta on nuori ja kehittyvä ala, mikä on vastikään alkanut kerätä tietämystä omasta akateemisesta tietämuskannastaan. (Van der Lei et al. 2016, s. 4)

Teollisuuden omaisuudenhallinta ja päätöksenteko on nykypäivään asti osittain ollut intuition ja vision varassa enemmän kuin rakennelmallisen analyysin. Viime aikoina nopeasti muuttuva liiketoimintaympäristö korostaa omaisuudenhallinnan strategista merkitystä etenkin yrityksissä missä fyysisten omaisuusinvestointien määrä on suuri. (Van der Lei et al. 2016, s. 47)

Nykypäivänä muuttuvien trendien takia yrityksen johto käyttää apunaan kokonaisvaltaisempia ja analyyttisempia työkaluja investointipäätösten tukena. Markkinoiden kilpailun koveneminen ja turbulenttinen ympäristö aiheuttavat fyysisen tuotanto-omaisuuden elinkaaren lyhenemisen. Vaatimukset kestävämmästä ja turvallisemmasta tuotannosta kasvavat osakkeenomistajien tarpeiden tyydyttämiseksi. Tämän seurauksena myös pidemmän tähtäimen pääoman tuottovaatimukset tulisi kasvaa korostaen elinkaariajattelun merkitystä. (Van der Lei et al. 2016, s. 48)

3.1 Investointiprosessi ja riskit

Laitteen tai koneen ikääntyessä monet syyt johtavat sen korvaamiseen uudemmalla ratkaisulla. Korvaamiseen tarpeeseen vaikuttaa mm. seuraavat asiat: Suorituskyky, käytettävyys, luotettavuus, korjattavuus, kunnossapitokustannukset, vikaantuminen, kapasiteetti, käyttökustannukset, tulevat suurkorjaukset, turvallisuus, ympäristö, lainsäädäntö ja muut tiukentuneet vaatimukset. Kuvasta 7 nähdään korvausprosessin virtauskaavio, minkä perusteella korvauksen tarvetta voidaan havainnollistaa. (Hastings 2015, s. 464–465)



Kuva 7. Korvausanalyysi (Hastings 2015, s. 465)

Investointiprosessi nähdään johtamisprosessin osana. Tavoitteiden asettaminen vaikuttaa ongelman ymmärtämiseen ja viitekehysten luomiseen mahdollisten ratkaisujen kartoittamisessa. Tavoitteet voidaan jakaa muodollisiin ja siitä jakautuviin oleellisiin tavoitteisiin. Nykytilan kartoittaminen ja sen tulevaisuuden ennustaminen on tärkeä osa uuden investoinnin hyötyjä tarkastellessa. Tarkastelussa nousee esille mahdolliset ongelmat ja uuden investoinnin tuomat hyödyt. (Götze et al. 2015, s. 8)

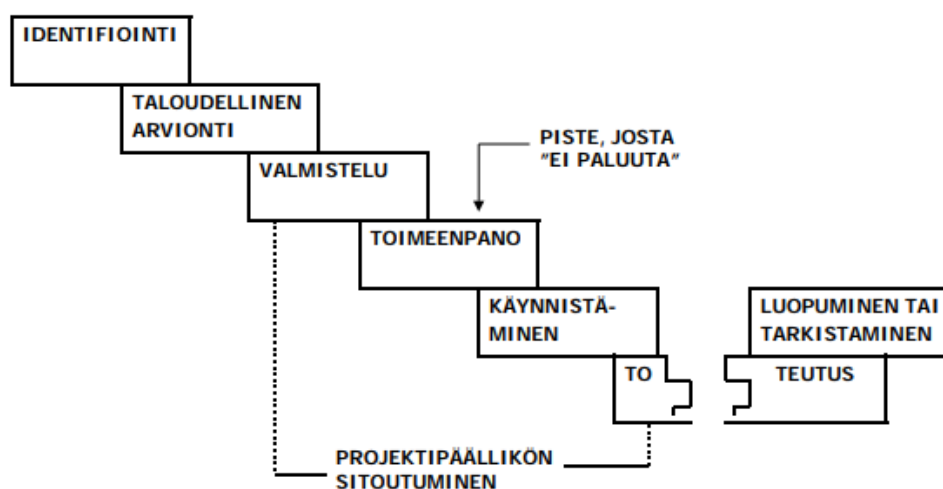
Investointi on suuri rahasumma, mikä sijoitetaan pitkäksi aikaa johonkin kohteeseen. Siihen liittyy aina aika ja riski. Investoinnit ovat kertaluontoisia ja vaativat oikean ajoituksen, sillä toimintaympäristö muuttuu nopeasti. Päätöstilanne on usein monimutkainen, sillä tulevaisuus on epävarmaa, eikä kaikkia asioita voida mitata. (Neilimo & Uusi-Rauva 2012, s. 206). Investoinnit ovat usein organisaatioiden toiminnan kehittämistä ja toimintaedellytysten ylläpitämistä

pitkällä aikavälillä. Budjetointi yhdistää investointisuunnittelun ja toteuttamisen ja mahdollistaa investointien toteuttamisen. (Järvenpää et al. 2017)

Neilimo & Uusi-Rauva (2012, s. 208) mukaan investointien suunnittelu voidaan jakaa kymmeneen päävaiheeseen:

1. Heräte syntyy
2. Investointitarpeen toteaminen
3. Tavoitteiden täsmentäminen
4. Investointi-ideoiden kartoittaminen
5. Investointivaihtoehtojen kehittäminen
6. Laskelmat, vertaukset, karsinnat
7. Pääomatarpeen ja rahoituksen suunnittelu
8. Riskien tarkastelu
9. Päätöksenteko
10. Investoinnin toteuttaminen ja jälkiseuranta

Toisaalta investointiprosessi voidaan jaotella elinkaarimaisesti identifiointiin, taloudelliseen arviointiin, valmisteluun, toimeenpanoon, käynnistämiseen ja toteutukseen. Toimeenpanovaihetta voidaan pitää pisteenä, josta ei ole paluuta. Prosessin edetessä käytössä olevan tiedon määrä, sekä suunnitelman tarkkuus kasvaa (kuva 8). (Kärri & Uusi-Rauva 2003, s. 11)



Kuva 8. Investointiprosessin vaiheet (Kärri & Uusi-Rauva 2003, s. 11)

Investointeja on erilaisia ja ne voidaan luokitella tarkoituksensa mukaan. On olemassa pakollisia investointeja, joiden tarve voi pohjautua esimerkiksi päästölainsäädäntöön. Muita investointityyppjä ovat markkina-aseman turvaamiseen liittyvät investoinnit, uusintainvestoinnit, kustannusten alentamiseen liittyvät investoinnit, tuottojen lisäämiseen liittyvät investoinnit ja uusien alueiden valtaaminen tai uusien tuotteiden aikaansaaminen investoinneilla. Eri investointityyppihin sovelletaan erisuuruisia laskentakorkokantoja riskin perusteella taulukon 1 mukaisesti. (Neilimo & Uusi-Rauva 2012, s. 210). Järvenpää et al. (2017, s. 374) luokittelee investoinnit laajennusinvestointeihin, korvausinvestointeihin, pakollisiin ja muihin tuottamattomiin investointeihin, sekä tutkimukseen ja tuotekehitykseen tehtäviin investointeihin.

Taulukko 1. Investointien tuottovaatimukset (Neilimo & Uusi-Rauva 2012, s. 210)

Tärkeys	Investoinnin kuvaus	Tuottovaatimus
1.	Lakiin tai määräyksiin perustuvat investoinnit	Ei tuottovaatimusta
2.	Markkina-aseman turvaaminen investoinnein	6 %
3.	Uusintainvestoinnit	10-12 %
4.	Kustannusten alentaminen	12-15 %
5.	Tuottojen lisääminen	15-20 %
6.	Uusien alueiden valtaaminen tai uusien tuotteiden aikaansaaminen	yli 20 %

Investointityypeistä laajennusinvestoinneilla on usein tärkeä strateginen merkitys. Niiden avulla voidaan lisätä nykyisten tuotteiden valmistuskapasiteettia tai valmistaa kokonaan uutta tuotetta eri markkina-alueelle. Jälkimmäinen vaihtoehto tarkoittaa tarkempaa suunnittelua ja tuotteiden kysynnän analysointia. Myös kilpailijat ja markkinatilanne tulee ottaa huomioon muuttuvassa ympäristössä. Lukuisten epävarmuustekijöiden takia laajennusinvestoinneille käytetään muita investointityyppejä korkeampaa tuottovaatimusta. Myös alemmaa tuottovaatimusta voidaan käyttää, jos laajennus mahdollistaa uutta liiketoimintaa tai toimii pohjana uusien tuotteiden ja palvelukonseptien kehittämiseksi. (Järvenpää et al. 2016, s. 374)

Korvausinvestoinnit voidaan nähdä tuotantolaitteiden uusimisena, mikä johtuu kulumisesta, vahingoittumisesta, vanhentuneesta teknologiasta tai ikätekijöistä. Tuotantolaitteen lopullinen hajoaminen aiheuttaa välittömän korvaustarpeen, milloin korvausinvestointi voidaan joutua tekemään ilman erityistä investointisuunnittelua. Elinkaaren päättymistä ja teknologista vanhenemista tulee ennakoita ja korvaussuunnittelu tulee toteuttaa ennen taloudellisen pitoajan päättymistä. Investoinnin ajoitus korostuu tässä tapauksessa, jotta paras taloudellinen tulos voitaisiin saavuttaa. Korvausinvestoinneissa keskeisimmät analysoitavat asiat ovat tuotteen valmistuskustannukset, vaikutus tuotteen laatuun ja ominaisuuksiin, sekä kaikkien kolmen yhteisvaikutus tuotteen myyntiin. (Järvenpää et al. 2016, s. 374–375)

Tuottamattomat ja muuten pakolliset investoinnit kuuluvat osaltaan vastuulliseen toimintaan ja yhteiskuntavastuun toteuttamiseen. Vastuu jakautuu ympäristövastuuseen, sekä sosiaaliseen ja taloudelliseen vastuuseen. Taloudellinen vastuu voidaan nähdä ympärillä olevien organisaatioiden ja infrastruktuurin palveluiden tason nostamisena. Sosiaalinen aspekti käsittää työympäristön turvallisuuden ja hyvinvoinnin parantamisen esimerkiksi koulutus- ja terveydenhoitopalveluiden tarjoamisella. Ympäristövastuu tarkoittaa päästö- ja saastemäärien rajoittamista erilaisten investointien avulla. Tämä vaikuttaa ilmastonmuutoksen torjumiseen positiivisesti ja vähentää sen epäedullisia

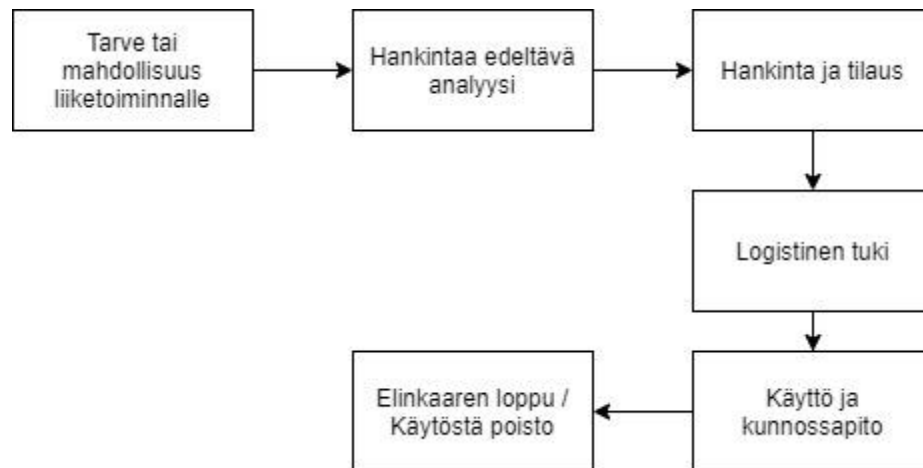
seurauksia. Ympäristövastuussa voidaan myös keskittyä materiaalien uusiokäyttöön. Kaikilla toimenpiteillä voi olla edistäviä vaikutuksia organisaation taloudelliseen menestymiseen, vaikka varsinaista tuottovaatimusta investoinneille ei ole. Investointien lähtökohtana toimii lainsäädäntö, asetukset tai parempien ympäristöarvojen mukaiset liiketoimintatapojen muutokset. (Järvenpää et al. 2016, s. 375)

Kustannusten ja tuottojen arviointi aiheuttaa lukuisia epävarmuuksia, sillä ne ovat pohjimmiltaan ennustamista. Varsinkin kertaluontoisiin investointiprojekteihin liittyy huomattavia riskejä, sillä vertailukohtaa ei ole. (Kärri & Uusi-Rauva 2003, s. 34). Esimerkiksi riskiltään hyvin suuria projekteja ovat uuden tuotteen valmistukseen liittyvät investoinnit, sillä tuotteen valmistukseen, myyntiin ja menestykseen liittyy paljon epävarmuuksia. Myös tutkimus ja kehittämistoiminnan investoinnit ovat usein epävarmoja, sillä niiden tulevaisuuden vaatimuksia on vaikea ennustaa. (Götze et al. 2015, s. 5). Tulevaisuuden epävarmuuksia käsitellessä voidaan puhua tilastollisesta epävarmuudesta. Epävarmuustekijöitä ovat esimerkiksi markkinatilanne, teknologia, poliittiset tilanteet, luonnonolosuhteet ja inflaatio. Näitä voidaan hallita aikaisemman kokemuksen lisäksi aikasarja-analyysin apuneuvoilla, kuten liukuvalla keskiarvolla, matemaattisilla malleilla ja eksponentiaalisella tasoituksella. Epävarmuuksia esiintyy, sillä lähtötiedot ovat epätarkkoja tai virheellisiä, laskelmien yhtälöt puutteellisia tai suunnittelu epäonnistunutta. (Kärri & Uusi-Rauva 2003, s. 34–35)

Riskitekijöiden tunnistaminen ja niiden vaikutuksien vähentäminen projektin alkuvaiheessa riskianalyysien avulla. Menetelmiä, kuten herkkyysanalyysi, päästöpuutekniikka ja CRIPT (Construction Risk Identification & Prevention Techniques) voidaan käyttää riskien kartoittamiseksi ja hallitsemiseksi. Lisäksi tilastoihin tai projektihenkilöstön kokemuksiin perustuvat todennäköisyysjakaumat ovat keino ottaa epävarmuus huomioon. (Kärri & Uusi-Rauva 2003, s. 36)

3.2 Elinkaarikustannusanalyysi

Omaisuuuden elinkaarella tarkoitetaan muutosten sarjaa, mitä tuote, prosessi, aktiviteetti, jne. käy läpi olemassaolonsa aikana. (Cambridge Dictionary 2020). Omaisuuuden elinkaaren vaiheisiin voidaan lukea suunnittelu, tuottaminen, kokoaminen, käyttöönotto, operointi, kunnossapito ja käytöstä poisto. (Van der Lei et al. 2016). Hastingsin (2015, s. 12) mukaan elinkaari alkaa tarpeesta, mikä johtaa ennen hankintaa johtaviin analyyseihin. Tämän jälkeen seuraa hankinta ja käyttöönotto, logistinen tuki, käyttö ja kunnossapito, ja lopuksi käytöstä poisto. Prosessi on esitetty kuvassa 9.

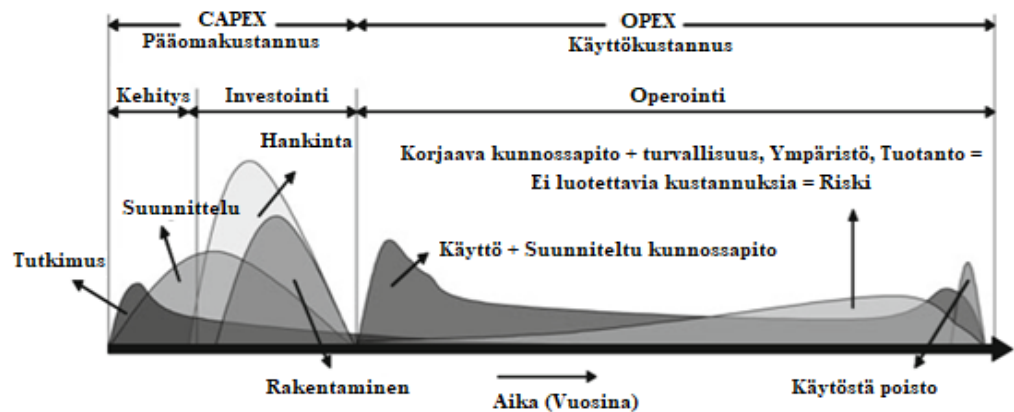


Kuva 9. Omaisuuuden elinkaari (Hastings 2015, s. 12)

Omaisuuudenhallinta ulottuu käyttöomaisuuden elinkaaren jokaiseen vaiheeseen. Elinkaaren alussa omaisuudenhallinnan tehtävänä on auttaa organisaatiota selvittämään mikä omaisuus on tarpeellista liiketavoitteiden kannalta. Seuraavaksi omaisuudenhallinta tarjoaa tietoa elinkaaren aikana ilmenevistä kustannuksista ja hyödyistä, kuten kustannussäästöistä. Omaisuuudenhallinta takaa, että omaisuudelle on saatavissa logistiikkatukea, kuten huoltopalveluita, kulutustavaraa ja varaosia. Sen avulla hallitaan omaisuuden käyttö ja kunnossapito, sekä lopuksi käytöstä poisto. (Hastings 2015, s. 12)

Elinkaarikustannusanalyysi voidaan määritellä systemaattiseksi prosessiksi, missä määritetään kustannustehokkain vaihtoehto keskenään kilpailevien

investointivaihtoehtojen väliltä. Elinkaarikustannusten analyysissa huomioidaan kaikki omaisuuden aiheuttamat kulut koko sen eliniän ajalta. Tyypillisen omaisuuden analysointi sisältää kustannuksia edellä mainituista elinkaaren vaiheista (kuva 10). Analyysia käytetään käyttöomaisuusinvestointien päätöksenteon tukena. (Van der Lei 2016, s. 86). Elinkaarikustannusanalyysiä voidaan pitää resurssien optimaaliseen käyttöön tähtäävänä päätöksenteon apuvälineenä. (Neilimo & Uusi-Rauva 2012, s. 210). Kestävyyden ja päästömääräyksien tärkeyden noustessa käyttöomaisuuden elinkaarien loppuvaiheiden tärkeys kasvaa omaisuudenhallinnan näkökulmasta. (Hanski 2019, s. 37)



Kuva 10. Elinkaarikustannus analyysi. (Van der Lei et al. 2016, s. 86)

Elinkaarikustannusanalyysi koostuu pääosin seuraavista standardoiduista askelista:

- Tarpeen vahvistaminen
- Kustannusten arviointi
- Käyttökustannusten arviointi
- Kassavirtojen muodostaminen
- Nettonykyarvon laskeminen
- Riskianalyysien luonti

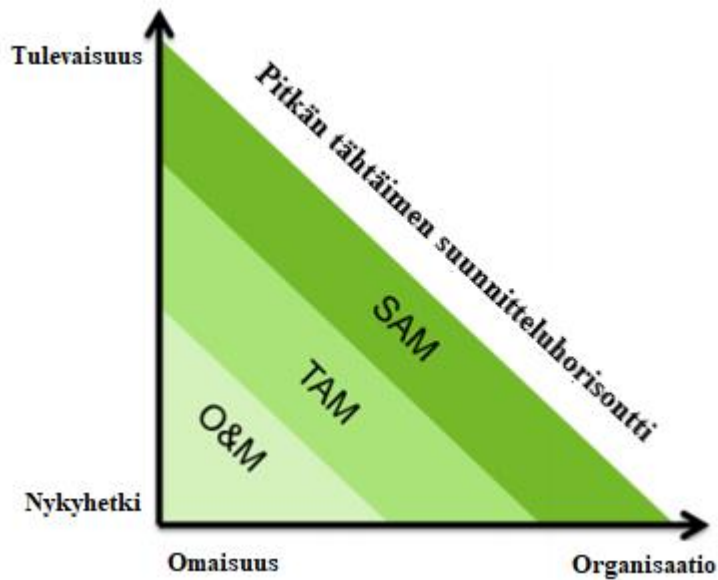
3.3 Strateginen, taktinen ja operatiivinen omaisuudenhallinta

Omaisuudenhallinta voidaan jakaa kolmeen osaan: Strateginen, taktinen ja operatiivinen omaisuudenhallinta (kuva 11). Strateginen omaisuudenhallinta (eng. Strategic asset management) on pisimmän tähtäimen omaisuudenhallintaa ja nojautuu koko organisaation käytäntöihin, strategiaan ja budjettiin. Sitä ohjataan strategisen omaisuudenhallintasuunnitelman avulla, missä määritetään olemassa oleva omaisuus ja niiden tärkeys, tulevaisuuden odotukset omaisuudelta, markkinat, teknologia ja lainsäädäntö. (Marlow & Burn 2008). ISO 55000 määrittää strategisen omaisuudenhallintasuunnitelmaa:

- Miten organisaation tavoitteet muutetaan omaisuudenhallinnan tavoitteiksi
- Lähestymistavan omaisuudenhallintasuunnitelman kehittämiseen
- Omaisuudenhallintajärjestelmän rooli omaisuudenhallinnan tavoitteiden saavuttamisessa

Taktinen omaisuudenhallinta asettautuu pisimmän ja lyhyimmän tähtäimen omaisuudenhallinnan väliin. Taktista omaisuudenhallintaa voidaan myös kutsua käytännön omaisuudenhallinnaksi sen keskipitkän aikahorisontin takia. Taktinen omaisuudenhallinta pyrkii vastaamaan kysymyksiin, miten, milloin ja missä. Tämän takia taktisen omaisuudenhallinnan informaation tulee olla tarkempaa strategiseen tasoon verrattuna. (Marlow & Burn 2008)

Operatiivinen omaisuudenhallinta toteutuu päivittäisten tehtävien tasolla ja on siksi lyhyimmän aikavälin omaisuudenhallintaa. Operationaalisen omaisuudenhallinnan sijasta käytetään usein termiä käyttö ja kunnossapito. Tehtäviin kuuluu jokapäiväinen uudistaminen ja kunnossapito strategisen ja taktisen omaisuudenhallinnan mukaisesti. (Marlow & Burn 2008)



Kuva 11. Omaisuuksienhallinnan tasot (Marlow & Burn 2008)

Organisaatioiden omaisuushallintastrategia koostuu neljästä päätekijästä: Organisaation arvot, visio, tavoitteet ja strategia, käytössä oleva teknologia, organisaation strateginen asema, sekä markkinoiden olennaiset piirteet. Strategia määrittää omaisuuden kehittämisen, ylläpitämisen ja korvaamisen, sekä tutkii muita vaihtoehtoja, kuten reaaliopioita. (Van der Lei et al. 2016, s. 50)

Modernien investointien tarkastelu edellyttää hyvin toimivaa omaisuushallintajärjestelmää päätöksenteon tueksi. Käyttöomaisuusinvestoinnit ja operatiivisen toiminnan aiheuttavat kulut (CAPEX ja OPEX) tulee ottaa huomioon omaisuusinvestoinnin suunnittelussa. Kokonaiskuvan muodostamiseksi omaisuudesta tulee näkyä tekijät, kuten ikä, kunto, roolin kehittyminen ja huoltotarpeen kehittyminen. (Hastings 2015, s. 13)

Hyvä omaisuushallintastrategia mahdollistaa systemaattisen lähestymistavan investointipäätöksentekoon ja oikeanlaisen logistisen tuen omaisuuden elinkaareen. Lisäksi oikein toteutettuna strategia auttaa organisaatiota pääsemään säädeltyihin tavoitteisiin, kuten operationaaliset ja taloudelliset tavoitteet, ympäristölainsäädäntö, turvallisuusmääräykset, vakuutuksen vaatimukset ja riskienhallinta. (Hastings 2015, s. 17). Organisaation arvot, visio, pitkän tähtäimen

tavoitteet ja strategia ohjaavat sen toimintaa. Kuvan 12 mukaisesti organisaation toimintaan vaikuttaa markkinat ja käytössä oleva teknologia. Yhdessä näillä tekijöillä ohjataan fyysisen omaisuuden vaatimuksia ja kehitetään omaisuudenhallintastrategiaa. (Van der Lei et al. 2015, s. 51)



Kuva 12. Omaisuudenhallintastrategian vaikutteet ja vaatimukset tuotanto-omaisuudelle (Van der Lei et al. 2016, s. 51)

Etenkin laajennusinvestoinnit ovat suuressa strategisessa merkityksessä. Laajennusinvestoinnit tulisi suunnata alueelle, mistä on mahdollista saada suurin kilpailuetu ja missä markkinapotentiaali on suurinta. Jos organisaation ydinosaan ja markkinoiden houkuttelevuus ovat korkealla tasolla, on laajennusinvestointeja järkevä toteuttaa (Järvenpää et al. 2016, s. 376–377)

3.4 Omaisuudenhallinta ja kestävä kehitys paperi- ja selluteollisuudessa

Strateginen omaisuudenhallinta organisaatioissa on tärkeässä roolissa kestävyden parantamisessa. Organisaatioiden tulisi tarkastella päätöksensä vaikutuksia sidosryhmiinsä kestävyden näkökannalta. Kestävyden ilmaiseminen selkeästi,

sen linkittäminen tärkeisiin liiketoiminta prosesseihin ja omaisuudenhallinnan merkitys kestävyuden saavuttamisessa ovat olleet haastavia tehtäviä. (Hanski 2019, s. 59). Lisäksi keskustelu hiilidioksidista on alkanut vaikuttaa organisaatioiden käyttöomaisuuden tekniseen ja operationaaliseen suorituskykyyn. Vahvojen mielipiteiden kasvu ekosysteemeistä ja ilmastonlämpenemisestä, sekä niiden yhteydestä teollisuuden toimiin kehittää paljon vaatimuksia tulevaisuuden vihreistä tehtaista. (Liyanage 2012, s. 17)

Monet organisaatioiden sisäiset ja ulkoiset tekijät lisäävät omaisuudenhallinnan monimutkaisuutta ja liiketoimintaympäristön ennalta-arvaamattomuutta. Esimerkiksi kestävä kehitys, omaisuuden vuorovaikutus ympäristön kanssa, joustavuus, elinkaarihallinta, yhteiskunnan vaatimukset, informaatiojohtaminen, hallinnolliset järjestelyt, kysynnän muutokset, kilpailuympäristö, ekonominen vanhentuneisuus, taloudellinen turvallisuus, ilmastonmuutos, määräystenmukaisuus, teknologinen kehitys, yrityskaupat, käytäntöjen muuttuminen ja laitteiden kuluminen ja ikääntyminen vaikuttavat omaisuudenhallinnan monimutkaisuuteen. (Hanski 2019, s. 16)

Sidosryhmien vaatimus organisaatioiden kestävästä ratkaisusta ja periaatteista on jatkuvassa nousussa. Strategisen omaisuudenhallinnan kannalta kestävyuden omaksuminen asettaa uusia vaatimuksia ja haasteita. Kestävyuden tavoitteena on täyttää nykyhetken vaatimukset vaarantamatta tulevaisuuden ekosysteemejä, sosiaalista oikeudenmukaisuutta tai tulevien sukupolvien hyvinvointia (Hanski 2019, s. 30). Lähivuosina sidosryhmien kohdalla on levinnyt ajatus hiilidioksidipäästöistä ja ympäristöystävällisesti tuotetuista tuotteista ja palveluista. Sidosryhmien vaikutus organisaatioiden päätöksenteossa näkyy merkittävästi investoinneissa ja operationaalisessa toiminnassa. (Liyanage 2012, s. 17)

Asiakkaiden päätöksien ymmärtäminen on tärkeää omaisuudenhallinnan kannalta. Organisaatioiden on tiedettävä millaisia päätöksiä heidän asiakkaansa joutuvat tekemään ja millaisissa tilanteissa asiakkaat voivat hyötyä organisaation tarjotuista palveluista. (Hanski 2019, s. 34). Toisaalta informaatioyhteiskunta on

mahdollistanut organisaatioiden asettamisen jalustalle, mikä haastaa yrityksiä päätöksentekoprosessia ekonomisten ja poliittisten seurausten kautta. (Liyanage 2012, s. 17)

Yleisesti ottaen kestävyteen lisääntynyt mielenkiinto ja kasvava tietoisuus ympäristöstä tulee olemaan eduksi niille maille, missä ympäristölainsäädännön standardit ovat korkealla. Kuluttajien lisääntyneet vaatimukset voisivat rohkaista organisaatioita menemään kestävydessä pidemmälle, kuin mitä lainsäädäntö edellyttää. Toimien omaksuminen kuitenkin edellyttää niiden kannattavuutta taloudellisesti (Korhonen et al. 2015, s. 869).

Ympäristölainsäädännön ja kilpailukyvyn puitteissa lainsäädännön tiukennukset nähdään usein kustannuseränä lyhyellä aikavälillä, mutta parantuneena kilpailukyynä pidemmällä aikavälillä. Teollinen yhteisö uskoo kestävyden olevan keskeinen elementti paperi- ja selluteollisuuden kilpailukykyä tulevaisuudessa. Kuluttajien neuvominen ympäristöystävällisten tuotteiden suosimisesta lisää alan kilpailukykyä. Suurin vaikutus Euroopan paperi- ja selluteollisuuteen kyselyn mukaan vaikuttaa olevan muualla maailmassa tapahtuva ympäristölainsäätely (kuva 13). (Korhonen et al. 2015, s. 870–871). Globaalisti useat teollisuuden tekijät ovat ottaneet ensiaskelia vihreän tuotannon, älykkäiden tuotantojärjestelmien, jne käyttöön päästötavoitteiden saavuttamiseksi. Vaikutukset tulevat näkymään taloudellisesti teknisissä modernisointitratkaisuihin ja operointiprosesseissa. (Liyanage 2012, s. 17)

	Suhteellinen vaikutus Paperi- ja selluteollisuuteen Euroopassa		
	Suuri	Keskisuuri	Pieni
Ympäristölainsäädännön tiukentuminen muualla maailmassa	X		
Markkinaehtoisen säätelyn nouseva rooli paperi- ja selluteollisuudessa		X	
Innovaatiot ja paperi- ja selluteollisuuden johtajuus kestävydessä		X	
Kehitys kestävässä kuljetuksessa			X

Kuva 13. Eri trendien vaikutus eurooppalaisen paperi- ja selluteollisuuden kilpailukykyyn. (Korhonen et al. 2015, s. 871)

Metsäpohjaisen biomassan hyödyntäminen bioenergiana tai biopolttoaineena tarjoaa mielenkiintoisen esimerkin uudesta strategisesta vaihtoehdosta, mikä parantaa paperi- ja selluteollisuuden kilpailukykyä (Pätäri S., Kyläheiko K. & Sandström J. 2010)

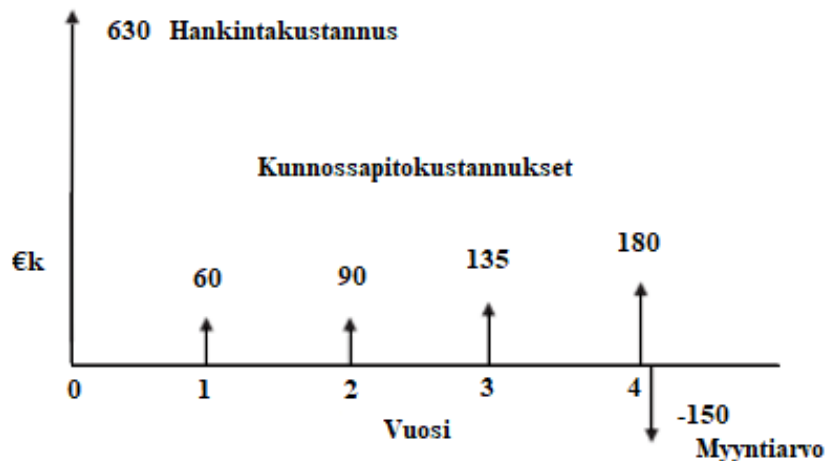
On tutkittu, että sellu- ja paperiteollisuuden yhtiöiden taloudellisen tuloksen ja kestävyuden, sekä kasvihuonekaasupäästöjen välillä on negatiivinen korrelaatio. Tutkimuksessa on havaittavissa se, että enemmän päästöjä aiheuttavat yritykset pärjäävät taloudellisesti huonommin, mikä puolestaan vaikuttaa osakehintoihin ja markkina-arvoon. (Sunmin K. & Adriaens P. 2013, s. 7)

4 INVESTOINTILASKENNAN MENETELMÄT

Omaisuuksienhallintaan liittyvät päätökset vaativat teknisen ja taloudellisen tason osaamista. Omaisuuksienhoitajat (eng. Asset Managers) ovat tärkeässä roolissa ja varmistavat että omaisuuden fyysiset ominaisuudet ja taloudellinen data ovat tarkasti selvitetty investointipäätöksiä tehdessä. Päätösten tukena käytetään eri metodeja analysoimaan taloudellista kannattavuutta. (Hastings 2015, s. 93–94).

4.1 Kassavirtakaavio

Kassavirtakaaviolla tarkoitetaan kaavamaisista esitystapaa, missä omaisuusinvestoinnin tulot ja menot asetetaan aikajanelle. Investointi toteutetaan vuotena 0 ja tulot ja menot ajoittuvat tuleville vuosille. Viimeinen vuosi kaaviossa on elinkaaren loppuajankohta, missä ilmenee omaisuuden käytöstä poisto (kuva 14). (Horngren et al. 2012, s. 742)



Kuva 14. Kassavirtakaavio (Hastings 2015, s. 97)

Kassavirtakaavion tarkoituksena on visualisoida ja organisoida investointiin liittyvää dataa systemaattisella tavalla. (Horngren et al. 2012, s. 742)

4.2 Nettonykyarvomenetelmä

Nettonykyarvo (Net Present Value) on tulevaisuudessa tapahtuvien maksujen tai saamisten arvo nykyrahassa. Nettonykyarvon laskemiseksi tarvitaan tieto investoinnin suuruudesta, odotettavista tuloista tai menoista investoinnin elinkaaren aikana ja laskentakorkokanta. Nettonykyarvon tuloksen ollessa nolla tai positiivinen, investointi on kannattava. Negatiivinen tulos kertoo kannattamattomasta investoinnista. (Horngren 2012, s. 743). Investointeja tehdessä avainkysymyksiä ovat ”Mitä hyötyjä investoinnilla on saavutettavissa?”, ”Milloin ne hyödyt ovat odotettavissa?” ja ”Onko investointi hyödyllinen?”. Nettonykyarvo kertoo investoinnin arvon kannattavuuden. (Hastings 2015, s. 102)

Tiettynä vuotena tapahtuvan tulon nykyarvo voidaan laskea yhtälöllä

$$PV = \frac{V_n}{(1+r)^n} \quad (1)$$

missä V_n on kyseisen vuoden tulo, r on laskentakorkokanta ja n on kyseessä oleva vuosi. Yhtälön jakajaa kutsutaan diskonttaustekijäksi, mitä voidaan merkitä kirjaimella p .

$$p = \frac{1}{(1+r)^n} \quad (2)$$

Nettonykyarvo saadaan yhtälöstä

$$NPV = V_0 + pV_1 + p^2V_2 + \dots + p^nV_n \quad (3)$$

Missä V_0 on investointi, p on diskonttaustekijä ja V_n tulo.

Omaisuusinvestoinnit aiheuttavat menoja ja tuloja useiden vuosien aikana. Summat ja ajoitus tulee huomioida investointipäätöksiä tehdessä ja nettonykyarvolla ne saadaan yhteiselle perustalle. (Hastings 2015, s. 96).

4.3 Sisäisen koron menetelmä

Sisäinen korko eli IRR (Internal Rate of Return) laskee korkokannan, millä investoinnin nettonykyarvoksi saadaan nolla (NPV = 0). Sisäistä korkoa verrataan laskentakorkokantaan ja sen hyväksymiskriteerinä on $IRR > r$. Laskennassa valitaan jokin korkokanta r , millä investoinnin nettonykyarvo saadaan positiiviseksi. Tämän jälkeen korkokantaa nostetaan niin, että nettonykyarvo kääntyy negatiiviseksi. Lineaarinen interpolointi kertoo r :n arvon, missä nettonykyarvo on nolla. (Horngren et al. 2012, s. 743–744). Jos esimerkiksi alemmalla korkokannalla r saadaan $NPV=x$ (positiivinen) ja ylemmällä korkokannalla t saadaan $NPV=y$ (negatiivinen), voidaan IRR laskea kaavalla

$$IRR = r + \frac{x}{x-y} * (t - r) \quad (4)$$

Esimerkkiarvoilla $n=6$, $V_0=20000$, $V_n=5000$ $r=8\%$ ja $t=16\%$ saadaan nettonykyarvot

$$\begin{aligned} NPV(r) &= 3114 \\ NPV(t) &= -1576 \end{aligned} \quad (5)$$

Tällöin IRR on

$$IRR = 8\% + \frac{3114}{3114 - (-1576)} * (16\% - 8\%) = 13,3\% \quad (6)$$

4.4 Takaisinmaksuajan menetelmä

Takaisinmaksuaika mittaa aikaa, mikä kuluu investoinnin kustannuksen takaisinmaksuun. Laskennassa hyödynnetään tulevia rahavirtoja, mitä ei voida eritellä lähteittäin (esim. käyttö, kunnossapito, hankinnat jne.). (Horngren et al. 2012, s. 746)

Yksinkertaisimmillaan takaisinmaksuaika voidaan esittää muodossa

$$Taka\text{isinmaksuaika} = \frac{\text{Investoinnin nettohinta}}{\text{Vuotuinen rahallinen hyöty}} \quad (7)$$

missä vuotuinen rahallinen hyöty on joka vuosi samansuuruinen. Usein näin ei kuitenkaan ole, vaan hyödyn suuruus vaihtelee vuosittain. Erisuuruisia rahavirtoja ja korkokantaa varten tarvitaan kumulatiivinen kassavirta. (Horngren et al. 2012, s. 747). Taulukossa 2 on esitetty esimerkki, missä investointi toteutetaan vuotena 0, tulevat rahavirrat ovat erisuuruisia ja laskentakorkokanta on 10 %.

Taulukko 2. Takaisinmaksuajan laskentaesimerkki

Vuosi	Rahavirta	Kumulatiivinen rahavirta	Diskonttaustekijä	Diskontattu rahavirta	Kumulatiivinen diskontattu rahavirta
0	-10000	-10000	1,00	-10000	-10000
1	4000	-6000	0,91	3636	-6364
2	3000	-3000	0,83	2479	-3884
3	2000	-1000	0,75	1503	-2382
4	2000	1000	0,68	1366	-1016
5	1200	2200	0,62	745	-271
6	1000	3200	0,56	564	294

Taulukon perusteella koroton takaisinmaksuaika ajoittuu vuosien 3 ja 4 väliin, ja korollinen takaisinmaksu aika vuosien 5 ja 6 väliin (Kumulatiivinen kassavirta kääntyy positiiviseksi). (Horngren 2012, s. 747–748). Tarkka takaisinmaksuaika saadaan lineaarisella interpoloinnilla.

$$TMA (\text{koroton}) = 3 \text{ vuotta} + \frac{1000}{2000} * 1 \text{ vuosi} = 3,50 \text{ vuotta} \quad (8)$$

$$TMA (\text{korollinen}) = 5 \text{ vuotta} + \frac{271}{564} * 1 \text{ vuosi} = 5,48 \text{ vuotta} \quad (9)$$

Korottoman ja korollisen takaisinmaksuajan heikkoutena voidaan pitää sitä, että ne eivät ota huomioon takaisinmaksuajan jälkeen tapahtuvia kassavirtoja. Tämä vääristää lyhyemmän tähtäimen projekteja, mutta voi olla toimiva myös pidemmällä tähtäimellä, jos tulevaisuuden ennustaminen on vaikeaa. (Horngren et al. 2012, s. 748)

4.5 Kannattavuusindeksi

Kannattavuusindeksi eli PI (Profitability Index) kertoo investoinnista saatavien tuottojen nykyarvon suhteessa investoinnin suuruuteen. (Hastings 2015, s. 104).

Kannattavuusindeksi voidaan laskea kaavalla

$$PI = \frac{\text{Tuottojen nykyarvo koko pitoajalta}}{\text{Investoinnin suuruus}} \quad (10)$$

Kannattavuusindeksistä voidaan nopealla katsauksella havaita, kuinka moninkertaisesti tuottoja syntyy investointiin nähden koko laskenta-ajanjakson aikana.

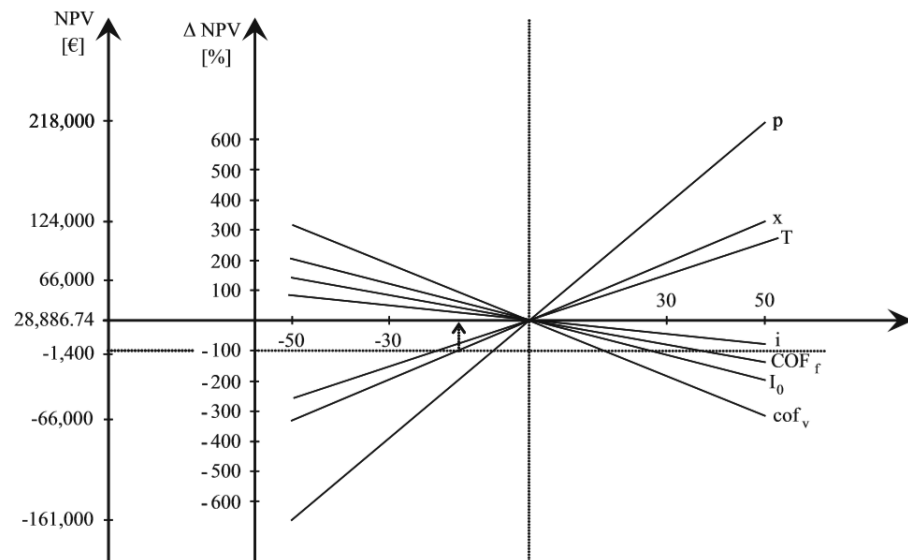
4.6 Herkkyysanalyysi

Herkkyysanalyysi on epävarmuustilanteissa käytettävä ”mitä jos” -analysointimenetelmä. Koska esimerkiksi nettonykyarvon ja sisäisen koron menetelmissä tulevaisuuden kassavirrat oletetaan tapahtuvan sen suuruisina, tarvitaan tukea päätöksentekoon, jos kassavirtojen suuruudet vaihtelevat todellisuudessa. Laskentatuloksen arvoa tarkastellaan muuttamalla nettonykyarvolaskennan lähtöarvoja. Analyysillä kompensoidaan epävarmuutta ja voidaan vastata esimerkiksi kysymykseen ”Mikä on alin mahdollinen kassavirta, millä investointi on vielä kannattava?”. Herkkyysanalyysin avulla investointipäätöksentekijät voivat kiinnittää huomionsa tuloksen kannalta herkipään alueeseen. (Horngren et al. 2012, s. 745–746)

Herkkyysanalyysissä käytettäviä muuttuvia arvoja voivat olla esimerkiksi

- Investoinnin suuruus
- Tuotteen myyntihinta
- Tuotantovolyymi
- Tulevaisuuden kassavirta
- Koneen käyttöikä
- Laskentakorkokanta

Edellä mainituista muuttujista yhtä muutetaan kerrallaan ja muut pidetään vakiona. Muutetulla arvolla lasketaan esimerkiksi uusi nettonykyarvo ja tuloksista muodostetaan kuvan 15 mukainen käyrä. Laskenta toistetaan jokaiselle muuttujalle. Käyrästä voidaan tunnistaa muuttujien vähimmäisarvot eli kriittiset arvot, joiden kohdalla investointi on vielä kannattava. (Götze et al. 2015, s. 261). Herkkyysanalyysissä arvojen vaikutus voidaan esittää absoluuttisena eli euromääräisenä muutoksena tai prosentuaalisena muutoksena.



Kuva 15. Herkkyysanalyysi (Götze et al. 2015, s. 261)

5 TULOKSET

Tutkimuksen tulokset koostuvat alaotsikoista, joilla pyritään suoraa vastaamaan tutkimuskysymyksiin. Kappaleessa 5.1 esitetään laskennassa käytettyjen lähtöarvojen laskenta. Kappaleessa 5.2 esitetään tarkemmin investointivaihtoehdot ja niiden elinkaaret ja kappaleessa 5.3 varsinaiset kannattavuuslaskelmien tulokset ja investointivaihtoehtojen vertailu.

5.1 Laskennan lähtöarvot

Laskentaan vaikuttavat lähtöarvot ja niiden laskenta on koottu tämän kappaleen alle. Laskennan lähtöarvot on selvitetty organisaation sisäisiä lähteitä hyödyntäen. Lähtöarvoja ovat käytetty laskentakorkokanta eli tuottovaatimus, investoinnin pitoaika, polttoainesäästö, päästöoikeudet, kapasiteetinnoston tuotto, kiinteiden kustannusten laskenta ja fossiilivapaasta sellusta saatava hyöty.

5.1.1 Laskentakorkokanta

Laskennassa käytettävä korkokanta on yrityksen määrittelemä ja perustuu painotettuun keskimääräiseen pääomakustannukseen (WACC). Kapasiteetinnostoinvestoinneille käytetään kirjallisuuden mukaan 20 % laskentakorkokantaa ja kustannussäästöinvestoinneille 15 % laskentakorkokantaa. Todellinen käytetty arvo poikkeaa kirjallisuuden arvoista, mutta ne ovat suuntaa antavia.

5.1.2 Investointien pitoajat

Vaihtoehdoissa 1, 2 ja vanhoille uuneille ei tehdä niiden elinkaarta pidentäviä toimenpiteitä, joten investointien elinkaari rajoittuu uunien käyttöikänsä. Uusiin investointeihin ajaudutaan toisen uunin elinkaaren lopussa, sillä tällöin tuotanto rajoittuu. Investoinnin pitoaika tällöin VE0, VE1 ja VE2 osalta on 15 vuotta. Elinkaaren pituus laskennassa on siis 15 vuotta tai vuoteen 2035 asti.

Vaihtoehdossa 3 investoidaan uuteen uuniin, joten elinkaaren pituutena voidaan pitää 30 vuotta investointihetkestä.

5.1.3 Polttoainesäästön laskenta

Polttoainesäästö muodostuu vertaamalla kuoren ostohintaa maakaasun hintaan. Alkutilanteessa maakaasulla tuotetaan koko meesauunien tarvitsema energia, eli x GJ. Energiankulutus muutetaan muotoon $x/3,6$ MWh.

$$Uunien energiankulutus = \frac{x \text{ GJ}}{3,6} \text{ MWh} \quad (11)$$

Polttoaineen muutos kuoren kaasutukseen aiheuttaa suurentuneen energiantarpeen: Kuoresta syntyvää tuotekaasua kuluu 1,047-kertainen määrä maakaasuun verrattuna suuremman ominaisenergiankulutuksen takia. (Stora Enso 2020b). Lisäksi kuoren kaasuttimella on hyötysuhde 0,98. Tällöin tarvittava ostoenergian määrä voidaan laskea megawattitunteina kaavalla

$$\text{Kuoren tarve} = \text{Nykyinen energiantarve} * 1,07 \quad (12)$$

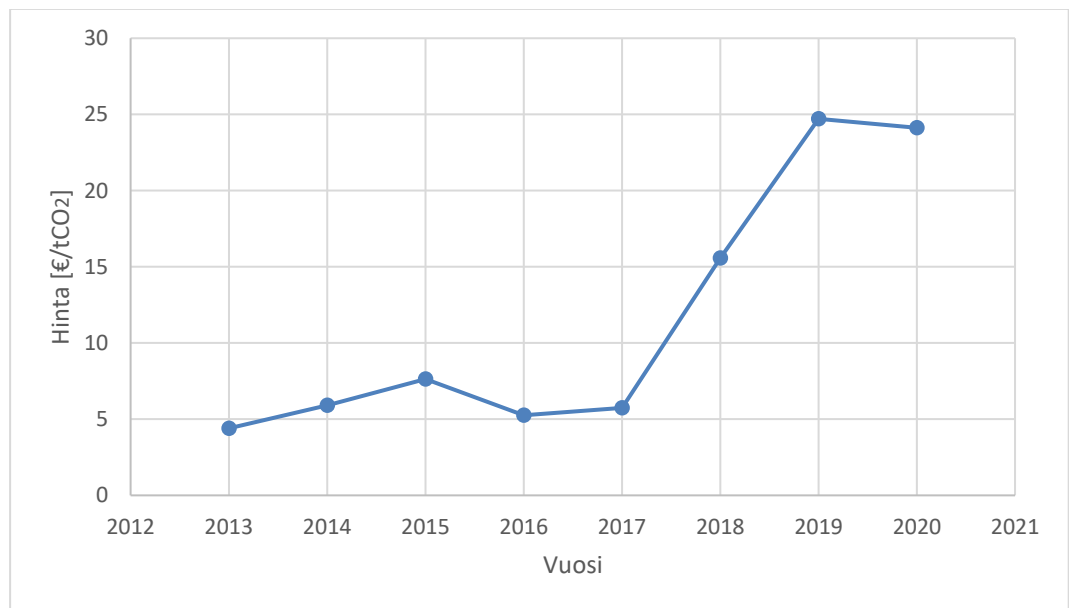
Maakaasun ja kuoren hinta vaihtelevat laskennassa vuosittain Stora Enson arvioiden mukaan. Polttoainesäästöä on tuloksissa arvioitu vertaamalla kuoren keskimääräistä hintaa maakaasun keskimääräiseen hintaan. Säästö on ilmoitettu prosentteina.

5.1.4 Päästöoikeuksien laskenta

Päästöoikeuksilla tarkoitetaan hiilidioksidipäästöihin oikeuttavia lupia. Polttoaineenmuutoksen seurauksena aikaisemmin tuotetut hiilidioksidipäästöt loppuvat ja niihin tarvittavat päästöoikeudet vapautuvat myyntiin. Kuvasta 16 voidaan nähdä päästöoikeuden hinnan kehitys 2010-luvulta. Päästöoikeuksista saatava vuotuinen kustannushyöty on

$$\text{Päästöoikeuksien myynti} = x * tCO2 * y \frac{\text{€}}{tCO2} \quad (13)$$

missä x:llä merkitään vuoden aikana maakaasulla tuotettuja hiilidioksidipäästöjä tonneissa ja y:llä kyseisen vuoden päästöoikeuden hintaa. Laskennassa päästöoikeuksien hintakehitystä on arvioitu Stora Enson sisäisiä lähteitä käyttäen ja hinta vaihtelee vuosittain. Laskennassa käytettävyytenä on 90 %.



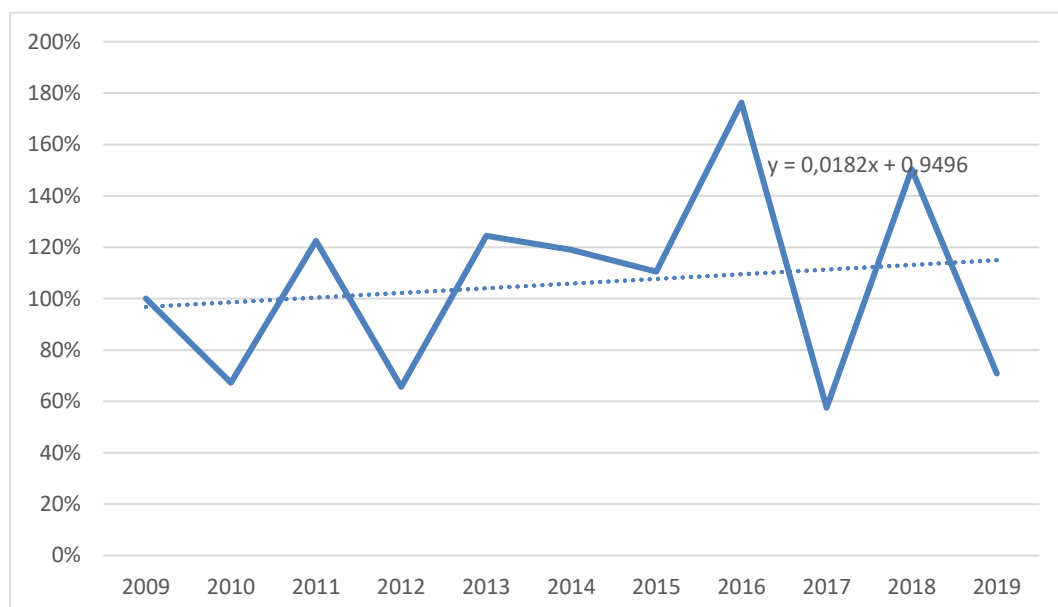
Kuva 16. Päästöoikeuksien hintakehitys (Energiavirasto, 2020)

5.1.5 Kapasiteetin nosto

Kapasiteetin noston takia tehtaan vuosittainen tuotanto kasvaa. Riippuen noston suuruudesta aikaisempi tuotantokapasiteetti on kerrottu 1,1 = 10 % tai 1,20 = 20 %. Kapasiteetin muutos kerrotaan sellutonnin katteella tuoton muodostamiseksi. Kapasiteetin noustessa 10 % kohonneesta tuotannosta 25 % on mäntysellua ja 75 % koivusellua. 20 % kapasiteetinnostossa mäntysellun osuus on 50 % ja koivusellun osuus 50 %. (Stora Enso 2020b)

5.1.6 Kiinteiden kustannusten laskenta

Kiinteiden kunnossapitokustannusten laskenta vanhojen meesauunien osalta alkoi selvittämällä menneiden vuosien toteutuneita kustannuksia. Organisaation käyttämästä toiminnanohjausjärjestelmästä ajettiin Exceeliin vuosien 2005–2020 välinen kunnossapitodata, joista vuodet 2009–2019 valittiin vertailukelpoisuutensa vuoksi. Data eriteltiin vuositasolla niin, että kokonaiskustannusten lisäksi erikseen oli nähtävissä kustannukset ilman suurkunnossapitotoimenpiteitä, kunnossapitokustannukset ilman yli 10000 € yksittäisiä toimenpiteitä, sekä pelkkien suurkunnossapitotoimenpiteiden kustannukset. Näistä erittelyistä muodostettiin käyrät molempien uunien osalta, sekä molempien uunien yhteenlasketuista kunnossapitotoimista muodostettiin käyrä, mistä näkyi kunnossapitokustannusten nousu vuosien 2009–2019 välillä. Käyrä on nähtävissä kuvasta 17, missä vaihteluväli on ilmoitettu prosentteina. Keskimääräistä vuotuista kasvua varten on luotu trendikäyrä (katkoviiva), minkä kulmakerroin vastaa vuosittain kasvavaa kunnossapitokustannusta. Tätä prosenttilukua käytettiin tulevaisuuden kunnossapitokustannusten arvioinnissa vaihtoehtoissa 0,1 ja 2.



Kuva 17. Meesauunien kunnossapitokustannusten kehitys

Lopullisissa kannattavuuslaskelmissa kunnossapitokustannuksia ei käytetty, sillä ne edustavat vain meesauunien kunnossapitokustannusten kasvua. Kustannuksia käytettiin elinkaarien muodostamiseen ja nykytilanteen kartoittamiseen, mikä tukee investointipäätöksentekoa.

5.1.7 Käyttöpääoman lisätarve

Lisääntynyt tuotantokapasiteetti aiheuttaa lisätarvetta käyttöpääomalle. Pääomaa sitoutuu valmistukseen, varastointiin, raaka-aineisiin ja myyntisaamisiin. Käyttöpääoman lisätarvetta on arvioitu markkinasellun keskimääräisenä käyttöpääomaprosenttia liikevaihdosta. Käyttöpääoman lisätarpeen suuruus on kapasiteetin nostosta riippuva ja näkyy alkuinvestointia seuraavilla vuosilla. (Stora Enso 2020d)

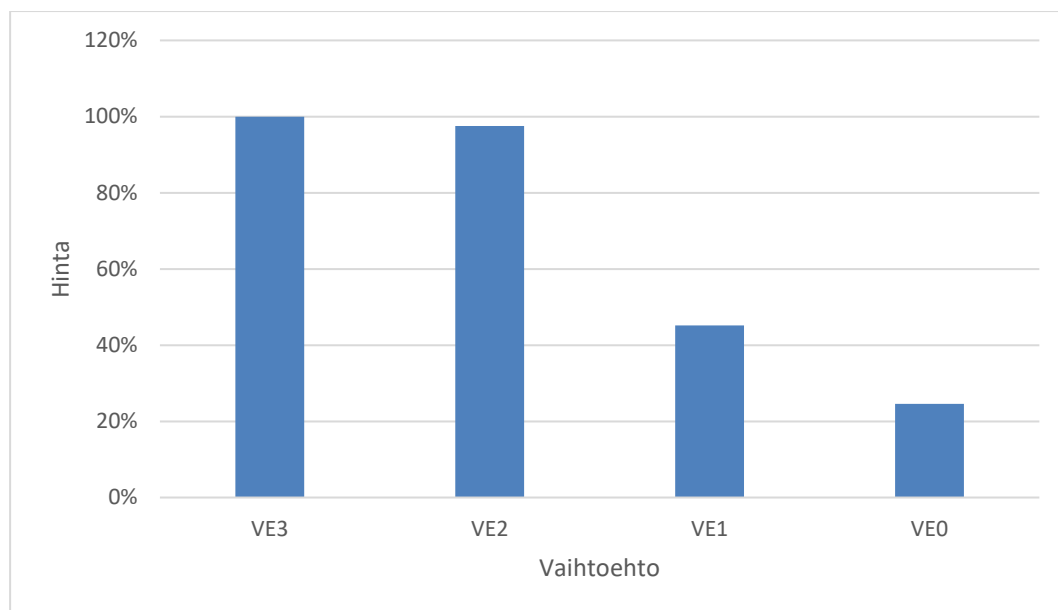
5.1.8 Fossiilivapaan selluntuotannon hyöty

Verkkopalaverissa 9.4.2020 keskusteltiin liiketoiminnan johdon edustajan ja sellutehtaan voimalaitoksen käyttöinsinöörin kanssa fossiilivapaasti tuotetun sellun mahdollisista hyödyistä. Fossiilivapaasti tuotetulla kartongilla on suurempi myyntiarvo normaaliin kartonkiin verrattuna. Tässä tapauksessa myynnin lisäarvo on saatavissa niin kauan, kuin tuote on ns. niukkuushyödyke. Kun fossiilivapaasta kartongista tulee uusi normaali, lisäarvo poistuu. Palaverissa arvioitiin, että lisäarvoa voidaan saada vuoteen 2030 asti. (Stora Enso 2020c)

5.2 Investointivaihtoehdot ja elinkaaret

Investointivaihtoehdot VE0-VE3 on koottu tämän kappaleen alle. Elinkaaren eri vaiheet investoinneista alkaen on pyritty kuvaamaan mahdollisimman tarkasti. Kustannukset koostuvat investoinneista (korvaus- ja kehitysinvestoinnit), polttoaineesta, kunnossapitokustannuksista ja päästöluvista. Käytöstä poistamisen kustannuksia ei ole käytetty laskelmissa. Tuotot muodostuvat suuremmasta kapasiteetista, huollon tarpeen alenemisesta, polttoainesäästöstä, päästölupien myynnistä, sekä fossiilittoman sellun paremmasta myyntihinnasta. Tuotot ja

kustannukset vaihtelevat vaihtoehtojen mukaan. Elinkaarta kuvaavissa diagrammeissa on esitetty vaihtoehtojen elinkaarikustannukset diskonttaamattomana. Ne on indeksoitu niin, että vertailukohtana käytetään alkuinvestoinnin suuruutta. Vaihtoehtojen indeksoidut investointikustannukset näkyvät kuvassa 18.



Kuva 18. Vaihtoehtojen investointikustannukset

5.2.1 VE0

Vaihtoehdossa 0 kehitys investointeja ei toteuteta. Pakolliset korvausinvestoinnit toteutetaan taulukon 3 mukaisesti. Korvausinvestoinneissa otetaan huomioon mahdollinen tulevaisuudessa tapahtuva kapasiteetinnosto. Tämän takia VE0 jälkeen toteutettaviksi muissa vaihtoehtoissa jää enää kehitysinvestoinnit. Nykyisten meesauunien elinkaari ylettyy vuoteen 2035 asti, milloin kehitysinvestointeihin on viimeistään ryhdyttävä. Tähän asti meesauunien kiinteät kunnossapitokustannukset nousevat 1,82 % vuodessa, polttoainekustannukset riippuvat maakaasun hintakehityksestä, sekä päästöoikeuksia joudutaan pitämään fossiilisten polttoaineiden takia. Koska kehitysinvestointeja ei toteuteta, kapasiteetti ja polttoaineen kulutus eivät muutu. Vaikutukset on listattu taulukossa 4 ja perustuvat kappaleessa 5.1 tehtyihin lähtöarvolaskentoihin.

Taulukko 3. VE0 investoinnit

VE0 - Vaihtoehto 0
KS3 Korvausinvestoinnit
MU3 Korvausinvestoinnit
MU4 Korvausinvestointi
HO6 Korvausinvestointi
KL2 Korvausinvestoinnit

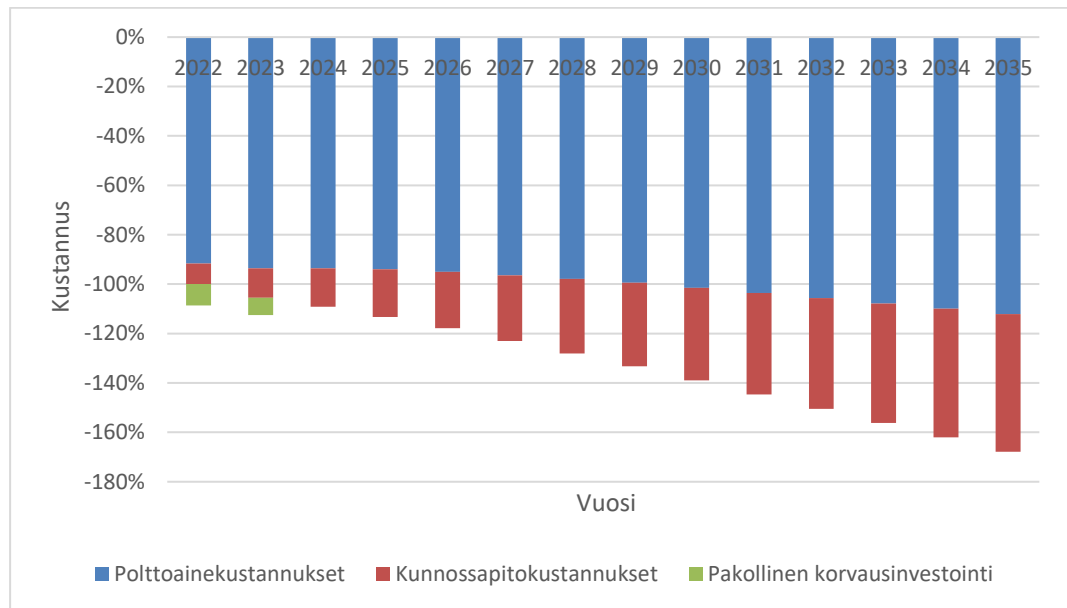
Taulukko 4. VE0 muutokset

VE0 - Vaihtoehto 0	Muutos
Kapasiteetti	+0 %
Polttoainekustannukset	+1,86 %/a
Kunnossapitokustannukset	+1,82 %/a

Vaihtoehdon 0 elinkaarikustannukset on esitetty kuvassa 19 prosentteina vuodesta 2022 alkaen. Muuttuvat ja kiinteät kustannukset nousevat tasaisesti vuoteen 2035 asti, mikä on uunien elinkaaren loppujankohta. Vuotena 2022 kokonaiskustannukset (muuttuvat + kiinteät) ovat 100 % ja kustannukset kasvavat niin, että vuotena 2035 kokonaiskustannukset ovat n. 167 % vuoden 2022 tasoon verrattuna. Näiden lisäksi ensimmäisillä vuosilla joudutaan toteuttamaan pakollisia korvausinvestointeja.

Kunnossapitokustannukset muodostuvat pääosin uunin muurauksen uusimisesta ja kannatinrullien vaihdoista. Kunnossapitokustannusten kehittämisessä on vaihtelua vuosittain suurkorjausten takia, mutta kappaleessa 5.2.6 arvioidun trendin mukaan keskimääräinen kustannusten vuosittainen kasvu on 1,82 %.

Meesauunien muuttuvat kustannukset muodostuvat suurelta osin polttoainekustannuksista. Polttoaineen kulutus on vuosittain vakio, mutta polttoaineen hinta vaihtelee. Polttoaineena käytetyn maakaasun hinnan oletetaan nousevan vuosittain. (Stora Enso 2020b)



Kuva 19. VE0 ja VE1 elinkaarikustannukset

5.2.2 VE1

Vaihtoehdossa 1 vanhat meesauunit säilytetään ja niille suoritettavilla investointitoimenpiteillä saavutetaan 10 prosentin vuosittainen kapasiteetin nosto. Meesauunien lisäksi investoidaan taulukon 5 mukaisiin kohteisiin, jotta kapasiteetti nousee koko tuotantolinjassa. Elinkaaren osalta meesauuneja voidaan käyttää 15 vuotta tästä hetkestä tai vuoteen 2035 asti.

Taulukko 5. VE1 investoinnit

VE1 - Vaihtoehto 1
KS3 korvausinvestoinnit, kehitysinvestointi
MU3 korvausinvestoinnit, kehitysinvestointi
MU4 korvausinvestointi
HO5 kehitysinvestointi
HO6 korvausinvestointi, kehitysinvestoinnit
VPU kehitysinvestoinnit
KL2 Korvausinvestoinnit
KL3 kehitysinvestoinnit
KU1 kehitysinvestoinnit

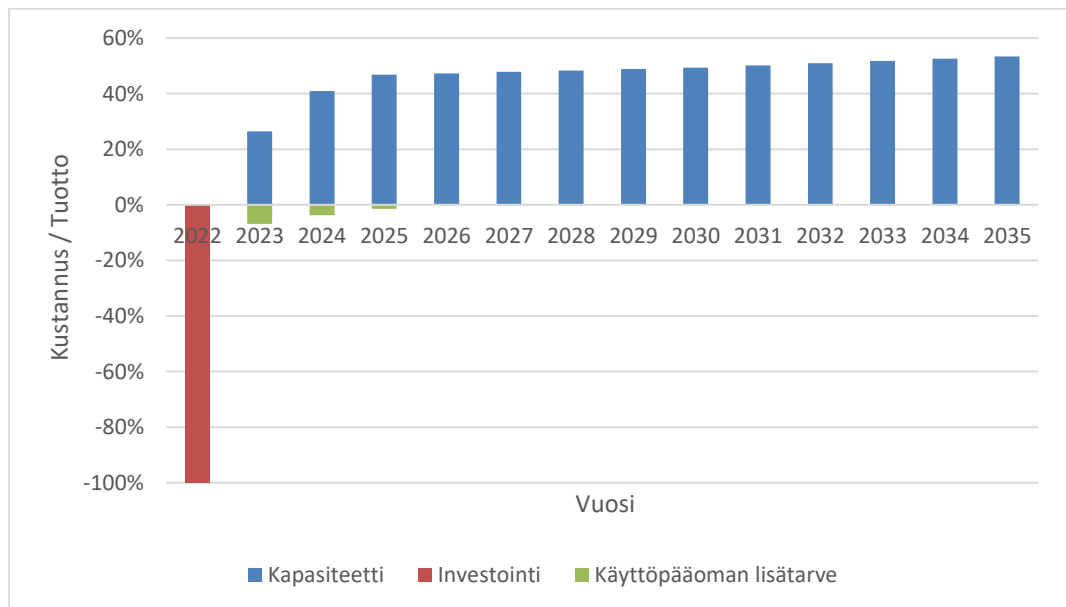
Meesauuneille suoritettavilla investoinneilla saavutetaan taulukon 6 mukaiset muutokset. Tehtaan kokonaiskapasiteetti nousee lisäinvestointien ansiosta 10 %,

polttoaineen kulutus nousee 10 % kaavan 12 mukaisesti. Polttoaineena toimii maakaasu, minkä hinta vaihtelee vuosittain, mutta trendi on nouseva.

Taulukko 6. VE1 muutokset

VE1 - Vaihtoehto 1	Muutos
Kapasiteetti	+10 %
Kunnossapitokustannukset	+1,86 %/a
Polttoainekustannukset	+1,82 %/a

Elinkaaren osalta VE1 on samankaltainen VE0 kanssa. VE1 elinkaarikustannukset (muuttuvat + kiinteät) näkyvät kuvasta 19. Eroavaisuutena on vuoden 0 investointi ja 10 % tuotantokapasiteetin noususta saatava hyöty. Elinkaari voidaan nähdä kuvassa 20. Vuoden 0 investointi on -100 % ja tuotot on suhteutettu tähän. Ensimmäisen vuoden tuotto on kasvukäyrän mukaisesti 50 % normaalista tuotosta. Loput vuodet elinkaaren loppuun asti ovat tuotoltaan vakioita eli vastaavat 10 % kapasiteetin nostoa. Elinkaaren tuottoja ei ole diskontattu.



Kuva 20. VE1 elinkaari

5.2.3 VE2

Vaihtoehdossa 2 investoidaan vanhojen uunien yhteyteen, sekä muualle tuotantolinjaan. Uunien kapasiteetin nosto aiheuttaa lisäinvestointien kanssa tehtaan kokonaiskapasiteetin nousun 20 prosentilla. Polttoaineen muutos maakaasusta tuotekaasuun aiheuttaa säästöä muuttuvissa kustannuksissa. Lisäksi kuoresta tuotettu tuotekaasu on fossiilivapaata, joten päästöoikeuksia vapautuu myyntiin enemmän. Päästöoikeuksien arvo lasketaan kertomalla aikaisemmin maakaasusta syntyneiden hiilidioksidipäästöjen määrä päästöoikeuksien hinnalla. Käytettävyydeksi on oletettu 90 %. (Stora Enso 2020b). Vaihtoehdon 2 aiheuttamat lisäinvestoinnit näkyvät taulukosta 7 ja muutokset taulukosta 8.

Taulukko 7. VE2 investoinnit

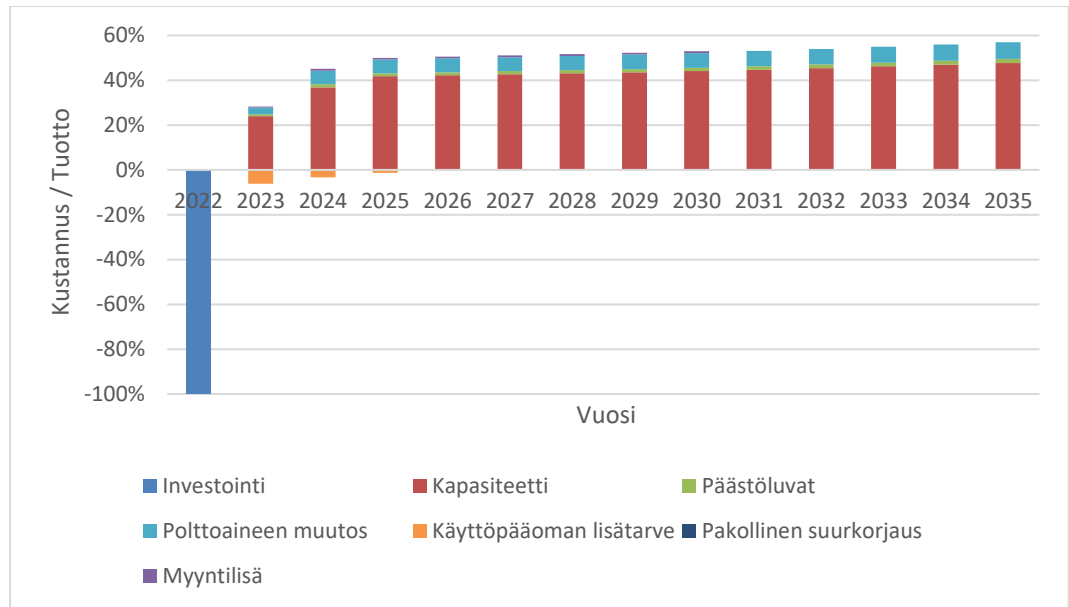
VE2 - Vaihtoehto 2
KS3 korvausinvestoinnit , kehitysinvestointi
MU3 korvausinvestoinnit , kehitysinvestoinnit, kuoren kaasutin
MU4 korvausinvestointi , kehitysinvestoinnit, kuoren kaasutin
MU3&4 Kuoren kuivain
SK6 kehitysinvestointi
HO5 kehitysinvestoinnit
HO6 korvausinvestointi , kehitysinvestoinnit
VPU kehitysinvestoinnit
KL2 korvausinvestoinnit
KL3 kehitysinvestoinnit
KU1 kehitysinvestoinnit

Taulukko 8. VE2 muutokset

VE2 - Vaihtoehto 2	Muutos
Kapasiteetti	+20 %
Hiilidioksidipäästöt	-90 %
Päästöoikeudet	+90 %
Kunnossapitokustannukset	+1,82 %
Polttoainekustannukset	-46,1 %

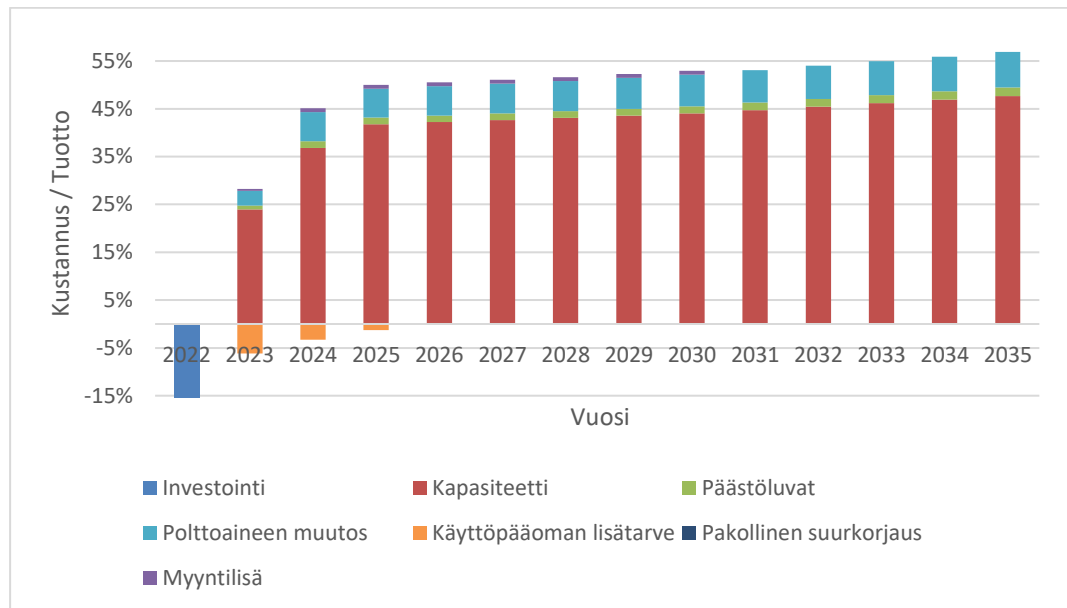
Vaihtoehdon 2 elinkaari muodostuu kuvan 21 mukaiseksi. Siinä on otettu huomioon alkuinvestointi, kapasiteetin korotus, polttoaineen säästö, päästölupien myynti ja

fossiilivapaasta sellusta saatava lisä. Tuotot on skaalattu niin, että alkuinvestointi on -100 % ja tuotot ovat suhteutettuna tähän. Esimerkiksi vuoden 2023 tuotot ovat n. 44 % investoinnin suuruudesta. Kapasiteetin mahdollistamilla tuotoilla on suurin positiivinen kassavirta elinkaaren aikana (24–48 %). Elinkaarikustannukset noudattelevat kuvan 19 mukaisia kustannuksia kiinteiden kustannusten osalta.



Kuva 21. VE2 elinkaari

Kuvassa 22 on esitetty muiden tuottotekijöiden vaikutus tarkemmin. Polttoaineen muutos vaikuttaa tuottoon 3–8 %, päästöluvien myynti 0,8–1,8 %, sekä fossiilivapaasta sellusta saatava myyntilisä 0,4–0,8 %. Käyttöpääoman lisätarpeen suuruus investoinnista on 1,2–6,2 %.



Kuva 22. Tarkennus VE2 elinkaaresta

5.2.4 VE3

VE3 eli Vaihtoehto 3 on tilanne missä vanhat meesauunit korvataan kokonaan uudella meesauunilla, mikä lisää nykyisen kaustistamon yhteyteen. Uusi uuni on varustettu kaasuttimella ja kuivaimella eli pääpolttoaineena toimii tuotekaasu. Uuni on kapasiteetiltaan suurempi kuin vanhat, joten muualla tuotantolinjassa suoritetaan kapasiteetin noston vaatimat investoinnit. Taulukossa 9 on esitetty VE3 vaatimat korvaus- ja kehitysinvestoinnit.

Taulukko 9. VE3 investoinnit

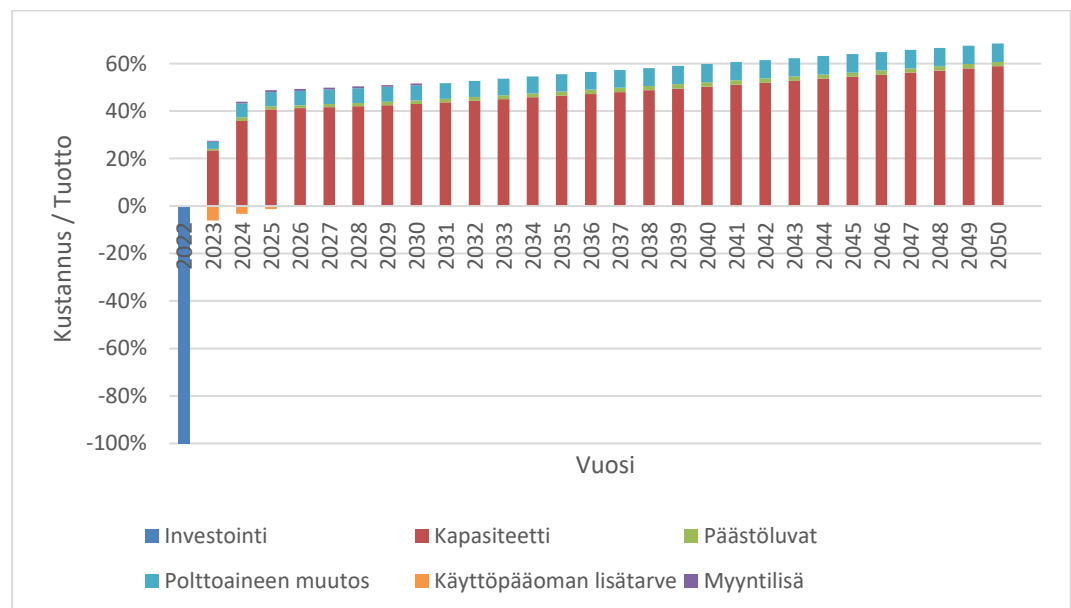
VE3 - Vaihtoehto 3
KS3 korvausinvestoinnit , kehitysinvestointi
MU5, kaasutin ja kuoren kuivain
SK6 kehitysinvestoinnit
HO5 kehitysinvestoinnit
HO6 korvausinvestointi , kehitysinvestoinnit
VPU kehitysinvestoinnit
KL2 korvausinvestoinnit
KL3 kehitysinvestoinnit
KU1 kehitysinvestoinnit

Uusi meesauuni mitoitetaan niin, että muiden investointien kanssa tehtaalle saadaan suoritettua vähintään 20 prosentin kapasiteetin nosto. Polttoaineen muutos maakaasusta tuotekaasuun aiheuttaa vuosittaista kustannussäästöä. Lisäksi kuoresta tuotettu tuotekaasu on fossiilivapaata, joten kaikki meesauuneihin aikaisemmin sitoutuneet päästöoikeudet vapautuvat myyntiin. Käytettävyydeksi on oletettu 90 %. Taulukossa 10 on esitetty VE3 aiheuttamat muutokset.

Taulukko 10. VE3 muutokset

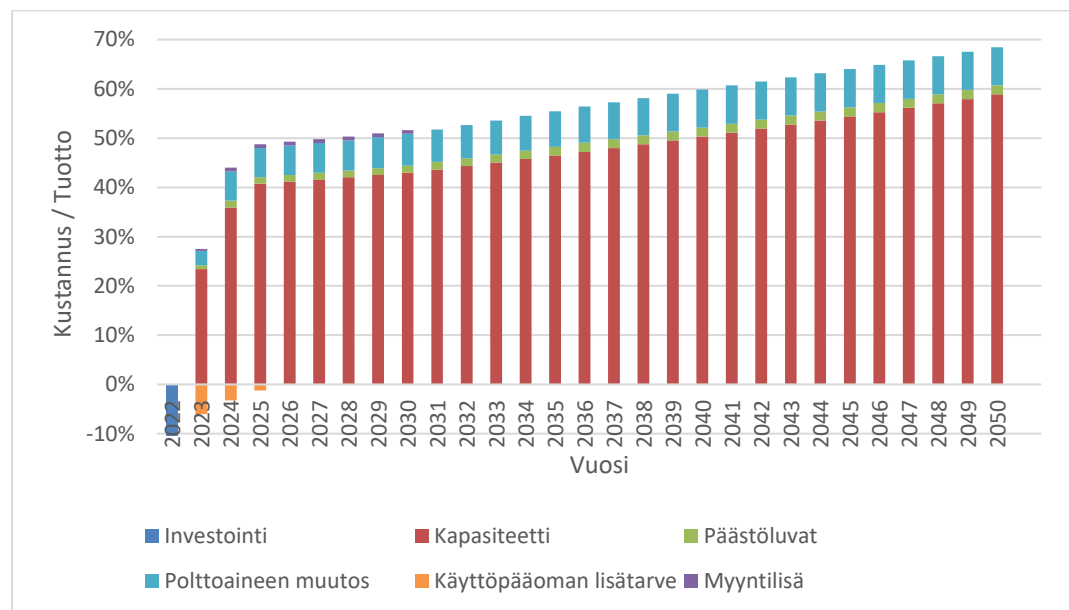
VE3 - Vaihtoehto 3	Muutos
Kapasiteetti	+20 %
Polttoainekustannukset	-46,1 %
Hiilidioksidipäästöt	-90 %
Päästöoikeudet	+90 %

Vaihtoehdon 3 elinkaari alkaa vuodesta 2022, milloin investointi toteutetaan. Investointivuosi on -100 % ja tuotot on suhteutettu alkuinvestoinnin suuruuteen. Vuoden 2023 arvioidaan olevan tuotoiltaan 50 % normaalista tuotosta. Vuoteen 2040 mennessä on suoritettava muiden osastojen vaatimat korvausinvestoinnit. Vaihtoehdon 3 elinkaari on esitetty kuvassa 23.



Kuva 23. VE3 elinkaari

Käyttöpääoman lisätarve on arvioitu kappaleessa 5.1.7. Lisätarve näkyy elinkaaren alkuvaiheessa vuosilla 2023, 2024 ja 2025 ja on suuruudeltaan 1,3–6,0 % alkuinvestoinnin suuruudesta. Vuosina 2023–2030 esiintyy fossiilivapaasta sellusta saatava myyntilisä, mikä on suuruudeltaan 0,4–0,8 %. Polttoaineen muutoksen osuus on n. 3,0–7,8 % ja päästölupien 0,8–1,8 % alkuinvestoinnista. Tarkempi näkymä tuotoista näkyy kuvassa 24.



Kuva 24. Tarkennus VE3 elinkaaresta

5.3 Kannattavuuslaskelmat

Investointien vertailun työkaluna käytetyt kannattavuuslaskelmat on koottu tämän kappaleen alle. Jokainen laskentamenetelmä on otsikoitu erikseen ja investointivaihtoehdot on esitetty taulukoissa kannattavimmasta alkaen indeksoituina arvoina.

5.3.1 Nettonykyarvo

Nettonykyarvolla laskettaessa investointihankkeet saadaan taulukon 10 mukaiseen järjestykseen kannattavimmasta alkaen. Vaihtoehtojen nettonykyarvo on ilmoitettu indeksinä, jotta todelliset lukuarvot peittyvät.

Taulukko 11. Investointivaihtoehdot nettonykyarvon mukaan

Sija	Vaihtoehto	NNA Indeksi
1	Vaihtoehto 3	100,0
2	Vaihtoehto 2	48,2
3	Vaihtoehto 1	19,1
4	Vaihtoehto 0	-

5.3.2 Sisäinen korko

Sisäisellä korolla laskettaessa investointihankkeet saadaan taulukon 11 mukaiseen järjestykseen kannattavimmasta alkaen.

Taulukko 12. Investointivaihtoehdot sisäisen koron mukaan

Sija	Vaihtoehto	IRR Indeksi
1	Vaihtoehto 3	100,0
2	Vaihtoehto 2	98,6
3	Vaihtoehto 1	90,0
4	Vaihtoehto 0	-

5.3.3 Korollinen takaisinmaksuaika

Korollisen takaisinmaksuajan mukaan investointihankkeet saadaan taulukon 12 mukaiseen järjestykseen kannattavimmasta alkaen.

Taulukko 13. Investointivaihtoehdot korollisen takaisinmaksuajan mukaan

Sija	Vaihtoehto	TMA Indeksi
1	Vaihtoehto 2	100,0
2	Vaihtoehto 3	98,6
3	Vaihtoehto 1	93,5
4	Vaihtoehto 0	-

5.3.4 Kannattavuusindeksi

Kannattavuusindeksin perusteella investointivaihtoehdot voidaan asettaa taulukon 13 mukaiseen paremmuusjärjestykseen.

Taulukko 14. Investointivaihtoehdot kannattavuusindeksin mukaan

Sija	Vaihtoehto	PI Indeksi
1	Vaihtoehto 3	100,0
2	Vaihtoehto 2	57,3
3	Vaihtoehto 1	51,2
4	Vaihtoehto 0	-

6 POHDINTA

Pohdinnassa on pyritty miettimään laskennan tuloksia ja niihin vaikuttavia tekijöitä. Tulosten oikeellisuus riippuu täysin käytetyistä lähtöarvoista, joita on pyritty tarkastelemaan kriittisesti. Lähtöarvojen merkitystä laskennan lopputulokseen on tarkasteltu niiden muuttuessa herkkyyksianalyysien avulla.

6.1 Lähtöarvot

Lähtöarvot ovat selvitetty käyttäen yrityksen sisäisiä lähteitä, kuten päästöraportteja, tarjouspyyntöjä ja kustannuskalkyyleita. Lopulliseen laskenta-Exceliin arvojen alkuperät merkittiin selkeästi näkyviin, joten niiden muokkaaminen olisi mahdollisimman helppoa.

Lähtöarvoista päästöoikeuksien hinta voi olla tulevaisuudessa epävarma tekijä. Tilastojen mukaan päästöoikeuksien hinta on ollut 2010-luvulla jopa 5 €/tCO₂ -tasolla, mikä vähentää päästöoikeuksista saatavaa tuottoa huomattavasti. Tulevaisuudessa päästömääräykset tiukentuvat, mutta samaan aikaan yhä useampi yritys investoi uusiutuvaan energiaan, joten päästömääräyksiä voi vapautua myyntiin huomattavasti enemmän. Toisaalta varsinkin vaihtoehdoissa 2 ja 3 päästökaupan tuomien tuottojen osuus kokonaisuudesta on varsin pieni, joten suurta vaikutusta laskentaan sillä ei ole. Laskennassa päästöoikeuksien hinta vaihtelee vuosittain.

Polttoaineen vaihdosta aiheutuvilla säästöillä on keskisuuri vaikutus investointien kannattavuuteen. Vaihdoksen yhteydessä on huomioitu ominaisenergiankulutukset, mikä vaikuttaa suoraan kustannussäästön suuruuteen. Energian hinta kuorella on huomattavasti halvempi, mutta sitä kuluu enemmän, sillä ominaisenergiankulutus on suurempi ja kaasuttimen hyötysuhde on 98 %. Kuitenkin keskimääräinen hinta megawattituntia kohden on huomattavasti halvempi, kuin maakaasulla. Lähtöselvityksissä on lisäksi kartoitettu kuoren hankinta-alue ja riittävyys kaasutusta varten. Jos kuoren kaasutukseen investoidaan, joutuu nykyinen

kuorikattila polttamaan muuta biopohjaista polttoainetta. Kaikki tarvittava kuori huomioidaan laskennassa niin, että se ostetaan ulkopuolelta. Hinta-arviot ja ostohinnan kehitystä on arvioitu Stora Enson omia lähteitä käyttäen. Myös maakaasun hintaa ja sen kehitystä on arvioitu samoilla menetelmillä. Tiedot eivät ole julkisia.

Kiinteiden kustannusten laskennassa ja kustannusten kehittymisessä on käytetty toiminnanohjausjärjestelmästä saatavaa kustannusdataa. Kustannusten kehittyminen on arvioitu lineaariseksi. Todellisuudessa kustannukset vaihtelevat vuosittain hyvinkin paljon suurkunnossapitotoimenpiteiden takia. Tällöin kustannukset voivat olla jopa kaksinkertaisia edelliseen vuoteen verrattuna. Trendikäyrän avulla muodostettu lineaarinen kasvu on keskiarvo, eikä kerro tällöin tarkasti minä vuonna suurkorjauksia toteutetaan. Tarkempi tietämys tulevaisuuden suurkorjauksista ja niiden ajankohdista tarkentaisi laskennan tulosta. On kuitenkin vaikeaa ennakoida kaikkia kunnossapitotoimenpiteitä etenkin, kun uunien elinkaaret ovat loppuvaiheella ja vikataajuus tihenee. Laskennassa meesauunien kunnossapitokustannuksia ja niiden kasvua ei ole huomioitu. Nämä kustannukset ovat vain osa kokonaisuutta, mikä tarvittaisiin täysvaltaisemman kuvan saavuttamiseksi. Pelkkien meesauunien kunnossapitokustannusten käyttäminen laskennassa antaa vääristyneen ja pienemmän kuvan todellisista kustannuksista. Koko tehtaan kunnossapitokustannuksia ja niiden kehittymistä on vaikea arvioida, varsinkin investointien aiheuttamat kustannussäästöt huomioidaan. Tämä voitaisiin saavuttaa tekemällä tarkemmat kustannusselvitykset muille osastoille.

Vikataajuuden aiheuttamia suunnittelemattomia tuotantokatkoja ja niiden aiheuttamia tuotannonmenetyksiä ei ole huomioitu laskennassa. Laskennan tärkeimmät tekijät ajoittuvat lähivuosille, milloin vanhojen uunien vikataajuus on suuri tai kasvava. Toisaalta uuden uunin investointivaihtoehdossa tilanne on sama kuvassa 5 olevan weibull-käyrän mukaan. Uuden uunin ”lastentautivaihe” vastaa vanhojen uunien elinkaaren loppua vikataajuudeltaan.

Suurin positiivinen kassavirta syntyy tuotannonnostosta. Vaihtoehdon mukaan kapasiteetti nousee 10 % tai 20 %, minkä tuotto lasketaan vuositasolla. Kaikki investointivaihtoehdot ovat pohjimmiltaan kapasiteetinnostoinvestointeja, milloin kustannussäästöt jäävät pienemmälle osalle. Kuitenkin ilman kapasiteetin nostoa kustannussäästöninvestoinnit olisivat kannattavia. Polttoaineen muutos vähentää muuttuvia kustannuksia, sekä antaa tuotteelle lisäarvoa hiilineutraalin tuotannon ansiosta. Tämä lisäarvo on arvioitu laskennassa euromääräiseksi hyödyksi. Tulevaisuuden ennustaminen tämän osalta on kuitenkin vaikeaa, ja todellinen hyöty voi olla pelkän markkina-aseman ylläpitäminen.

Investointien pitoajat vaihtelevat investointivaihtoehtojen mukaan. Vaihtoehdoissa 1 ja 2 investoidaan vanhojen meesauunien yhteyteen, mutta niiden käyttöikä ei pidenny. Voidaan arvioida, että nykyisten meesauunien käyttöikä päättyy vuonna 2035, milloin tuotanto rajoittuu merkittävästi tai myynti kärsii ilman uusia kehitysinvestointeja. Tällöin ajaudutaan välttämättä uuden meesauunin investointiin. Elinkaaren loppuajanhetken ennustaminen on kuitenkin vaikeaa, sillä jo nyt nykyiset meesauunit ovat teknisen elinikänsä lopussa tai sen yli. Tarkempi ennuste uunien jäljellä olevasta eliniästä saadaan laajoilla kuntotarkastuksilla. Vaihtoehdossa 3 kokonaan uusi meesauuni korvaa aiemmat uunit ja käyttöikä ulottuu tällöin n. 30 vuoden päähän investointihetkestä. Uusi uuni mahdollistaa myös kapasiteetinnoston jatkossa suuremman mitoituksen ansiosta ja valkolipeätehtaasta ei näin muodostu tuotannon ”pullonkaula”.

Laskentakorkokantana laskelmissa on käytetty yhtiön asettamaa tuottovaatimusta vastaaville investoinneille. Korkokannan suuruus vähentää riskiä ja herkkyyksianalyysin perusteella suuremmallakin korkokannalla investoinnit pysyvät kannattavana. Polttoaineenvaihdos luokitellaan kustannusta laskeväksi investoinniksi ja sille on taulukon 1 mukaan käytettävissä 12–15 prosentin laskentakorkokantaa. Vastaavasti tuottojen lisäämisellä käytetään 15–20 prosentin laskentakorkokantaa. Toisaalta fossiilivapaaseen polttoaineeseen investoiminen voidaan luokitella markkina-aseman turvaamiseksi, joten korkokanta tämänlaiselle investoinnille on 6 prosenttia. Tutkimuksessa käytetty laskentakorkokanta perustuu

yhtiön keskimääräisiin rahoituskustannuksiin, eikä tämän takia ole julkisesti esitettävissä.

Fossiilivapaasta sellusta valmistetulla kartongilla on lisäarvo, mikä on koreampi myyntihinta. Lisäarvo on saatavissa niin kauan, kuin tuote on ns. ”niukkuushyödyke”. Tämän takia investoinnin ajoitus korostuu, sillä mitä aikaisemmin investointi toteutetaan, sitä enemmän lisäarvosta voidaan hyötyä. Toisaalta liiketoiminnan johdon mukaan nykyisin menetelmin tuotetusta sellusta ja kartongista ei ole haittaa, sillä se voidaan myydä eri markkinoille. Lisäarvo parantaa vaihtoehtojen 2 ja 3 kannattavuutta, mutta ei huononna 0 ja 1 kannattavuutta. Usean yrityksen ja selluteollisuuden asiakkaan tavoitteena on hiilineutraalius vuoteen 2035 mennessä. Tämä aiheuttaa painetta sellu- ja kartonkituotantoon ja vaikuttaa koko yritysverkoston pysyvyyteen. Lähtökohtana nykyisten asiakkaiden tarpeiden tyydyttäminen ja niiden pitäminen on ensiarvoisen tärkeää. Muuttuva trendi voi pahimmillaan aiheuttaa asiakkaiden siirtymisen kilpailijoille ja huonontaa näin liiketoimintaa ja yrityksen imagoa. Ilman hiilineutraaleita investointeja myynti voi kärsiä varsinkin Euroopan markkinoilla, mihin suuri osa tuotannosta tällä hetkellä menee. Käytännössä myyntilisän toinen puoli voi olla markkina-alueiden menettäminen ja myyntimäärien väheneminen. Tuotteen myyntihintaa voidaan joutua alentamaan myynnin lisäämiseksi.

Sähkönkulutusta ja sen muuttumista ei ole käytetty työn muuttuvien kustannusten laskennassa. Nykyisessä kahden uunin mallissa sähkönkäyttö pysyy vuosittain vakiona. Kuoren kuivaimen ja kahden kaasuttimen investoinnissa sähkönkulutus nousee suhteellisen vähän, sillä kuivaukseen käytetään pääasiassa lämpöenergiaa. Vaihtoehdossa 3 yksi uusi uuni korvaa kaksi vanhaa, joten sähkölaitteiden määrä vähenee. Toisaalta uuniin on integroitu kuivain ja kaasutin, joten yhteenlaskettuna sähkönkulutus muuttuu vain vähän.

Lopuksi käytöstä poistamisen kustannuksia ei ole käytetty työn laskentaosiossa. Niiden luotettava arviointi ei ollut mahdollista tämän tutkimuksen puitteissa.

6.2 Elinkaaret

Työn yhtenä tavoitteena oli kuvata eri investointivaihtoehtojen elinkaaret mahdollisimman tarkasti. Elinkaarien aikana ilmenevät kustannukset ja hyödyt näkyvät niiden kassavirtakaavioista.

Vaihtoehdon 0 elinkaari muodostuu pelkästään elinkaarikustannuksista, sillä säästöä tai tuottoa investoinnilla ei ole. Kunnossapitokustannusten nousu arvioitiin 1,82 prosentin vuosittaiseen kasvuun, mutta todellisuudessa kustannukset vaihtelevat, eivätkä ne nouse tasaisesti. Vaihtoehtoisesti kustannuksia olisi voinut arvioida niin, että joka toinen vuosi on kustannuksiltaan kaksinkertainen. Muuttuvat kustannukset nousevat myös tasaisesti maakaasun ja päästöoikeuksien hintojen mukaan. Kokonaisuudessaan vaihtoehdon 0 nettonykyarvo on negatiivinen, sillä selkeitä hyötyjä ei ole. Käytöstä poistamisen kustannuksia ei ole arvioitu laskuissa, sillä nykyiset uunit vaativat kuntokartoitusta ennen kustannusten luotettavaa arviointia.

Vaihtoehdossa 1 erilaisilla investointitoimilla saavutetaan 10 prosentin kokonaiskapasiteetin nousu tehtaalla. Kiinteät ja muuttuvat kustannukset noudattavat vaihtoehdon 0 mallia. Alkuinvestointi on vaihtoehdoista edullisin. VE1 on investoinneista helpoin toteuttaa ja siitä saatavat hyödyt ovat kohtalaiset muihin vaihtoehtoihin verrattuna. Lyhyt elinkaari huonontaa kannattavuutta ja VE2 verrattuna tuotto on huonompi, joten VE1 on kaikilla mittareilla huonoin investointivaihtoehto. VE1 on ongelmallinen myös elinkaarensa lopussa, sillä tällöin esimerkiksi uuteen uunin investoidessa joudutaan myös muiden osastojen investoinnit toteuttamaan suuremman tuotantokapasiteetin saavuttamiseksi. Käytöstä poistamisen kustannuksia ei ole arvioitu laskuissa.

Vaihtoehdossa 2 investoineilla saavutetaan 20 % kapasiteetinnosto, sekä alentuneet polttoainekustannukset ja hiilineutraalius polttoaineen vaihdon ansiosta. Kiinteät kustannukset nousevat tasaisesti VE0 ja VE1 mukaisesti. Polttoainesäästö riippuu täysin vallitsevista polttoaineiden markkinahinnoista, joten säästö vaihtelee

vuosittain. VE2 on investoinneiltaan laaja, mutta suuri osa niistä on joka tapauksessa toteutettavia ns. pakollisia investointeja. Investoinnin kokonaissummasta suuri osa on polttoaineen muutokseen liittyvää ja siihen on todennäköisesti mahdollista saada investointitukea. Tällöin VE2 investointikustannukset laskevat entisestään VE3 verrattuna. VE2 on myös vaihtoehtoista joustavin ja se voidaan toteuttaa osittain. Käytöstä poistamisen kustannuksia ei ole arvioitu laskuissa.

Vaihtoehdon 3 elinkaareissa kunnossapitokustannukset tippuvat, mutta laskennassa ei huomioida kuva 1 mukaista weibull-käyrää. Tällöin investoinnin alkuvaiheessa kunnossapidon suuruus saattaa olla korkeampi kuin normaalisti. VE3 pidempi elinkaari parantaa kannattavuutta muihin vaihtoehtoihin verrattuna. Varsinkin nettonykyarvo -menetelmällä tulos näyttää todellista paremmalla, sillä se painottaa investoinnin alkuvuosia eniten. Vaihtoehdon 3 investoinnin suuruudessa ei ole huomioitu rakentamisen ja maankäytön kustannuksia. Nämä huomioiden VE3 investointikustannukset nousisivat huomattavasti ja laskelmat suosisivat enemmän VE2. Kokonaan uuden uunin rakentamiseen liittyy myös riskejä rakentamis- ja käyttövaiheessa.

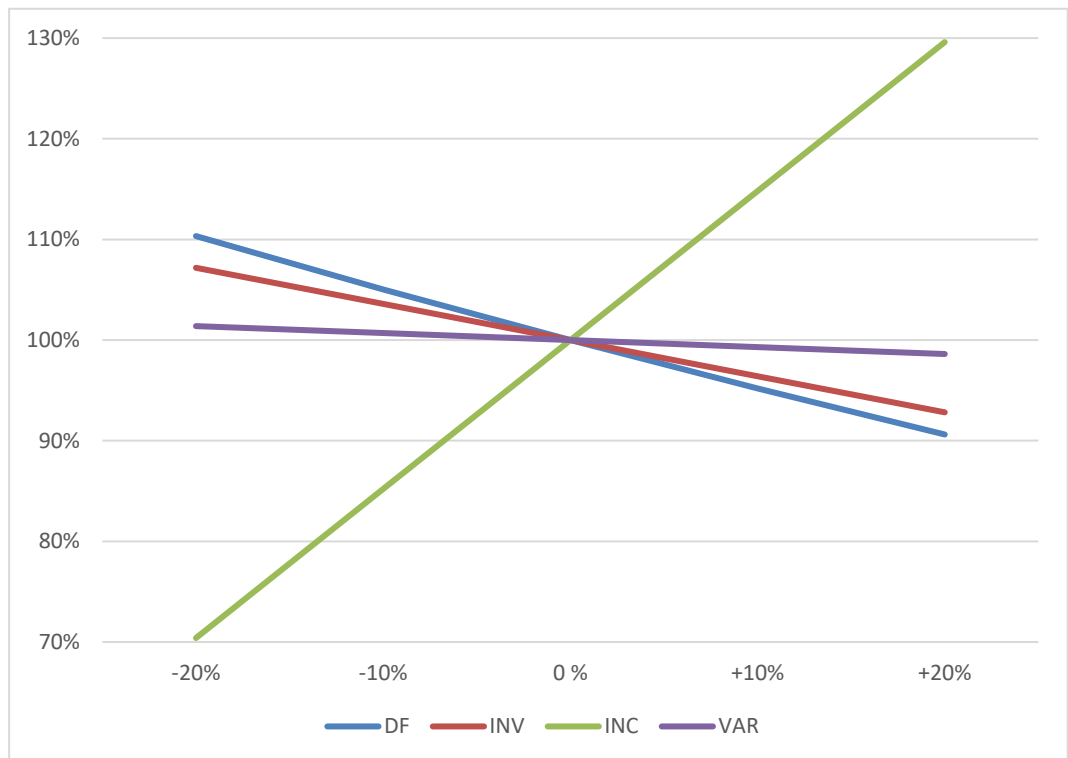
6.3 Kannattavuuslaskelmat

Taloudellisen kannattavuuden tarkastelussa investointivaihtoehdot asetettiin järjestykseen kannattavuuden mukaan laskentamenetelmittäin. Järjestykseen vaikuttaa laskentamenetelmä, sillä esimerkiksi nettonykyarvo suosii suuria investointeja. Herkkyysanalyysissä on tarkasteltu laskentakorkoa, investoinnin suuruutta, investoinnin tuottoa ja muuttuvia, sekä kiinteitä kustannuksia. Lyhenteet ja niiden selitykset on esitetty taulukossa 15.

Taulukko 15. Herkkyysanalyysien lyhenteet

Selite	Lyhenne
Laskentakorkokanta	DF
Investoinnin suuruus	INV
Investoinnin tuotto	INC
Muuttuvat kustannukset	VAR

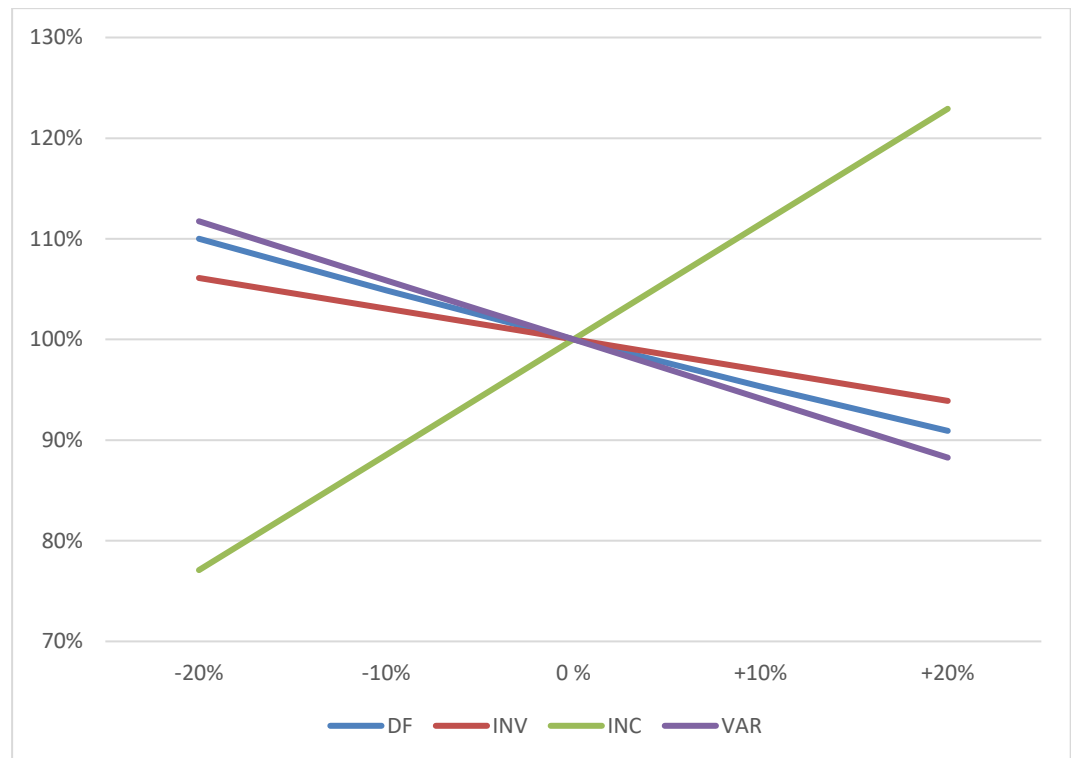
Vaihtoehto 1 on investoinneista pienin. Kuvassa 25 on esitetty VE1 herkkyysanalyysi, mikä kertoo investoinnin kannattavuuteen eniten vaikuttavat tekijät. Kuvaajan y-akselilla on investoinnin nettonykyarvo prosentteina ja x-akselilla muutosprosentti.

**Kuva 25.** VE1 Herkkyysanalyysi

Vaihtoehdon 1 kannattavuuteen vaikuttaa eniten investoinnista saatava tuotto, mikä riippuu mänty- ja koivusellun markkinahinnoista. Tuoton laskiessa -20 % alkuperäisestä investoinnin kannattavuus nettonykyarvolla tippuu 70 %:iin. Muuttuvien kustannusten muutoksella on hyvin pieni vaikutus investoinnin

kannattavuuteen. Investoinnin suuruus ja käytetty laskentakorkokanta vaikuttaa kannattavuuteen kohtalaisesti.

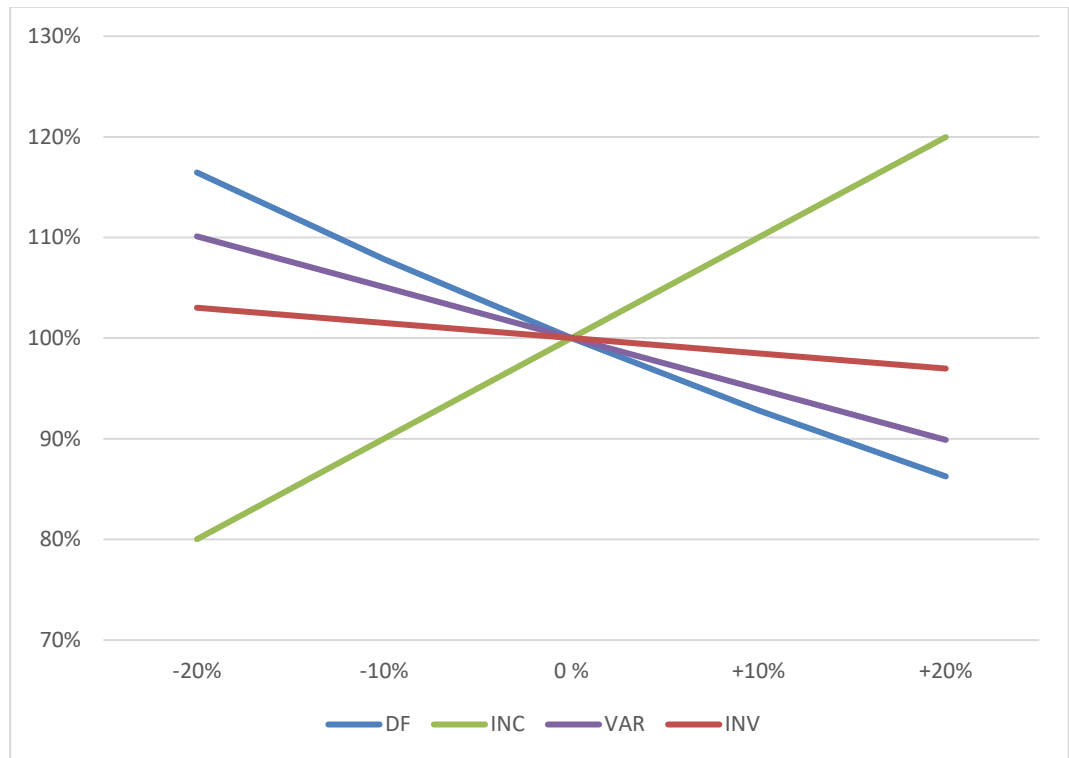
Vaihtoehto 2 on keskisuuri ja sen nettonykyarvo on VE1 ja VE3 välissä. Vaihtoehdossa 2 kapasiteettia nostetaan 20 %, joten sillä on suuri vaikutus investoinnin kannattavuuteen. Tuoton jälkeen seuraavaksi merkittävin vaikutus on käytettävällä muuttuvilla kustannuksilla. Korkokannan eli DF kasvaessa esimerkiksi 20 %, nettonykyarvo laskee 91 %:iin. Pienin vaikutus on investointikustannuksilla. Kuvassa 26 on esitetty vaihtoehdon 2 herkkyysanalyysi.



Kuva 26. VE2 Herkkyysanalyysi

Vaihtoehto 3 on investoinneista suurin. Tuotoilla ja laskennassa käytettävällä korkokannalla on suurin vaikutus investoinnin kannattavuuteen, sillä VE3 on kaikista vaihtoehdoista pisin elinkaari ja suurimmat tuotot. Korkokannan muuttaminen vaikuttaa tuottoihin varsinkin elinkaaren loppupuolella. VE3 on vaihtoehdoista myös alkuinvestoinniltaan kallein, joten tuotoilla on suurempi

vaikutus kannattavuuteen kuin vaihtoehdossa 2. Muuttuvien kustannusten vaikutus tehostuu, sillä muutoksessa näkyy maakaasun hinta, kuoren hinta, sekä päästöoikeuksien myynti. Kuvassa 27 on esitetty VE3 herkkyysanalyysi.



Kuva 27. VE3 Herkkyysanalyysi

7 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Työn lopputuloksena kaikkiin kolmeen tutkimuskysymykseen saatiin vastaus. Tutkimuskysymyksiä olivat:

1. Mitkä ovat investoinnin elinkaaren aikana ilmenevät kustannukset ja saavutettavat rahalliset hyödyt?
2. Mitä lisäinvestointeja alkuperäinen investointi aiheuttaa elinkaarensa aikana?
3. Mikä on investoinnin kannattavuus erilaisia laskentamenetelmiä käyttäen?

Elinkaaret muodostettiin investointivaihtoehtojen pohjalta mahdollisimman visuaaliseksi ja niistä selviää investointivaihtoehdon elinkaaren aikana ilmenevät kustannukset ja hyödyt. Tärkeänä osana oli selvittää, mitä investointeja toteutetaan joka tapauksessa investointivaihtoehdosta riippumatta. Elinkaaret indeksoitiin todellisten lukuarvojen peittämiseksi niin, että alkuinvestointi on -100 % ja muut kustannukset, sekä tuotot ovat suhteutettu tähän. Elinkaarien selvittämisessä arvioitiin nykyisten uunien kiinteiden ja muuttuvien kustannusten muutos tulevaisuudessa, mitä käytettiin pohjana elinkaarikustannusten määrittämiselle. Lopputuloksessa muuttuvien kustannusten osuus oli suhteellisen pieni, mutta selvitystyö oli tärkeä, sillä kustannusten kasvun ennuste vaikuttaa päätöksentekoon uuden uunin rakentamisesta. Myös kiinteiden kustannusten selvittäminen oli tärkeää päätöksenteon kannalta.

Lisäinvestointien kartoittaminen ja listaaminen oli osana tutkimuskysymyksiä, sillä on tärkeä tiedostaa mitkä investoinnit on joka tapauksessa tehtävä toiminnan jatkuessa. Esimerkiksi vaihtoehdossa 0 on joka tapauksessa investoitava osittain samoihin kohteisiin mitä muissa vaihtoehdoissa. Lisäinvestointien ja niiden toteutustarpeen tarkastelusta voi olla hyötyä päätöksentekoa varten. Esimerkiksi VE1 ja VE2 välillä lisäinvestointien tarve on suhteellisen pieni, sillä suurin osa vaihtoehtojen investointikustannuksien välisestä erosta syntyy kuoren kuivaimesta ja kaasuttimesta.

Investointien kannattavuuslaskelmat on esitetty tulososiossa. Niistä selviää investointivaihtoehtojen paremmuusjärjestys eri menetelmien perusteella. Nettonykyarvoltaan paras investointivaihtoehto on VE3. Tämä johtuu suuresta investoinnista ja tuotoista, sekä muita vaihtoehtoja pidemmästä elinkaaresta. VE3 on myös kannattavuusindeksiltään ja sisäiseltä koroltaan paras. VE2 puolestaan on takaisinmaksuajaltaan lyhyin. VE1 jää kolmannelle sijalle jokaisella menetelmällä.

Vaihtoehtoja 2 ja 3 verratessa tulee huomioida laskentamenetelmien ominaispiirteitä, investointien luonteita ja tuotannon erityisvaatimuksia. Nettonykyarvo suosii suuria investointeja ja antaa etua pidemmän elinkaaren omaavalle vaihtoehdolle. Herkkyysanalyysistä (Kuva 24) nähdään laskentakorkokannan ja tuottojen suuri vaikutus VE3 kannattavuuteen. Vastaavasti VE2 kannattavuuteen korkokannalla ja tuotoilla ei ole yhtä suurta vaikutusta. VE3 tapauksessa investoidaan kokonaan uuteen meesauuniin, mikä sijoitetaan tehdasalueella eri paikkaan kuin nykyiset uunit. Tämä vaatii erilaisia järjestelyjä ja sisältää uusia riskitekijöitä VE2 verrattuna. Lisäksi nykyinen kahden meesauunin malli on tuotannollisesti joustava ja helpottaa kunnossapitoa.

Molemmissa vaihtoehdoissa VE2 ja VE3 investoidaan myös uuniin integroitavaan kuorenkaasutusjärjestelmään. Kuivain ja kaasuttimet ovat erillisiä yksioita, mitkä voidaan käyttää uudelleen VE2 elinkaaren loputtua. Kuivaimen uudelleenkäyttäminen (esim. uuden uunin yhteydessä) on täysin mahdollista, eikä investointi rajoitu tällöin VE2 elinkaareen. Myös kaasuttimien myyminen on mahdollista VE2 elinkaaren päätteeksi. Reaalioptiona vaihtoehdossa 2 on myös hankkeen toteutus vaiheittain, mikä mahdollistaa esimerkiksi kuoren kaasutuksen lykkäämisen tarvittaessa. VE3 uuteen uuniin investoidessa tuotekaasu on ainoa polttoaine, milloin kaasuttimeen on pakko investoida.

VE2 kannattavuuden tärkeänä tekijänä on myös hallituksen kaavailema investointituki, mikä liittyy Suomen hiilineutraalius -tavoitteisiin. Valtioneuvoston (2020) mukaan vuoden 2020 kesäkuuhun mennessä luodaan polut

hiilineutraaliuteen keskeisillä teollisuuden aloilla. Tavoitteena on saavuttaa 6-8Mt päästövähennykset teollisuuden sähköistämällä ja vähähiilillä teknologioilla. VE2 investoinnista suuri osa voidaan luokitella vähähiilisen teknologian investoinniksi ja on tällöin oikeutettu saamaan investointitukea. Kuitenkaan tuen konkreettista määrää ei tätä tutkimusta varten ollut saatavilla.

Kestävä kehitys trendinä on noussut kuluttajien keskuudessa ja Suomen ilmastotavoitteet tukevat tämän trendin kehitystä. Kuvan 6 mukaisesti asiakkaiden kysyntä ohjaa liiketoimintaa ja asettaa vaatimuksia organisaation toiminnalle. Liyanagen (2012) mukaan sidosryhmien vaatimukset näkyvät organisaation investoinneissa ja operationaalisessa toiminnassa. Esimerkkejä nykyisistä sidosryhmien tavoitteista ovat Valion hiilineutraalit maito vuoteen 2035, mikä koskee myös pakkauskartonkia. Kestävän kehitys tuo vaatimuksia liiketoiminnalle, mutta samalla myös mahdollisuuksia. Korhonen et al. (2015) mukaan kestävän kehityksen investoinnit ovat usein kustannuksia lyhyellä aikavälillä, mutta parantunutta kilpailukykyä pitkällä aikavälillä. Hanski (2019) nostaa esiin väitöskirjassaan asiakkaiden tarpeen ymmärtämisen ja millaisia päätöksiä he joutuvat tekemään. Asiakkuussuhteiden säilyttäminen on ensiarvoisen tärkeää, minkä takia organisaatioiden tulisi olla ajan tasalla vallitsevista trendeistä. Investointipäätöksiä tulisi tällöin noudattaa liiketoiminnan kannalta olennaisia trendejä. Asiakkaiden tavoitteita seuraamalla ja aktiivisella vuoropuhelulla voidaan selkeyttää tavoitteita ja pysyä näin aktiivisesti mukana kehityksessä ja muuttuvissa trendeissä.

Omaisuuksienhallinnan näkökulmasta tutkimus keskittyy tarkastelemaan investointipäätöksenteon kannalta olennaisia tekijöitä. Nykytilannetta ja tulevaisuuden tekijöitä on otettu huomioon elinkaarikustannusanalyysia tehdessä. Kannattavuustarkastelussa on pyritty huomioimaan käyttöomaisuuden asettamat vaatimukset liiketoiminnalle, sekä arvioimaan uusien trendien vaikutuksia. Strategisen omaisuushallinnan puitteissa VE2 on investointivaihtoehtoista kannattavin. Tämä voidaan havaita kuvan 12 omaisuushallintastrategian asettamista vaatimuksista tuotanto-omaisuudelle: VE2 mahdollistaa tehokkuuden,

joustavuuden ja kapasiteetin noston, sekä muut tekijät. Lisäksi VE2 noudattelee yrityksen strategiaa sekä ympäristölainsäädäntöä. Lopuksi VE2 voidaan nähdä kuvan 7 korvausanalyysistä: Alentunut kapasiteetti aiheuttaa investointitarpeen, mutta uudelleensijoitus on mahdollista mm. uunien hyvän teknisen kunnon takia.

Lopuksi tämän tutkimuksen pohjalta organisaatiolla on paremmat lähtökohdat kannattavuustarkastelun jatkotoimenpiteille ja laskelmien tarkentamiselle. Lähtöarvot on raportoitu niin, että niiden alkuperä on helposti jäljitettävissä ja muutettavissa tarvittaessa. Laskentaan ja laskenta-exceleihin on helppo lisätä muuttujia ja ne on rakennettu organisaation käytäntöjen mukaan. Tarkennusten ja päivitysten lisäksi nykyisten uunien kuntoa tullaan kartoittamaan tarkemmin, milloin niiden jäljellä oleva elinikä tarkentuu. Investointipäätöksenteon jälkeen investointiprosessi etenee seuraavaan vaiheeseen, milloin valittua investointivaihtoehtoa aletaan valmistella toteutusta varten.

LÄHDELUETTELO

Cambridge Dictionary. 2020. [verkkoaineisto]. [viitattu 11.2.2020]. Saatavissa: <https://dictionary.cambridge.org/>

Energiavirasto. 2020. Päästöoikeuksien huutokaupat 2013–2020 (excel). [verkkoaineisto]. [viitattu 14.3.2020]. saatavissa: <https://energiavirasto.fi/huutokauppa>

Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi (EU) 2018/2001. 2018. Annettu 11 päivänä joulukuuta 2018, uusiutuvista lähteistä peräisin olevan energian käytön edistämisestä (uudelleenlaadittu). Euroopan unionin virallinen lehti L 328/82. 21.12.2018. s. 128 [verkkoaineisto]. [viitattu 3.2.2020]. Saatavissa: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018L2001&from=FI>

Götze, U., Northcott, D. & Schuster P. 2015. Investment Appraisal, Methods and Models. Second Edition. Springer Texts in Business and Economics. ISBN 978-3-662-45851-8. [viitattu 4.3.2020].

Hanski, J. 2019. Supporting strategic asset management in complex and uncertain decision contexts. LUT, Lappeenranta, Finland on the 25th of October 2019 [viitattu 12.2.2020].

Hastings, N. 2015. Physical Asset Management: With an Introduction to ISO55000. Springer. Second Edition. ISBN 978-3-319-14777-2. [viitattu 6.2.2020].

Horngren, C., Datar, S. & Rajan, M. 2012. Cost Accounting A Managerial Emphasis. 14th edition. Pearson Education. ISBN 978-0-13-210917-8. New Jersery. [viitattu 21.2.2020].

Järvenpää, M., Länsiluoto, A., Partanen, V. & Pellinen, J. 2017. Talousohjaus ja kustannuslaskenta. Sanoma Pro Oy. 2–4. painos. ISBN 978-952-63-2005-2. Helsinki. [viitattu 25.3.2020]

KnowPulp. 2020. KnowPulp-oppimisympäristö. Versio 18.0. Proledge Oy, AEL. [verkkoaineisto]. [viitattu 24.2.2020]. Saatavissa: <http://www.knowpulp.com/suomi>.

Korhonen, J., Pätäri, S., Toppinen, A. & Tuppur, A., 2015. The role of environmental regulation in the future competitiveness of the pulp and paper industry: the case of the sulfur emissions directive in Northern Europe. *Journal of Cleaner Production* 108. 2015 p.864-872. Department of Forest Sciences, University of Helsinki, Finland. [viitattu 13.2.2020].

Kärri, T. & Uusi-Rauva, E. 2003. Investointiprojektin kustannussuunnittelun perusteet. 2. uudistettu painos. ISBN 951-764-789-1. Lappeenranta [viitattu 3.3.2020].

Latvia and the European Commission on behalf of the European Union and its Member States. 6.3.2015. Intended Nationally Determined Contribution of the EU and its Member States. 5 p. (pdf) [viitattu 3.2.2020].

Marlow, D. & Burn, S. 2008. Effective use of condition assessment within asset management, *Journal AWWA*, 100(1), p. 54-63. [viitattu 24.2.2020].

Miller, A., Hoffman, R. & Johnson, C. 2016. Towards the Automated Verification of Weibull Distributions for System Failure Rates. Conference Paper. September 2016. [viitattu 25.3.2020].

Neilimo, K. & Uusi-Rauva, E. 2012. *Johdon Laskentatoimi*. Edita Publishing. 6.–11. painos. ISBN 978-951-37-4109-9. Helsinki 2012. [viitattu 9.3.2020].

Oxford Dictionary. 2020. [verkkoaineisto]. [viitattu 5.4.2020]. Saatavissa: <https://www.oed.com/>

Pätäri S., Kyläheiko K. & Sandström J. 2010. Opening up new strategic options in the pulp and paper industry: Case biorefineries. [viitattu 17.2.2020].

Stora Enso. 2019. Stora Enson vuosikertomus. [verkkoaineisto]. [viitattu 28.5.2020]. Saatavissa: https://annual-report.storaenso.com/-/media/documents/download-center/documents/annual-reports/2019/storaenso_summary_2019_fin.pdf

Stora Enso. 2020a. Stora Enso lyhyesti. [verkkoaineisto]. [viitattu 4.2.2020]. Saatavissa: <https://www.storaenso.com/fi/about-stora-enso>

Stora Enso. 2020b. Käyttöinsinööri. Stora Enso Oyj. Haastattelu 15.5.2020

Stora Enso, 2020c. VP, Head of Business Line LPB. Stora Enso Oyj. Haastattelu. 9.4.2020

Stora Enso, 2020d. Mill Controller. Stora Enso Oyj. Haastattelu 2.5.2020

Sunmin, K. & Adriaens, P. 2013. Correlating Sustainability and Financial Performance - What Measures Matter? A Study in the Pulp and Paper Industry. Ross School of Business Working Paper. Working Paper No. 1192. [viitattu 25.2.2020]

Työ- ja elinkeinoministeriö. 2017. Valtioneuvoston selonteko kansallisesta energia- ja ilmastostrategiasta vuoteen 2030. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja 4/2017. Työ- ja elinkeinoministeriö, Helsinki 2017. s. 119. [verkkoaineisto]. [viitattu 3.2.2020]. Saatavissa: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-327-190-6>

Valtioneuvosto. 2020. Reilulla siirtymällä kohti hiilineutraalia Suomea - Tiekartta hiilineutraaliustavoitteen saavuttamiseksi. [verkkoaineisto]. [viitattu 6.5.2020]. Saatavissa: <https://valtioneuvosto.fi/documents/10616/20764082/hiilineutraaliuden+tiekartta+03022020.pdf/1f1dfbea-f623-9197-5352-23a7f1b83703/hiilineutraaliuden+tiekartta+03022020.pdf>

Van der Lei, T., Herder, P. & Wijnia, Y., 2016. Asset Management The State of the Art in Europe from a Life Cycle Perspective. ISBN 978-94-007-2724-3.

[viitattu 7.2.2020]