

Ville-Pekka Hokkanen

**YMPÄRISTÖKUORMITUKSEN
KUSTANNUSVAIKUTUS MAALAUUS-
JÄRJESTELMÄN MUUTOKSESSA
LIUOTINPOHJAISISTA MAALEISTA
VESILIUKOISIIN MAALEIHIN**

Opinnäytetyö

Tradenomi (AMK)

Liiketalouden koulutus

2022



**Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu**

Tutkintonimike	Tradenomi (AMK)
Tekijä/Tekijät	Ville-Pekka Hokkanen
Työn nimi	Ympäristökuormituksen kustannusvaikutus maalausjärjestelmän muutoksessa liuotinpohjaisista maaleista vesiliukoisiin maaleihin
Toimeksiantaja	ANDRITZ Savonlinna Works Oy
Vuosi	2022
Sivut	41 sivua
Työn ohjaaja(t)	Marja-Liisa Neuvonen-Rauhala, Sakarias Olsonius

TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyön tavoite on selvittää ympäristökuormituksen kustannusvaikutus maalausjärjestelmän muutoksessa liuotinpohjaisista maaleista vesiliukoisiin maaleihin siirryttäessä. Tutkimuksen kohteena on Andritz Savonlinna Works Oy:n valmistama sellun valmistuksessa käytettävä teräsrakenteinen DD-pesuri. Tavoitteena on selvittää, millaisilla kustannuksilla maalausprosessin ympäristökuormitusta voidaan keventää.

Teollisuuden aloilla yritykset ovat velvoitettuja keräämään tietoa ympäristön tilaan vaikuttavista tekijöistä. Yritysten ongelmana on kuitenkin hallita tietoa ympäristöön kohdistuvista haitoista ja niiden kustannusvaikutuksista. Maalausprosessissa syntyy haihtuvia orgaanisia yhdisteitä, joita rajoittamalla on mahdollista hillitä ilmastonlämpenemistä aiheuttavia kasvihuonekaasuja. Tutkimusongelma muodostuu ympäristövaikutusten kustannusten arvioinnista, joka vaatii ympäristölaskennan teorian liittämisen tutkittavaan maalausprosessiin.

Tutkimuksen lähestymistapa on tapaustutkimus. Tapaustutkimuksen tarkoitus on tuottaa yksityiskohtaista ja intensiivistä tietoa tutkittavasta kohteesta. Tutkimuksen teoreettinen viitekehys on ympäristölaskentatoimi, joka nivoo yhteen tutkimuskysymyksen keskeiset elementit eli talouden ja ympäristön. Kehyksenä tutkimukselle on ympäristöasioiden mallinnusjärjestelmä, jossa määritetään prosessin ympäristöllisten ja taloudellisten tekijöiden suhteet. Mallinnusjärjestelmän tueksi on laadittu myös nelikenttäanalyysi kokonaiskuvan hahmottamiseksi.

Ympäristöön kohdistuvien haittojen vähentäminen on väistämätöntä ja yrityksen tulee panostaa muutosten kustannusvaikutusten arvioimiseen. Siirtymällä käyttämään vesiliukoisia maaleja maalauksesta aiheutuvaa ympäristökuormitusta voidaan keventää merkittävästi DD-pesurin maalausprosessissa. Suunnittelu vesiliukoisiin maaleihin siirtymisestä tulee aloittaa mahdollisimman pikaisesti. Kustannusvaikutusten laajamittaiseen arviontiin tulee yrityksen ottaa käyttöön ympäristölaskentatoimen työkalut tukemaan yrityksen varsinaista laskentatoimea. Ympäristölaskentatoimi antaa kallisarvoista tietoa yrityksen johdon päätöksenteon tueksi.

Asiasanat: ympäristölaskentatoimi, pintakäsittely, haihtuvat orgaaniset yhdisteet, teräsrakenteet

Degree	Bachelor of Business Administration
Author (authors)	Ville-Pekka Hokkanen
Thesis title	Cost of environmental impact when changing from solvent-based paints to water-soluble paints
Commissioned by	ANDRITZ Savonlinna Works Oy
Time	2022
Pages	41 pages
Supervisor	Marja-Liisa Neuvonen-Rauhala, Sakarias Olsonius

ABSTRACT

The aim of the thesis is to find out the cost of environmental impact when changing from solvent-based paints to water-soluble paints. The subject of the study is a steel-structured DD washer which is used in the pulp industry. DD washer is manufactured by Andritz Savonlinna Works Oy. The aim is to find out at what cost the environmental impact of the painting process can be reduced.

In the industrial sectors, companies are required to collect information on the factors affecting the state of the environment. However, the problem for companies is to manage information about the harm to the environment and its cost implications. The painting process generates volatile organic compounds, which can be controlled to limit the greenhouse gases that cause global warming. The research problem consists of estimating the cost of environmental impacts, which requires the integration of environmental accounting theory into the painting process under study.

The approach of the study is a case study. The purpose of the case study is to provide detailed and intensive information about the subject under investigation. The theoretical framework of the research is an environmental accounting activity that connects the key elements of the research question, i.e. the economy and the environment. The framework for the research is an environmental modeling system that defines relationships between the environmental and economic factors of the process. In support of the modeling system, a four-field analysis has also been prepared to outline the overall picture.

Reducing environmental damage is inevitable and the company must invest in assessing the cost impact of the changes. By switching to water-soluble paints, the environmental impact of painting can be significantly reduced in the painting process of the DD scrubber. Planning for the transition to water-soluble paints should begin as soon as possible. For a large-scale cost impact assessment, the company must introduce environmental accounting tools to support the company's actual accounting activities. The environmental accounting function provides valuable information to support the company's management decision-making.

Keywords: environmental accounting, volatile organic compounds, surface treatment, steel constructions

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	ANDRITZ SAVONLINNA WORKS OY JA DD-PESURIN MAALAUSPROSESSI.....	8
2.1	DD-pesuri	8
2.2	DD-pesurin maalausprosessi.....	9
3	YMPÄRISTÖLASKENTATOIMI JA OPINNÄYTETYÖN KESKEISET KÄSITTEET	12
3.1	Ympäristölaskennan osa-alueet.....	12
3.1.1	Kehyksenä ympäristöasioiden mallinnusjärjestelmä.....	14
3.1.2	Ympäristökustannusten laskentamalleja.....	15
3.2	Teollinen teräsrakenteiden maalaus.....	17
3.2.1	Teollisen metallin maalauksen päästöt ja lainsäädäntö.....	17
3.2.2	Vesiohenteiset vs. liuotinohenteiset maalit teollisessa maalauksessa.....	19
3.2.3	Maalausjärjestelmä EN ISO 12944-5/C4.06-EP/PUR.....	22
4	TUTKIMUSMENETELMÄT	22
4.1	DD-pesurin maalauksen ympäristökustannusten arviointi	23
4.2	Toimintaan liittyvät ympäristölliset ja taloudelliset tekijät	25
4.3	Aineiston hankinta	25
5	AINEISTON ANALYSOINTI.....	27
5.1	Nykytila	27
5.2	Hybridimaalaus.....	28
5.3	Maalaus vesiohenteisilla maaleilla.....	29
5.4	SWOT-analyysi maalausjärjestelmän muuttamisesta liuotinpohjaisista vesiliukoisiin	30
6	KESKEISET TULOKSET.....	32
6.1	Ympäristökuormituksen kustannusvaikutus maalausjärjestelmän muutoksessa liuotinpohjaisista maaleista vesiliukoisiin.....	35
6.2	Luotettavuuden arvionti	37
7	JOHTOPÄÄTÖKSET JA TOIMENPIDE-EHDOTUKSET	38

1 JOHDANTO

Teollisuusyritykset ovat kiinnittäneet huomiota viimeisten vuosikymmenien aikana entistä enemmän ympäristönsuojeluun. 2000-luvulla ympäristöasioihin liittyvät käsitteet, kuten ympäristöjohtaminen ja ympäristöpolitiikka, alkoivat näkyä suomalaisessa yritys-elämässä. Ympäristöön liittyvät asiat eivät kuitenkaan ole läheskään yhtä ristiriidattomia kuin esimerkiksi laatuasiat. Laatujärjestelmien käyttöönotto juurtui nopeasti suomalaisiin yrityksiin, kun taas ympäristöjärjestelmien lanseeraus vuosituhannen vaihteessa ei ollut vastaavanlainen menestystarina. Erityisesti teollisuudessa ympäristöasioiden hoitaminen on aina ollut lakisääteinen määräys tai muu velvoite, jonka hoitaminen on mielletty vain ylimääräiseksi kuluksi. Valitettavasti päätökset tehdään edelleen usein ainoastaan taloudellisen tehokkuuden ehdoilla, vaikka ympäristöasioissa päätöksenteon tavoite olisi löytää ratkaisuja, jotka parantaisivat yrityksen ympäristötehokkuutta. Ympäristöasioiden huomioiminen päätöksenteossa ei tarkoita aina massiivisia investointeja, vaan päätöksiä tulisi tehdä yrityksen ydinprosessien sekä tukiprosessien strategisessa suunnittelussa ja johtamisessa (Pohjola 2003, 22–23).

Opinnäytetyö käsittelee Andritz Savonlinna Works Oy:n päätuotteen DD-pesurin maalausjärjestelmän muuttamista liuotinpohjaisista maaleista vesiliukoisiin maaleihin ympäristökustannusten näkökulmasta. Maalausjärjestelmän muutoksella on mahdollista vähentää ympäristölle haitallisia orgaanisia haihtuvia yhdisteitä, jotka ovat merkittävässä osassa kasvihuonepäästöjen syntymistä. Opinnäytetyön merkittävyys on suuri, koska kasvihuonepäästöjen vähentäminen on myös merkittävä kansainvälinen tavoite, joka on mm. Pariisin ilmastopöytäkirjan keskeisin tavoite (Paris Agreement. s.a). Tästä johtuen keinojen löytäminen kasvihuone päästöjen pienentämisellä on myös yksi keskeisistä tavoitteista Andritz Groupin ympäristöpolitiikan toteuttamiseksi (Andritz Group 2021c). Edellä mainituista asioista johtuen lainsäädäntö tiukentuu asteittain ja näitä yhdisteitä sisältävien tuotteiden aiheuttamia päästöjä tullaan rajoittamaan entistä tiukemmin. Ilman toimenpiteitä tämä tulee olemaan nopeasti tuotantoa rajoittava tekijä. Keskeisenä ratkaisuna maalausprosessin päästöjen vähentämiselle on siirtyminen liuotinhenteisistä maaleista vesiohenteisiin maaleihin (Metallipintojen teollinen maalaus. s.a. 58-59).

Tutkimuksen tavoitteena on saada laadukasta tutkimustietoa Andritz Savonlinna Works Oy:n johdolle sekä Andritz Oy:n DD-pesurin tuotekodille päätöksenteon tueksi. Tutkimustyön aihe on rajattu DD-pesuriin, joka mittakaavaltaan on riittävän suuri tutkimuksen tekemiseen ja antaa mahdollisuuden skaalata tutkimuksen tuloksia muihin tuoteryhmiin Andritz Savonlinna Works Oy:n sekä Andritz Groupin sisällä. Ympäristöasioiden eteenpäin vieminen kauaskantoisesti parantaa nyky maailmassa yrityksen tarjoamien tuotteiden ja palvelujen markkina-asemaa sekä mahdollistaa yrityksen tasaisen menestymisen.

Opinnäytetyön tutkimuksellinen lähestymistapa on tapaustutkimus. Johtopäätökset johdetaan olemassa olevista tutkimuksista sekä aiemmin kerätyn datan analysoimisesta ja asiantuntijahaastatteluista. Opinnäytetyön teoria tukeutuu ympäristölaskentatoimeen. Tutkimuskysymys syntyi keskustelujen pohjalta toimeksiantajan kanssa. Keskustelujen alkumetreillä ehdotettiin aiheen rajausta puhtaan liiketalouden näkökulman lisäksi ympäristöasioihin, jotka tällä hetkellä näyttävät yhä suuremmissa roolissa teollisuuden vastuissa ja julkinäkymässä. Opinnäytetyöntekijä on toiminut toimeksiantajan palveluksessa vuodesta 2003 lähtien. Tästä johtuen aiheen rajaukseen oli mahdollista vaikuttaa. Opinnäytetyöntekijälle toimeksiantajan toimintaympäristö on tuttu, joka mahdollisti syvällisemmät perustelut rajaukseen. Tutkimuksen rajaukseksi valittiin myös tuoteperhe, joka on globaalisti laajalti tunnettu sellunteollisuuden alalla. Tämä mahdollistaa tutkimuksen skaalaamisen tulevaisuudessa myös muihin tuotteisiin ja tuoteryhmiin. Tutkimuskysymys käsittelee ympäristökuormituksen kustannusvaikutuksia teräsrakenteiden teollisessa maalausprosessissa. Sanallisesti auki kirjoitettuna tutkimuskysymys kysyy, millaisia kustannusvaikutuksia DD-pesurin maalausjärjestelmän muutoksesta syntyy ympäristökuormituksen näkökulmasta, jos liuotinpohjaiset maalit vaihdettaisiin vesiliukoisiin vähäpäästöisempiin maaleihin.

2 ANDRITZ SAVONLINNA WORKS OY JA DD-PESURIN MAALAUSS- PROSESSI

Andritz Savonlinna Works Oy on Savonlinnassa sijaitseva keskisuuri konepaja, jonka omistaja on Andritz Oy. Yritys toimittaa koneita, laitteita ja palveluja maailmanlaajuisesti paperi- ja selluteollisuudelle. Konepaja on toiminut Savonlinnan Lypsyniemessä jo vuodesta 1917 ja tuotantovälineet soveltuvat vaativiin metalliteollisuuden valmistusprosesseihin, sekä pienten että suurten kappaleiden käsittelyyn. Andritz Savonlinna Works Oy on osa itävaltalaista Andritz-konsernia. Andritz konsernilla on yhteensä yli 30 000 työntekijää kaikissa maanosissa, usealla teollisuuden toimialalla. Andritz konserni kilpailee globaalisti markkinajohtajuudesta sellu- ja paperiteknologian toimialalla.

Konepajan liiketoiminta-alue on vaativa konepajavalmistus sellu- ja paperiteknologian alalla. Henkilöstö koostuu noin 50 toimihenkilöstä sekä noin 170 työntekijästä. Liikevaihto on vuosittain 50–70M €. Päätuotteina selluteollisuuden tarpeisiin ovat DD-pesurit, rumpusuotimet, kiekkosuotimet, keittämön laitteet, painelaitteet ja lajittimet. Toimituslaajuudet vaihtelevat yksittäisistä varaosista kokonaisvaltaisiin sellutehtaan kuitulinjan laitetoimituksiin. Andritz Savonlinna Works tarjoaa myös kattavasti huolto- ja korjauspalveluja, modernisointeja sekä seisakki- ja asennuspalveluja suunnitteluvaiheesta asiakkaan tehtaan käynnistämiseen.

Andritz-konserni on sitoutunut noudattamaan lainsäädäntöä ja standardeja sekä edistämään kestävästä kehitystä teollisuuden alalla. Konepaja ylläpitää ISO 9001:2015 laadunhallintajärjestelmän lisäksi ISO 45001:2018 työterveys- ja työturvallisuusjärjestelmää sekä ISO 14001:2015 ympäristöjärjestelmää, johon opinnäytetyössä viitataan myöhemmin.

2.1 DD-pesuri

Opinnäytetyössä käsiteltävä DD-pesuri on konepajan päätuote ja lippulaiva. Tuotteen virallinen kaupallinen nimi on Drum Displacer Washer. Pesuria käytetään sellumassan puhdistukseen ja se on sellutehtaiden valmistusprosessin avainkomponentteja. DD-pesurin kehitys aloitettiin 1980-luvulla Savonlinnassa ja tämän jälkeen tuotteesta kasvoi Savonlinnan konepajan merkittävin tuote.



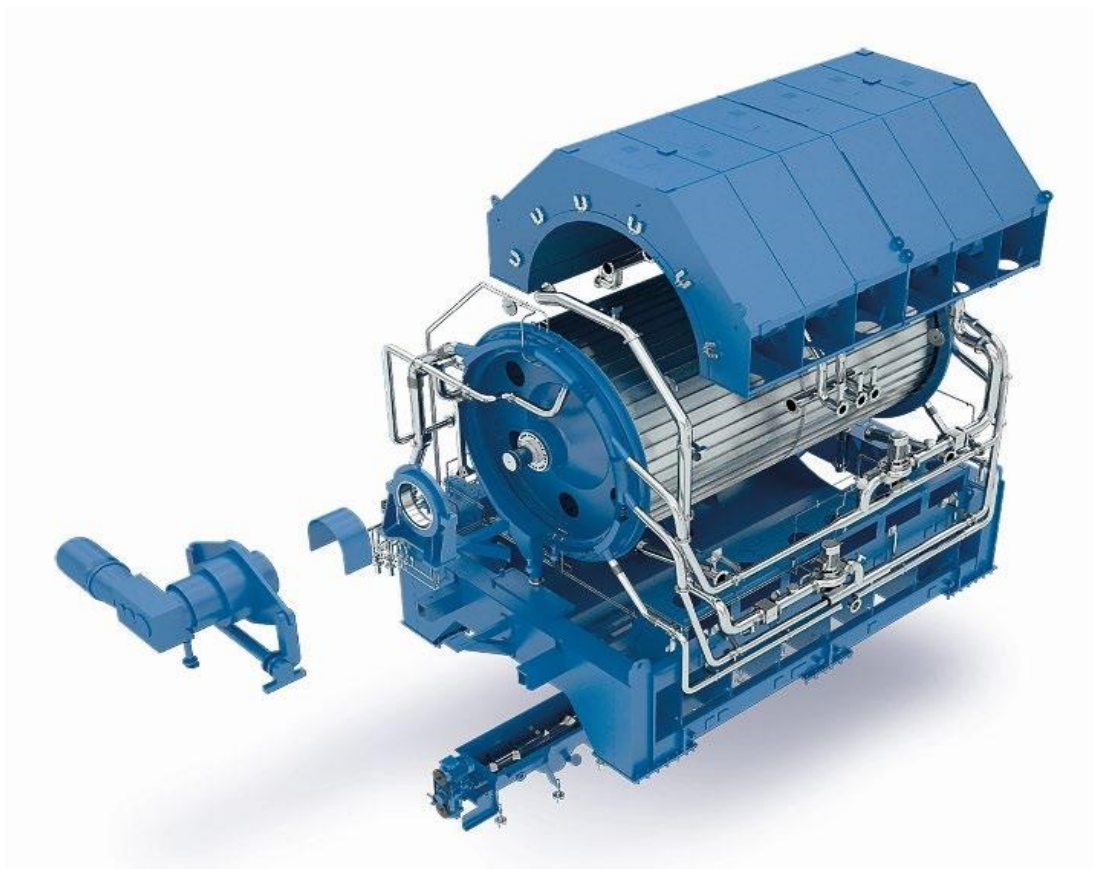
Kuva 1. DD-pesuri testikokoonpanossa Andritz Savonlinna Works Oy:n konepajalla (Andritz Group 2021a)

Sellutehtaiden tuotantomäärien kehittymisen myötä pesurien koot ovat kasvaneet ja tällä hetkellä suurimmat DD-pesurit ovat painoltaan satojatuhansia kiloja, ja äärimittojen kasvaessa yli 15 metriin. Kaikki maailman noin 400 valmistettua DD-pesuria on valmistettu Savonlinnassa (Andritz Group 2021a).

2.2 DD-pesurin maalausprosessi

DD-pesurin maalaus toteutetaan EN12944–5 standardin mukaisella teräsrakenteiden korroosionestomaalausjärjestelmällä. Tuote maalataan useassa osassa sen rakenteen ja suuren koon vuoksi (kuvat 1 ja 2). Maalausprosessi alkaa, kun konepaja tilaa tuotteen maalauksen. DD-pesuri toimitetaan maalaa-
 moon vaiheittain teräsrakenteiden levy- ja koneistusvaiheiden jälkeen ennen tuotteen loppukokoonpanoa. Osien saavuttua maalaamiseen on ensimmäinen vaihe puhdistaa kappaleet ja asettaa ne suihkupuhdistusta varten optimaaliseen asentoon. Suihkupuhdistuksen jälkeen, puhdistetaan osat tarvittaessa kemiallisesti. Esivalmistelujen jälkeen koneistetut pinnat sekä kierre-
 reiät suojataan maalausta varten. Maalikerrosten välissä valvotaan maalikerroksen tasalaatuisuutta mittaamalla maalikerrosten paksuus sekä visuaalisella arvioinnilla. Maalauksen jälkeen osat siirretään kuivaamoon, jossa maali kuivuu. Kuivauksen yhteydessä poistetaan suojat ja tehdään tarvittavia paikkamaalauksia.

Lopuksi raportoidaan maalaustapahtuma pintakäsittelyraporttiin, josta voidaan tarvittaessa todentaa myöhemmin maalauksen laatuvaatimusten täyttäminen.

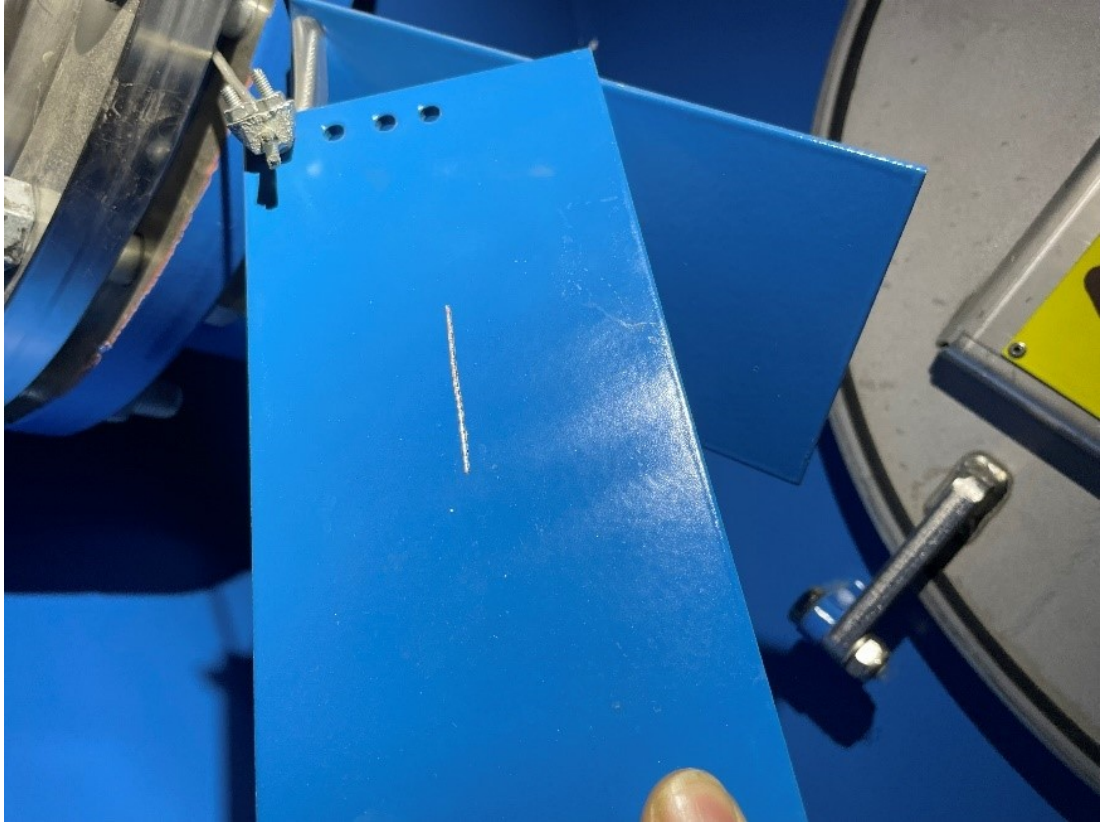


Kuva 2. DD-pesurin osien havainnollistava räjäytyskuva (Andritz Group 2021a)

DD-pesurin maalaus toteutetaan pääsääntöisesti kahdella eri vaatimustasolla. Tehdasrakennusten sisällä olevat pesurit maalataan EPPUR 200/3 FeSa $2\frac{1}{2}$ ja ulkoilman vaikutusten alaisena olevat pesurit maalataan hieman paksummilla maalikerroksilla EPPUR 240/3 FeSa $2\frac{1}{2}$. Esimerkkinä DD5080 kokoisen pesurin maalauspinta-ala on noin 700m² tuotekodin asiantuntijanarvion mukaan.

Maalaukseen nykyvaatimusten mukaisella En12944–5 EPPUR 240/3 FeSa $2\frac{1}{2}$ maalauksella maalia kuluu hieman yli 1200 litraa. Edellämainituissa luvuissa on huomioitu 50 prosentin ohiruiskutus ja ylikalvon maalaus, joka on tavanomainen tämänkaltaisten teräsrakenteiden maalauksessa. Valssihilse ja ruoste poistetaan suihkupuhdistamalla EN ISO 8501–1 standardin mukaan. Edellä mainittua esimerkkiä tullaan käyttämään tutkimuksen myöhemmässä vaiheessa vertailuun. Andritz Savonlinna Works Oy:llä on oma maalaamo, jonka operatiivista toimintaa johtaa ulkoinen toimija Carelia Corro Oy (Carelia Corro 2019), toimitusjohtaja Miikka Kuutilon luotsaamana. Opinnäytetyön

lähteenä yksityiskohtaisille maalauksetiedoille on ollut maalaamon raportit DD-pesurin maalauksista vuodelta 2021 sekä Miikka Kuutilon ja Andritz Oy:n Petri Turkan haastattelussa esille tulleet asiat.



Kuva 3. Vesiliukoisilla maaleilla maalattu testipala tehdasolosuhteissa. (Turkka 2022)

Kuvassa 3 esitetään vesiliukoisilla maaleilla maalattu koepala, joka on sijoitettu pohjoismaisen sellutehtaan DD-pesurin yhteyteen simuloimaan todellisia tehdasoloja. Andritz Oy:n Petri Turkan mukaan testipalat ovat olleet seurannassa useamman vuoden ja testikappaleet ovat edelleen hyväkuntoisia. Rasiustestejä tullaan tekemään lisää lähitulevaisuudessa sijoittamalla koepalat aikaisempaan enemmän lämmölle altiksi.

3 YMPÄRISTÖLASKENTATOIMI JA OPINNÄYTETYÖN KESKEISET KÄSITTEET

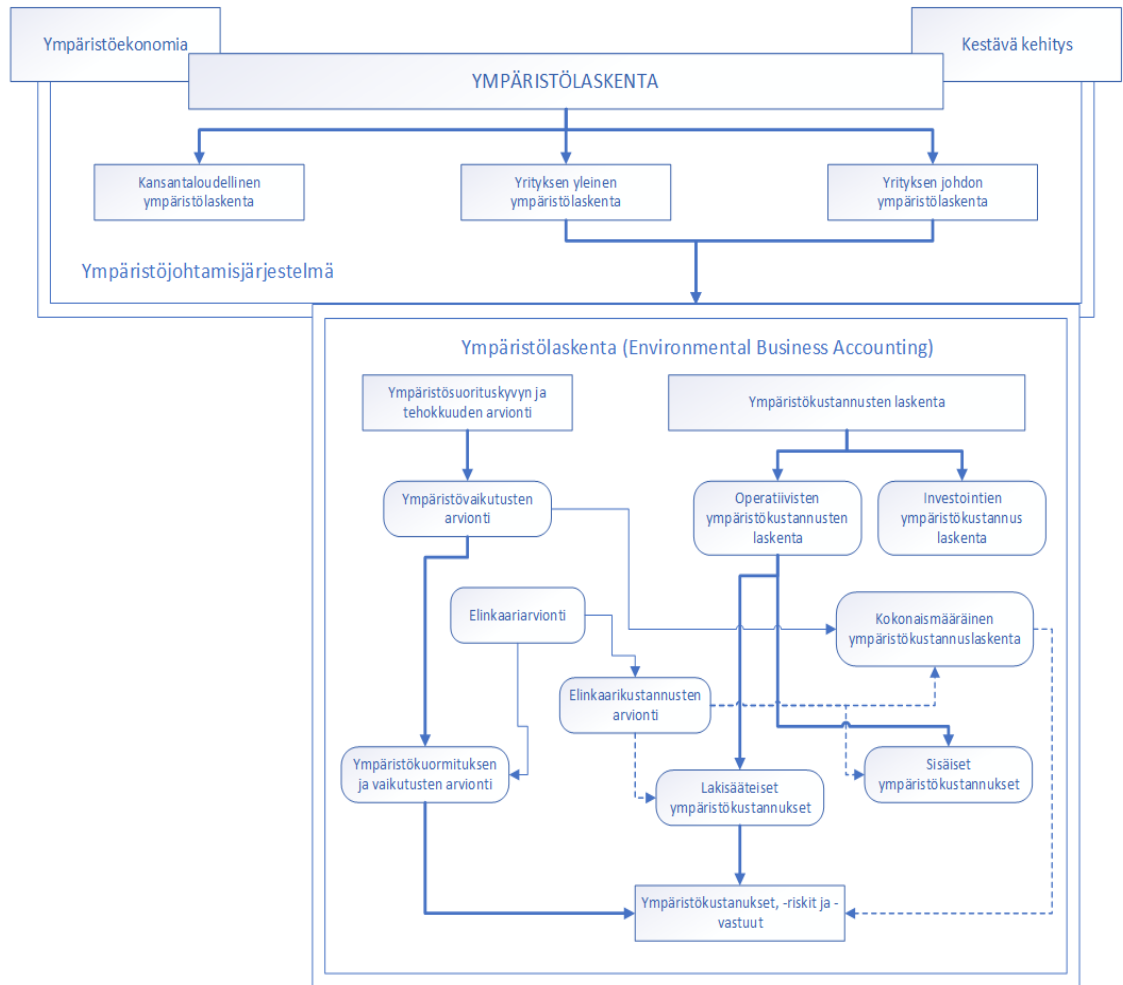
Ympäristöön liittyvässä päätöksenteossa on mukana usein vahva tunnelataus. Päätöksenteko ei saa kuitenkaan perustua pelkästään mielikuviin tai olettamuksiin, vaan päätöksenteon tueksi tarvitaan objektiivista tietoa ympäristöstä ja sen vaikuttamista. Yritykset tarvitsevat informaatiota ympäristöstään toiminnan tehokkaan ohjaamisen tueksi. (Niskala ym. 1996, 15.)

Ympäristölaskentatoimen tarkoitus on laajentaa perinteisiä laskentamalleja siten että, laskennassa huomioidaan laskentakohteen ympäristöä koskevat kysymykset sekä vaikutukset fyysiseen ympäristöön. Ympäristölaskentatoimi voidaan jakaa makrotason ympäristölaskentaan, jossa huomioidaan kansantalouden tasolla vaikutusten laskeminen tai mikrotason ympäristölaskentaan, jossa laskenta kohdistetaan yrityksen toimintaan liittyvien ympäristövaikutusten mitaamiseen. (Niskala ym. 1996, 67.)

Ympäristövaikutuksia kansantalouteen on tutkittu mm. Valtionneuvoston tutkimuksessa Ilmansaasteiden haittakustannusmalli (Valtionneuvosto 2018b). Suomessa yritysten ongelmana on hallita tietoa, joka liittyy ympäristöön kohdistuviin haittoihin. Useilla teollisuuden aloilla yritykset ovat veloitettuja keräämään tietoa ympäristön tilaan vaikuttavista tekijöistä. Yritykset, joilla on viranomaisen myöntämä ympäristölupa ovat velvollisia kontrolloimaan ympäristöpäästöjä ja raportoimaan viranomaiselle säännöllisesti välittömistä päästöistä. (Pohjola 2003, 142.)

3.1 Ympäristölaskennan osa-alueet

Kuvassa 4 on esitetty ympäristölaskennan osa-alueet, jotka antavat yritykselle lähestymistavan ympäristökustannusten laskentaan sekä ympäristösuorituskyvyn arviontiin. Ympäristökustannuslaskenta ja ympäristösuorituskyvyn mittaaminen ovat suureita, joita voidaan mitata usealla eri menetelmällä.



Kuva 4. Ympäristölaskennan osa-alueet (Pohjola 2003, 111)

Opinnäytetyössä tarkastellaan tutkimuskohdetta mikrotason ympäristölaskennan näkökulmasta ja tuodaan esille maalausjärjestelmän vaikutukset ympäristökustannuksiin, operatiivisen ympäristökustannusten laskennan kautta. Tutkimuksessa viitataan myös välillisiin kustannuksiin kuten imago arvoon joka nyky-yhteiskunnassa on erittäin suuressa roolissa teollisuuden yritysten menestymisen takeena. Opinnäytetyössä aikaisemmin mainitut haihtuvat orgaaniset yhdisteet toimivat mittarina päästöjen vähentämiselle ja tämä suhteutetaan kustannuksiin. Konkreettiset teot ja valinnat ympäristön puolesta vaikuttavat usein myös positiivisesti yrityksen brändiin ja imagoon. Kehyksenä tutkimuksen laskentateoriassa sovelletaan ympäristöasioiden mallinnusjärjestelmää, joka perustuu ympäristöllisten ja taloudellisten tekijöiden yhdistämiseen kolmiulotteiseksi laskentamalliksi (Pohjola 2003, 145).

3.1.1 Kehyksenä ympäristöasioiden mallinnusjärjestelmä

Ympäristönäkökohtien mallinnuksessa paneudutaan prosessin ympäristöllisten ja taloudellisten tekijöiden yhdistämiseen sekä tekijöiden suhteiden määrittämiseen. Oleellista mallinnuksessa on määrittää ympäristökuormituksen laatu ja metodi, kuinka ympäristökuormitusta voidaan keventää. Laskentatavan tulee olla läpinäkyvä ja selkeästi dokumentoitava. Tämä edesauttaa laskennan tarkastamista ja toistamista. Mallinnuksen dynaaminen rakenne on näin ollen myös sovellettavissa tarpeiden mukaiseksi.



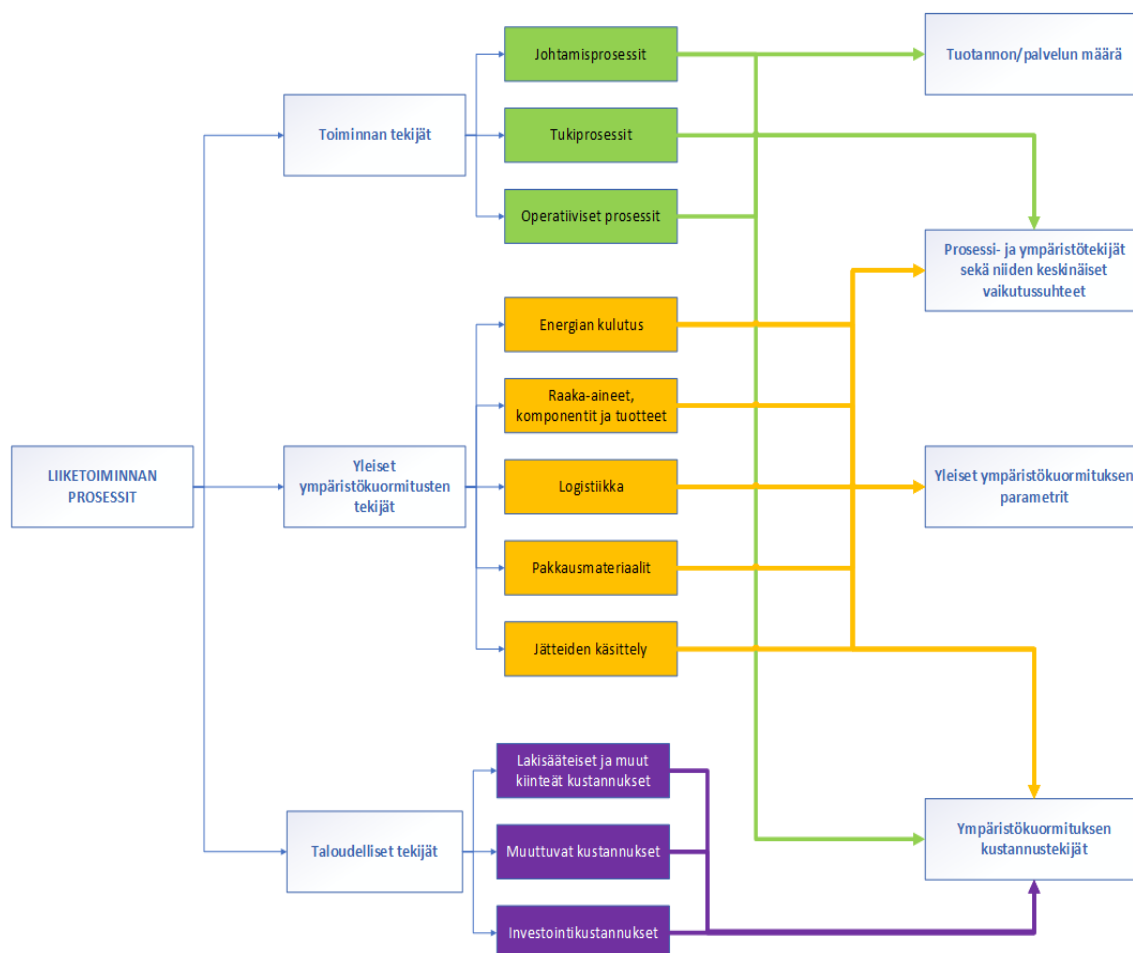
Kuva 5. Ympäristöasioiden mallinnusjärjestelmä (Pohjola 2003, 144, mukailten)

Mallinnuksen perusrakenne koostuu neljästä osa-alueesta, jotka määritellään aina mukautettuna tarkasteltavaan kohteeseen seuraavasti:

1. Tarkasteltavan prosessin kuvaus
2. Toimintaan liittyvät ympäristötekijät
3. Tarkasteltavat taloudelliset tekijät
4. Mallinnus (simulointi)

Mallinnuksen ensimmäisessä vaiheessa kuvataan prosessi ja toimintaan liittyvät ympäristötekijät, joiden seurauksena syntyy välittömiä tai/ja välillisiä ympäristöpäästöjä. Seuraavaksi tarkastellaan prosessin ympäristökuormituksia

aiheuttavia kustannustekijöitä. Lopuksi suoritetaan ympäristökuormituksen vähentämiseen tähtäävä simulointi. Simulointiosiossa määritellään toimenpiteet, joilla prosessin ympäristökuormitustekijöitä voidaan vähentää tai/ja poistaa. (Pohjola 2003, 145). Kuvassa 6 on esitetty toiminnallisten ja taloudellisten tekijöiden yhdistäminen ympäristönäkökohtiin.



Kuva 6. Ympäristönäkökohtien määrittely (Pohjola 2003, 146, mukaillen)

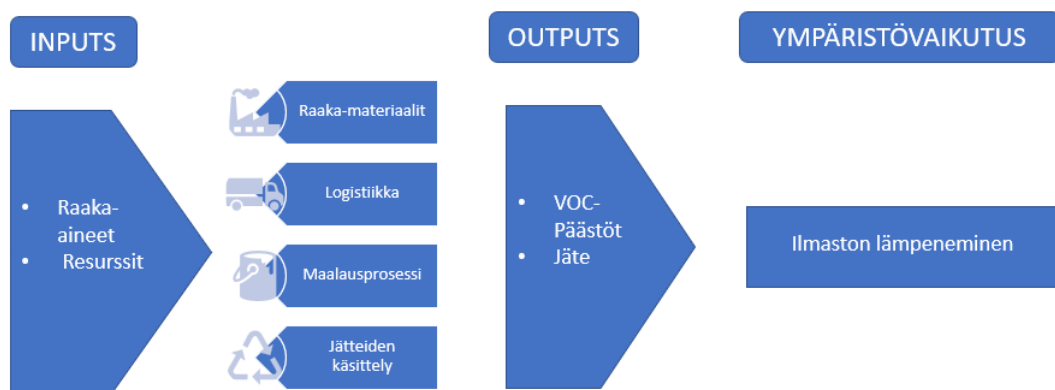
Opinnäytetyössä sovelletaan kappaleessa esitettyä mallinnusta DD-pesurin vaihtoehtoisen maalausjärjestelmän keinoja VOC-päästöjen vähentämiseen. Ympäristöasioiden mallinnusjärjestelmän kehikseen on valittu vaihtoehtoisia laskentamalleja, jolla laskenta pystytäisiin luotettavasti toteuttamaan.

3.1.2 Ympäristökustannusten laskentamalleja

Ympäristölaskenta lanseerattiin ensimmäisen kerran 90-luvun alussa englantilaisessa teoksessa Accounting for the environment. Julkaisusta muutama vuosi myöhemmin amerikkalainen Environmental Protection Agency (EPA) julkaisi

määritelmät käsitteille ympäristökustannukset ja ympäristökustannuslaskenta yrityksissä, julkaisussaan *An Introduction to Environmental Accounting as a Business Management Tool Key Concepts and Terms* (Environmental Protection Agency 1995). Edellä mainitun julkaisun myötä terminologia alkoi vakiintua ja sitä käytetään nykyään yleisesti käsiteltäessä yritysten ympäristölaskentaa.

Opinnäytetyössä käsiteltävän aiheen viitekehys huomioon ottaen sopiviksi laskentamalleiksi sopisi operatiivisten ympäristökustannusten laskenta (Full Cost Environmental Accounting), sekä elinkaariarviointi (Life Cycle assessment). Operatiivisten ympäristökustannusten laskennan tarkoituksena on selvittää operatiiviset ympäristökustannukset yrityksen niistä toiminnoista, jotka aiheuttavat välillisiä tai/ja välittömiä ympäristöä kuormittavia tekijöitä maaperään, veteen tai ilmaan. Kuvassa 6 on kuvattu ympäristökuormituksen kustannustekijät.



Kuva 7. Elinkaariarviointiin vaikuttavat tekijät maalausprosessissa.

Elinkaariarviointi kytkee laskentaan mukaan resurssien ja materiaalien käyttämisestä johtuvien ympäristövaikutusten arvioinnin (kuva 4). Kuvassa 7 on kuvattu keskeiset elinkaariarviointiin vaikuttavat tekijät maalausprosessissa.

Edellä mainitut laskentamallit tukevat myös Andritz Groupin 2021 vuonna lanseeraamaa CircleToZero -aloitusta, jonka tavoitteena on saavuttaa nollapäästöt sekä minimoida jätteen syntyminen ja luoda tämän myötä taloudellista kasvua asiakkaille (Andritz Group 2021d.). Aloitteen keskiössä on valmistaa asiakkaille entistä ympäristöystävällisempiä tuotteita, joissa ympäristöasiat ovat huomioitu läpi valmistusketjun ja tuotteen käyttöä. Tästä johtuen laitteiden valmistuksen aikaiset päästöt tulee myös huomioida.

3.2 Teollinen teräsrakenteiden maalaus

Teollisessa metallin maalauksessa tavoitellaan korroosionkestävyyttä, joka tarkoittaa pidempää käyttöikää tuotteiden elinkaareissa. Korroosio alkaa muodostumaan metallin pintaan välittömästi, metallin päästessä reagoimaan ilmassa olevan hapen kanssa. Korroosiota estävän maalaamisen tavoitteena aikaansaada kerros, jonka avulla estetään ulkopuolisten tekijöiden vaikutus metallin pintaan. Liuotinpohjaiset maalit ovat ominaisuuksiltaan toistaiseksi kestävämpiä, mutta käänköpuolena on haitalliset päästöt ympäristöön. Maaliteollisuus kehittää jatkuvasti ympäristöystävällisempiä ratkaisuja ja mm. nanopinnoitteet, pulverimaalaus ja vesiohenteiset maalit olisivat ratkaisuna maalien päästöjä vähentämiseksi.

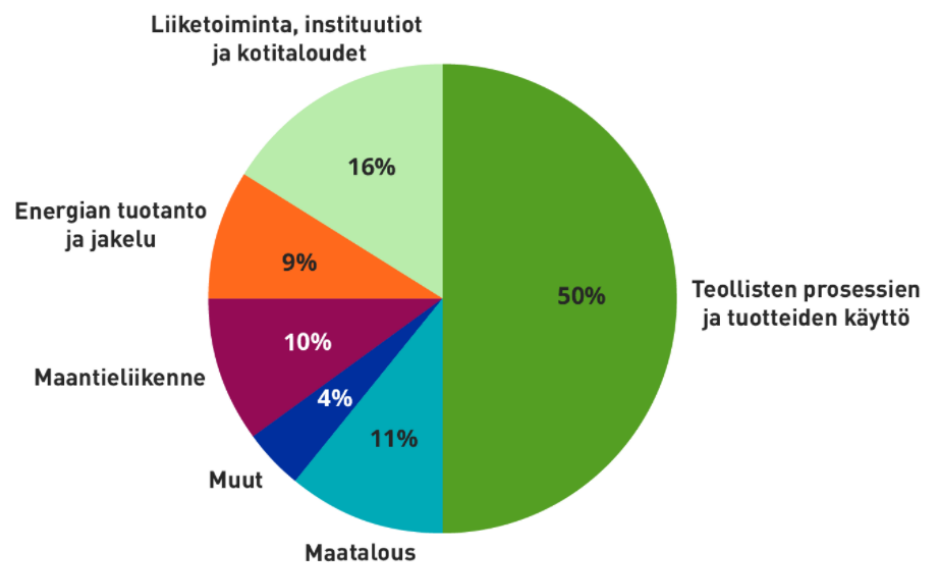
Teollisessa maalaamisessa oikean menetelmän valinnassa on oleellista, että valitaan sopiva rasisitusluokka. Rasisitusluokkaa määrittettäessä tulee ottaa huomioon maalatun rakenteen olosuhteet ja sijoituspaikka, sekä mahdolliset kuljetus- ja varastointi olosuhteet. Liian matalan rasisitusluokan valinta aiheuttaa toistuvaa korjausmaalausta ja uudelleenmaalausten tarvetta, kun taas ylirajoitettu rasisitusluokka kuormittaa ympäristöä turhaan. (Metallipintojen teollinen maalaus. s.a, 58–59)

Kestävä kehitys on nykyaikana yhä tärkeämpää useammassa yrityksessä ja se on yksi päätekijöistä, miksi vesiohenteisten tuotteiden käyttö on yleistynyt. Vesiohenteisilla tuotteilla yritykset voivat vähentää haihtuvia orgaanisia yhdisteitä ja vastata yhä tiukempiin ympäristöstandardeihin sekä vaikuttaa myönteisesti ympäristöön. Suomessa hyvin tunnettu maalialan edelläkävijä Tikkurila, tutkii ja kerää tutkimustietoa maalien käytöstä sekä tekee yhteistyötä useiden oppilaitosten kanssa. Lisäksi Tikkurila on johtavassa markkina-asemassa Pohjoismaiden maalialan yrityksistä. Tästä johtuen Tikkurilaa voidaan käyttää luotettavana lähteenä opinnäytetyössä.

3.2.1 Teollisen metallin maalauksen päästöt ja lainsäädäntö

Teollisessa maalausprosessissa syntyy ympäristölle haitallisia VOC-päästöjä, joita valvotaan ja säädelään EU-direktiiveillä sekä kansallisilla asetuksilla. VOC on lyhenne sanoista Volatile Organic Compound ja se tarkoittaa haihtuvia orgaanisia yhdisteitä. VOC-päästöjä syntyy ympäristöön ihmisen toimien

seurauksena. Esimerkiksi Euroopan alueella suurimpia VOC-päästöjen synnyttäjiä ovat teolliset prosessit sekä polttoaineen kulutus. Nämä kaksi päästöjen lähdettä tuottaa kaksi kolmannesta kaikista Euroopan alueen VOC-päästöistä. (European Environment Agency 2017, 22.) Tästä johtuen lainsäädäntö tiukentuu asteittain ja näitä yhdisteitä sisältävien tuotteiden aiheuttamaa VOC-päästöjen määrää rajoitetaan. Keskeisenä ratkaisuna maalien päästöjen vähentämiseksi on siirtyminen liuotinhenteisistä maaleista vesiohenteisiin maaleihin. (Metallipintojen teollinen maalaus. s.a, 58–59).



Kuva.8. VOC-päästöjen lähteet Euroopassa (European Environment Agency 2017, 22)

Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kiehumispiste on alle 250 °C ja niiden höyrynpaine lämpötilassa 20 °C on yli 0,01 kPa. Osa näistä kaasuuntuu jo huoneenlämmössä ja ne ovat helposti veteen liukenevia (Tukes 2018, 6–7). VOC-päästöt ovat merkittävässä osassa kasvihuonekaasujen syntymistä, ja liuotinhenteisten maalien haitallisin vaikutus ympäristölle on orgaanisten yhdisteiden haihtuminen. Ympäristöluvut ja tiukka ympäristölainsäädäntö vaativat yrityksiä raportoimaan ja vähentämään VOC-päästöjä. Yhä useammat maat valmistelevat lainsäädäntöä, joka kieltää liuotehenteisten ratkaisujen käytön niiden korkeiden VOC-pitoisuuksien vuoksi. Keskeisimmät säädökset teolliseen maalamiseen liittyen ovat Valtionneuvoston asetus eräiden orgaanisia liuottimia käyttävien toimintojen ja laitosten ilmaan johdettavien päästöjen rajoittamisesta (64/2015), sekä Euroopan Unionin Neuvoston direktiivi orgaanisten liuottimien käytöstä tietyissä toiminnoissa ja laitoksissa aiheutuvien haihtuvien

orgaanisten yhdisteiden päästöjen rajoittamisesta (1999/13/EY). Lisäksi teollista maalaamista harjoittavat yritykset ovat veloitettuja ympäristöviranomaisen myöntämän ympäristöluvan ylläpitämiseen, joka on säädetty ympäristönsuojelulakiin (YSL 527/2014) ja sen nojalla annettuun ympäristönsuojeluasetukseen (YSA 713/2014). Lupamääräykset koskevat päästörajoja sekä niiden raportointia ja seuranta.

3.2.2 Vesiohenteiset vs. liuotinohenteiset maalit teollisessa maalauksessa

Vesiohenteisiä maaleja verrattaessa liuotin pohjaisiin tulee huomioida monia seikkoja, jotka sinällään eivät vaadi ylimääräistä työtä vaan lähinnä ymmärrystä hieman erilaisen maalausjärjestelmän vaatimuksista. Esimerkkeinä nostettakoon kustannusvaikutteisista tekijöistä terveysturvallisuus, varastointiaika, korroosionesto- ja säänkestävyysominaisuudet, levitysolosuhteet sekä laitteistoa, puhdistusta ja maalien hävitystä koskevat vaatimukset. Teknologian edistysaskeleet ovat mahdollistaneet vesiohenteisten tuotteiden kehityksen ja näin ollen riittävät rasitusluokkavaatimukset täyttävät maalit löytyvät myös vesiohenteisina versioina, kertoo pohjoismaiden johtava maalivalmistaja artikkelissaan Vesiohenteinen vs. liuotinohenteinen maali teollisissa maalaussovelluksissa. (Vesiohenteinen vs. liuotinohenteinen maali teollisissa maalaussovelluksissa. s.a.)

Maalien tärkein ominaisuuksia määrittävä komponentti on sideaine. Maalien sideaineita ovat yleisesti epoksi, akryyli, polyuretaani ja alkydia. Toinen tärkeä pääaine on liuote, joka määrää maalin viskositeetin. Maalin kuivuessa liuotin haihtuu ilmaan ja muut maalin ainesosat jäävät maalattuun pintaan. Oheisessa taulukossa on vertailtu keskeisiä eroavaisuuksia liuotin ja vesiohenteisten maalien välillä sekä kustannuksiin vaikuttavia tekijöitä.

Taulukko 1. Vertailu maalien kustannustekijöistä

	Liutinohenteiset	Vesiohenteiset	Kustannuksiin vaikuttavat tekijät
Maalien VOC-pitoisuudet	Korkea VOC-pitoisuus.	Alhainen VOC-pitoisuus.	Päästöraja-arvojen ylittäminen voi olla tuotannon hidaste.
Terveys ja turvallisuus	Maalisumu ja maalihöyryt ovat hengittämiseksi vaarallisia leiviyksen ja kuivausprosessien aikana.	Maalisumu ja maalihöyryt ovat hengittämiseksi vaarallisia ai-noastaan levitysprosessin aikana.	Vesiohenteisten maalien kuivausprosessiin käytettävä tila voidaan toteuttaa kustannustehokkaammin.
Varastointiaika	Keskimäärin 2 vuotta	Keskimäärin 1 vuosi	Maalin hukan kontrollointi vaatii panostusta.
Korroosion kestävyys ja sään kestävyys	En 12944-5 EPPUR 240/3 FeSa2½ mukainen maalaus voidaan toteuttaa.	En 12944-5 EPPUR 240/3 FeSa2½ mukainen maalaus voidaan toteuttaa.	Vesiliukoiset maalit ovat kalliimpia
Levitysolosuhteet	Sietää hieman epäpuhtauksia. Suurempi toleranssi ilmankosteusolosuhteille ja lämpötiloille.	Vaatii puhtaan pinnan ja ympäristön. Herkkä ilmankosteusolosuhteille ja lämpötiloille.	Maalaamolosuhteissa ei eroavaisuutta.
Laitteistoa ja sen pu-distamista koskevat vaatimukset	Herkästi syttyvä. Vaatii räjähdysuojatun laitteiston. Maalijäämien puhdistus vaatii liutintaa.	Ei syttyvää. Ei vaadi erityislaitteistoa. Maalijäämät voidaan puhdistaa VOC vapaalla pesuaineella tai maalin ollessa märkää pelkkä vesi riittää.	Räjähdyssuojattu laitteisto vaatii mahdollisesti lisävakuutuksia. Laitteiston puhdistus synnyttää myös VOC-päästöjä.
Jätteiden säilytystä, kuljetusta hävitystä koskevat vaatimukset	Vaatii ADR-luvan	Ei vaadi ADR-lupaa	Koulutuskustannuksia syntyy ADR vaatimuksesta
Huoltomaalausväli	Ei eroavaisuutta	Vesiohenteisten maalien huoltomaalausväli on sama kuin liutinohenteisillä maaleilla (äärimmäisiä rasisolosuhteita lukuun ottamatta)	Ei vaikutusta maalityypin valinnalla.

Keskeisenä etuna vesiliukoisten maalien käyttämiselle on alhainen VOC-pitoisuus. Tällä tavoin luvanvaraista maalausta harjoittavan laitoksen on helpompi noudattaa ympäristönsuojelulakia, sekä velvoittavia säädöksiä, jotka on mainittu edellisessä kappaleessa. Päästöarvojen ylittyessä toistuvasti laitos joutuu pahimmassa tapauksessa rajoittamaan tuotantoa tai aloittamaan ympäristönsuojelulain 527/2014 6. §:n ja laatimaan päästöjen vähentämishjelman, joka lisää hallinnollisia kustannuksia.

Vesiliukoisten maalien turvallisuus ja terveysriskit myös puoltavat näiden käyttöä maalaamisessa. Maalin kuivumisprosessin aikana ei synny haitallisia höyryjä liuottimen haihtuessa, mutta polyuretaanimaalien komponenttien reagoimassa vapautuu isosyanaattia hengitysilmaan, joka vaatii henkilösuojainten käyttöä. Maalaus laitteistoa koskevat määräykset ovat tiukemmat, jos prosessissa käytetään liuottimia.

Laitteiston tulee olla räjähdyssuojattu ja laitoksella tulee olla riittävät ADR-pätevyudet jätteiden säilytystä, kuljetusta ja hävitystä varten. Erikoislaitteisto sekä lupien ylläpitäminen aiheuttaa kustannuksia, joita vesiliukoisissamaaleissa ei välttämättä tarvita. ATEX-hyväksytyt laitteiston rakentaminen on kalliimpaa. (ATEX tarkoittaa räjähdysvaarallisissa tiloissa käytettäviä laitteita koskevaa lainsäädäntöä ja standardisointia). ATEX-vaatimukset nostavat myös vakuutus-ten hintaa.

Vesiohenteiset ratkaisut ovat turvallisempi vaihtoehto sekä ympäristölle että tuotteita käsittelevien henkilöiden terveydelle. Maalien varastointiaika puoltaa liuotinpohjaisten maalien käyttöä, mutta hukan ja hävikin määrän hallinta on oleellista ja ero maalien varastointiajan hyödyillä kapenee, jos laitoksen maalien tilaustoimitusketjun hallinta ja estimointi ovat korkealla tasolla.

Korroosion ja säänkestävyys on oleellinen osa maalien valintaa ja Pohjoismaiden johtavan maalivalmistajan mukaan riittävä korroosion kestävyys saavutetaan teollisessa maalauksessa kovimpia rasisluokkia kuten upporasitusta lukuun ottamatta. Maalin levitysolosuhteet antavat joustavamman toleranssin ilman kosteudelle ja lämpötilalle käytettäessä liuotinpohjaisia maaleja.

3.2.3 Maalausjärjestelmä EN ISO 12944-5/C4.06-EP/PUR

EN12944-5 ISO-standardi käsittelee suojamaaliyhdistelmillä toteutettavaa teräsrakenteiden korroosiosuojausta (DIN EN ISO 12944-5). Standardin osa 5 sisältää suojamaaliyhdistelmät, joka esitetään varsinaisen standardimerkinnän perässä väliviivalla erotettuna. Osa 5 kuvailee teräsrakenteiden korroosiosuojauksessa yleisimmin käytettävät maalityypit sekä maalausjärjestelmien rasisluokat.

Opinnäytetyön tutkimuksen kohteena oleva DD-pesurin vaatima maalausjärjestelmä kuuluu rasisluokkaan C4.06 (kohtalainen) ja se on toteutettu maalausyhdistelmällä EPPUR 240/3 FeSa2½. Maalausyhdistelmän kirjainyhdistelmä EPPUR240/3 kertoo maalikerrosten yhdistelmän ja kerrosten määrän. FeSa2½ kertoo kuinka maalattava pinta on esikäsitelty ennen maalausta. Teräspintojen esikäsitely määritellään standardissa EN ISO8501.

4 TUTKIMUSMENETELMÄT

Tutkimuksella on pääsääntöisesti aina tarkoitus selvittää jotain. Tutkimusongelman muoto määrittää tutkimusmenetelmien valinnan riippuen onko kyseessä kartoittava, selittävä, kuvaileva vai ennustava lähestymistapa aiheeseen. Lähestymistapa voi olla myös edellä mainittujen yhdistelmä. (Hirsijärvi, ym. 2013, luku 5) Tämän opinnäytetyön tutkimuskysymyksen tarkoitus on selvittää, millaisia ympäristöön kohdistuvia kustannusvaikutuksia DD-pesurin maalausjärjestelmän muutoksella olisi, jos liuotinpohjaiset maalit korvattaisiin vähemmän VOC-päästöjä aiheuttavilla vesiliukoisilla maaleilla. Kyseessä on siis rajattu tapaustutkimus.

Tapaustutkimuksen tarkoitus on tuottaa yksityiskohtaista ja intensiivistä tietoa tutkittavasta kohteesta. Tutkimuksen teoreettiseksi kehykseksi valittiin ympäristölaskentatoimi, joka nivoo yhteen tutkimuskysymyksen keskeiset elementit eli talouden ja ympäristön yhdistämisen. Koska ympäristölaskentatoimen keskeisenä elementtinä on huomioida vaikutukset tulevaisuuteen, tarkentui tutkimusmenetelmä eksploraatiiviseksi tapaustutkimukseksi, jossa huomioidaan myös tulevaisuuden näkymät. Eksploraatiivisessa tutkimuksessa kaikkia käsitteitä ei tutkimuksen alussa ole välttämättä mahdollista määrittää ja tästä johtuen

tutkimuksen etenemistä voidaan kuvata hermeneuttisena kehänä, jossa tutkija vaeltaa teorian ja kerätyn datan välillä.

Tutkimuksen kohteena olevan DD-pesurin pintakäsittelyn prosessin monisäikeisyyden vuoksi tutkimuksen johtopäätösten tekeminen tulee tehdä harkiten ja varovaisesti. Empiirinen aineisto pohjautuu aiemmin kerättyyn tietoon, kuten tutkittavan kohteen raportteihin, alan kirjallisuuteen sekä asiantuntijoiden dokumentoituihin haastatteluihin sekä fyysisessä tutkimusympäristössä käytyihin vapaamuotoisiin keskusteluihin.

Tutkimusaineiston johdannoksi tutkimuksen johtopäätöksiin on laadittu SWOT-analyysi helpottaa lukijaa saavuttamaan kokonaiskuvan tutkimuksen elementeistä. Kokonaiskuvan hahmottamiseksi nelikenttäanalyysi antaa hyvän kokonaiskuvan maalaukseen ympäristöpäästöjen kustannuksiin liittyvistä aihealueista ja tämän myötä on helpompi hahmottaa ongelmat, joilla voi olla rahassa mitattavaa arvoa. Nelikenttäanalyysin laadintaan on käytetty aineistoksi tutkimuksessa esiintyviä lähdemateriaaleja ja asioita on varmennettu asiantuntija-haastatteluissa.

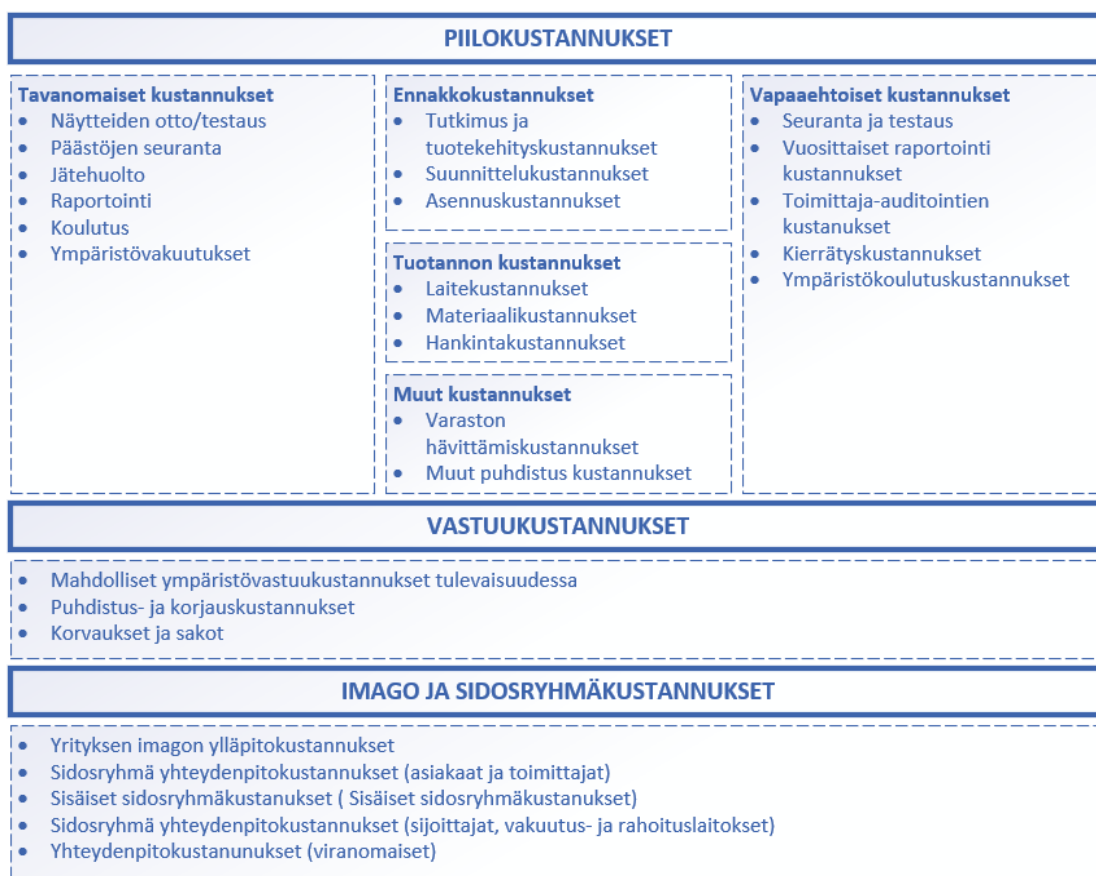
4.1 DD-pesurin maalauksen ympäristökustannusten arviointi

Ympäristökustannuksia mitattaessa informaatio vanhentuu erittäin nopeasti ja tämän vuoksi katse olisi suunnattava tulevaisuuteen ja jatkuvaan mittaamiseen muuttuvassa ympäristössä. Yrityksen menestystä tullaan entistä enemmän tulevaisuudessa mittaamaan muiden mittareiden ohella menestymisellä ympäristöasioiden valossa.

”Ympäristölaskentatoimen tärkein tehtävä on saada tuotekustannuksista kiinnostuneet sidosryhmät tietoisiksi ympäristöön liittyvistä kustannuksista ja motivoida heitä toimimaan näiden kustannusten minimoimiseksi.” (Niskala ym. 1996, 155)

DD-pesurin ympäristöpäästöjen suhteuttaminen maalaus-kustannuksiin on haasteellista, koska ympäristövaikutuksille on harvoin löydettävissä suoranaista rahassa määritettävää arvoa. Tästä johtuen laskentamenetelmissä joudutaan käyttämään usein kiertoteitä. Ympäristölaskentatoimen avulla pyritään löytämään rahassa mitattava arvo ympäristövaikutuksille (Niemi 2007, 73).

Monet näistä arvoista ovat aineettomia tai piileviä ja tämän vuoksi vaikutusten esittäminen suoraan rahassa on haastavaa. Ympäristökustannuksia mitattaessa, syntyy usein arvotusongelma, sillä ympäristökustannusten kohdistaminen on läpinäkymätöntä tai puutteellista. Tarkasteltavaan toimintaan voi liittyä riskejä tai vastuita, jotka saattavat myöhemmin aiheuttaa negatiivisia seurauksia ympäristölle ja näin ollen myös kustannuksia yritykselle. (Niskala ym 1996, 154.) Kuvassa 9 esitetään yleisimpiä piilokustannusten lähteitä, jotka helposti sivutetaan, kun kustannuksia tarkastellaan ilman ympäristönäkökulmaa.



Kuva 9. Esimerkki yrityksen ympäristökustannuksista (Pohjola 2003,120)

Lainsäädäntö ja kustannustekijät pakottavat yrityksen entistä vahvemmin tiedostamaan hinnoittelemattomia ympäristöarvoja koskevia kustannuksia. Tämän lisäksi asiakkaat ovat entistä tietoisempia ympäristöasioista ja ympäristöarvot ovat osana laadun mittareita. DD-pesurin kaltaisessa tuotteessa imagoon liittyvät kustannukset ovat äärimmäisen tärkeitä, sillä kilpailu alalla on kovaa ja kaikki millä yritys pystyy näyttämään paremmuutensa kilpailijaan nähden nostaa markkina-asemaa merkittävästi.

4.2 Toimintaan liittyvät ympäristölliset ja taloudelliset tekijät

Toimintaan liittyvät tekijät voidaan jakaa kahteen pääryhmään, jotka ovat lainsäädäntö sekä toiminnan prosessit. Lainsäädäntö sisältää esimerkiksi ympäristölupakustannukset ja ympäristöverot. Toiminnan prosessit sisältävät energian kulutuksen, jätteiden käsittelyn, logistiikan, raaka-aineiden ja kulutustavaroiden hankinnan sekä ympäristöjohtamisen ja tutkimus/kehittämistoiminnan. Lisäksi taloudellisiin tekijöihin tulee huomioida ympäristösuorituskyvyn parantamiseen vaadittavat investoinnit. Näitä ovat myös henkilöstön kouluttaminen ja toimintaohjeiden laatiminen ympäristösuorituskyvyn parantamiseksi (Pohjola 2003, 153).

DD-pesurin maalausprosessin operatiivinen toiminta jakautuu kahden eri yrityksen vastuualueelle. Andritz Savonlinna Works Oy toimii prosessin omistajana ja työntilajana sekä kiinteistön omistajana. Carelia Corro Oy toimii työnsuorittajana. Edellä mainittu jako jakaa myös ympäristölliset ja taloudelliset tekijät osapuolten välillä. Lainsäädäntöön liittyvät tekijät jakautuvat molemmille osapuolille. Prosessin omistajana vastuullisuudesta vastaa suurelta osin Andritz Savonlinna Works Oy:llä, viitaten ISO 14001:2015-standardiin, johon konepaja on sitoutunut. Konepaja vastaa pääsääntöisesti ympäristösuorituskyvyn parantamiseen liittyvistä investoinneista vahvassa yhteistyössä työnsuorittajan kanssa. Lisäksi konepaja vastaa varsinaiseen maalaustoimintaan liittyvien kiinteistöön kohdistuvista kustannuksista kuten vedestä. Jätteiden käsittelyn, logistiikan, raaka-aineiden ja kulutustavaroiden hankinta on työnsuorittajan eli Carelia Corron vastuulla. Tutkimus- ja kehittämistoiminnan vastuut jakautuvat Andritz Oy:n tuotekodin ja Andritz Savonlinna Works Oy:n yhteiseksi alueeksi. Vastuiden jakautuminen on hyvin monimuotoinen DD-pesurin maalausprosessissa (kuva 10). Tämän vuoksi ympäristökustannusten laskentaan vaadittavien tunnuslukujen ja arvojen koostaminen on erittäin työlästä ja vaatii järjestelmällisen lähestymistavan ja prosessin. Edellytyksenä ympäristöasioiden mallinnusjärjestelmän mukaiselle toiminnalle on läpinäkyvät ja selkeästi dokumentoidut toimintaan liittyvät ympäristölliset ja taloudelliset tekijät tarkasteltavassa prosessissa.

4.3 Aineiston hankinta

Taustatietojen keräyksen lähtökohtana oli teoreettinen ja praktinen lähestyminen tutkittavaan aihepiiriin. Teoreettista tietotoa haettiin talouden osa-alueelta

ja tarkemmin rajattuna ympäristölaskennan kehyksestä. Teoreettisen tiedonhankinnan varhaisessa vaiheessa ilmeni, että varsinkin suomenkieliset teokset ympäristölaskennan aihealueella ovat varsin rajalliset. Lisäksi tiukkaan säädelty päästöihin liittyvä aihepiiri, velvoitti tutustumaan eri instanssien asetuksiin ja säädöksiin sekä teollisen pintakäsittelyn standardeihin joihin tutkimuksessa tul- laan viittaamaan. Empiirisen tutkimusaineiston keräämisen haastavin vaihe oli löytää oikeat kanavat tiedon hakemiselle rajattuun tutkimuskohteeseen, koska tutkimuksen kohteena olevan DD-pesurin maalausprosessia hallinnoi käytän- nössä kolme eri yritystä. Tästä johtuen praktisen tutkimusaineiston esiselvitys vei aikaa löytää oikeat kanavat tutkimuksen eteenpäin viemiselle ja aineiston keräämiseen liittyvien aihealueiden kohdistamiseen oikeaan suuntaan. Prakti- sia taustatietoja kerättiin seuraavasti.

Andritz Oy / Tuotekoti

- Konsernin sisäiset ohjeistukset
- Ympäristöstandardit
- Asiantuntijahaastattelu
- Vapaamuotoiset keskustelut
- Sidosryhmien kommunikaatiokanavat

Andritz Savonlinna Works Oy / Prosessin omistaja

- Yhtiön sisäiset ohjeistukset
- Kaupallinen näkökulma
- Raportit
- Maalaamon kiinteistön ylläpito
- Kommunikaatiokanavat
- Vapaamuotoiset keskustelut
- Sidosryhmien kommunikaatiokanavat

Carelia Corro Oy / Työnsuorittaja

- Asiantuntijahaastattelu
- Maalausprosessin sisältö
- Raportit
- Sidosryhmien kommunikaatiokanavat

Asiantuntijahaastattelut suoritettiin sähköpostihaastatteluina tammikuussa 2022 sekä vapaamuotoisina keskusteluina prosessin edetessä mm. Andritz Sa- vonlinna Works Oy:n HSE (Health Safety Environment) asiantuntijoiden kanssa. Varsinaisia haastateltavia oli neljä henkilöä. Kaksi haastatteluista toteutettiin kaksiosaisena sähköpostihaastatteluna ja kaksi haastattelua vapaamuotoisena

keskusteluna. Tämän lisäksi tietoa kerättiin eri asiantuntijatahoilta yksittäisillä ohjaavilla kysymyksillä. Päätös varsinaisten haastateltavien valinnasta praktisen tiedon keräämiseen syntyi keskustelujen pohjalta opinnäytetyön työpaikkaohjaajan kanssa sekä opinnäytetyöntekijän omien valintojen myötä. Sähköpostihaastatteluissa esitettiin kysymyksiä hankitun aineiston tueksi sekä varmistukseksi. Praktisen tiedon etsimisen yhteisenä tekijänä oli sidosryhmien välisen kokonaiskuvan puuttuminen, joka on pyritty tuomaan esiin seuraavissa luvuissa mahdollisimman tarkasti.

5 AINEISTON ANALYSOINTI

Tutkimuksen yhteenveto ja tulosten analysointi esitetään ympäristöasioiden mallinnusjärjestelmää mukaillen. Kappaleessa neljä on esitetty mallinnusjärjestelmän ensimmäiset vaiheet, jossa on esitetty prosessin kuvaus, taloudelliset tekijät sekä ympäristölliset tekijät. Tuloksia tarkastellaan simuloimalla muutos kahdella eri tavalla nykytilaan verrattuna. Tutkimuksen edetessä selvisi, että muutos vesiliukoisiin maaleihin ei ole realistinen ilman asteittaista siirtymää ja tämän vuoksi tutkimusaineistoa pohjalta on laadittu simulointi kahdella eri tavalla. Siirtyminen suoraan vesiliukoisiin maaleihin on erittäin haasteellista koska toiminta on pirstaloitunut monelle eri taholle. Jokaisella taholla on hieman eri intressi prosessin läpiviennissä ja tästä johtuen realistinen ja luonnollinen tapa on asteittain siirtyminen liuotinpohjaisista maaleista vesiliukoisiin maaleihin, tähdäten alhaisempiin VOC-päästöihin. Simuloinnissa on tarkoitus tuoda esille kustannustekijät, jotka ovat välttämättömiä tai/ja merkittäviä muutosta toteutettaessa. Kokonaiskuvan hahmottamiseksi nelikenttäanalyysi on esitetty kappaleen lopussa.

5.1 Nykytila

DD-pesurin pintakäsittelyn perusteena on saattaa tuote tilaan, jossa se kestää tehdasprosessin ja olosuhteiden rasituksen koko tuotteen elinkaaren ajan, kohtuullisella huoltomaalaustaajuudella. Pesurin pintakäsittelyvaatimukset tulevat pääsääntöisesti loppuasiakkaan määrittelemistä vaatimuksista. Asiakkaat ovat suuria metsäyhtiöitä maailmanlaajuisesti.

Tuotteen myy asiakkaalle Andritz Oy, joka omistaa tuotteen valmistusoikeuden, suunnittelun sekä hallinnoi tuotekotia Andritz Groupin sisällä. Tuotekodin

suunnittelu on vahvasti mukana tuotteen myyntivaiheessa ja ohjaa asiakasta kustannustehokkaissa valinnoissa koskien mm. tuotteiden pintakäsittelyä.

Pintakäsittelyvaatimukset määritellään standardien mukaan, jotta riittävä rasi-
tusluokka voidaan vakioda DD-pesurin valmistusprosessiin mahdollisimman
selkeästi. Jos ympäristönäkökulmaa ei huomioida laajasti standardia tulkitta-
essa, esittäytyy liuotinpohjainen maalausjärjestelmä viivan alla edullisempänä
vaihtoehtona. Tämä johtaa oletettavasti usein siihen, että maalausjärjestelmän
valinta fokusoituu perinteiseen vaihtoehtoon. Näin ollen ympäristökustannuksia
ja siitä aiheutuvia piilokustannuksia ei huomioida riittävästi. Maalaukseen käy-
tettävä standardi ei rajaa vaihtoehtoja pois maalausjärjestelmien välillä. Andritz
Oy:n tilatessa tuotteen valmistuksen tytäryhtiöltään Andritz Savonlinna Works
Oy:ltä on tässä vaiheessa jo määritelty maalausstandardi ja oletus maalausjär-
jestelmän valinnasta on olemassa.

Maalaus suoritetaan Andritz Savonlinna Works Oy:n omistamassa maalaa-
mossa, jossa työsuorittajana toimii alihankkija. Maalaamo sijaitsee konepajan
yhteydessä ja näin ollen maalausprosessin vaiheet soljuvat valmistusprosessin
sisällä kuten muutkin valmistuksen työvaiheet. Maalaamorakennus on kymme-
niä vuosia vanha ja maalaamon rakennusvaiheessa vaatimukset maalaukselle
on määritelty liuotinpohjaisten maalien vaatimusten mukaan. Vuosien varrella
rakennusta ja laitteistoa on modernisoitu vastaamaan nykyaikaisia määräyksiä,
säädöksiä sekä vaatimuksia vastaavaksi, mutta edelleenkin liuotinpohjaiset
maalit ovat määritelleet maalausolosuhteiden määritteet. Tästä johtuen vesi-
liukoisiin maaleihin siirryttäessä Carelia Corron Miikka Kuutilon mukaan joudut-
taisiin rakennukseen ja laitteistoon tekemään investointeja, joita olisi mm. muu-
tokset pumppukalustoon sekä ilmanvaihtolaitteiden kosteudenhallintajärjestel-
mät ja ohjausautomaatiikka. Vesiliukoisille maaleille on suoritettu onnistuneita
rasitustestejä sekä hintavertailua on suoritettu pienissä määrin, mutta kokonais-
valtaista kustannus selvitystä ympäristölaskennan näkökulmasta ei ole tehty.

5.2 Hybridimaalaus

Hybridimaalauksella tarkoitetaan tämän opinnäytetyön yhteydessä maalausjär-
jestelmien yhdistelmää, jossa käytetään sekä liuotinpohjaisia että vesiliukoisia
maaleja. Hybridimaalauksen tavoitteena on hyödyntää molempien

maalauksjärjestelmien etuja. Liuotinpohjaisten maalien etuna on parempi epäpuhtauksien sieto ja tämän myötä vähäisempi pintojen puhdistuksen tarve. Vesiliukoisilla maaleilla tavoitellaan ympäristöpäästöjen vähentämistä. Hybridimaalauksessa pohjamaalaus tehtäisiin käyttäen liuotinpohjaisia maaleja suihkupuhdistuksen jälkeen. Suihkupuhdistuksella ei saada poistettua leikkuunestejäämiä koneistetuilta pinnoilta ja tämän vuoksi kemiallinen pesu on välttämätön suihkupuhdistuksen lisäksi ennen maalausta. Miikka Kuutilon mukaan vesiohenteisten maalien tarttuvuusongelma on yleistä pinnoilla, joissa leikkuunestejäämiä esiintyy. Vaikka pinnoille suoritettaisiin vähäpäästöisempi alkalinen pesu, jouduttaisiin pesussa käyttämään tinneriä puhdistuksessa, joka kumoaisi päästöjen vähentämistavoitteet osittain. Pohjamaalauksen jälkeen väli- sekä pintakerros maalattaisiin vesiliukoisilla maaleilla, jonka avulla saavutettaisiin arviolta yli viidenkymmenen prosentin VOC-päästöjen vähennys nykyiseen verrattuna. Arvio perustuu vuonna 2021 valmistettujen DD-pesurien maalaustarjousten vertailuun.

Vesiohenteisten maalien laadukas käyttöönotto vaatisi kuitenkin investointeja maalaukskalustoon sekä ilmanvaihdon parantamiseen. Vesiliukoistenmaalien hinta on tällä hetkellä kalliimpi verraten liuotinhenteisiin maaleihin, lisäksi muut vesiliukoistenmaalien tuomat kustannusedut eivät toteutuisi, hybridimaalauksessa käytettäessä, sillä kaluston ATEX-vaatimukset säilyisivät ja jätteiden käsittely säilyisi ennallaan ADR – vaatimusten myötä. Keskeisenä hyötynä hybridimaalaukselle olisi ensimmäinen askel kohti tavoitetta vähentää orgaanisia haihtuvia yhdisteitä.

5.3 Maalaus vesiohenteisillä maaleilla

Vesiohenteisiin maaleihin siirryttäessä on ensisijaisen tärkeää ymmärtää täysin maalattavaan pintaan kohdistuvat olosuhteet ja sen vaatimukset. Vesiohenteisistä maaleista haihtuu pääosin vettä. Vesiohenteiset maalit voi myös puhdistaa vedellä työvälineistä ja ympäristöstä ennen kuivumista, jolloin puhdistusprosessi ei aiheuta ylimääräisiä VOC-päästöjä. Erityisesti maalin levitysvaiheessa ympäristövaikutus on huomattavasti pienempi kuin liuoteohenteisilla maaleilla, koska ilmaan ei vapaudu haitallisia orgaanisia yhdisteitä. Maalien VOC-päästöjä vertailtaessa täysin vesiliukoisiin maaleihin siirryttäessä on

mahdollista vähentää haihtuvien orgaanisten yhdisteiden päästöjä jopa 90 prosenttia verraten liuotinpohjaisiin maaleihin.

DD-pesurin nykyisessä maalausympäristössä haasteeksi tulee toteuttaa tuotteen esivalmistelut eli puhdistaminen ennen maalausta sekä tuotteen kuivuminen. Kuten edellisessä kappaleessa mainittiin, maalaukseen valmistelevat vaiheet ovat haasteellisia kappaleissa, joista tulee poistaa leikkuunestettä koneistuksen jäljiltä. Tähän ratkaisuna voisi olla työjärjestyksen uudelleen järjestely ennen pohjamaalausvaihetta ja sopivan ympäristölle vähemmän haitallisen pesuaineen valinta. Kuivumiseen liittyvä ongelma piilee maalaamorakennuksen infrassa, joka on suunniteltu liuotinpohjaisten maalien vaatimusten mukaan. Täysin vesiliukoisiin maaleihin siirryttäessä investoinnit olisivat välttämättömiä ja ne kohdistuisivat henkilöstöön ja laitteistoihin sekä rakennuksen infraan. Nykyiseen maalaamoon tulisi tehdä muutoksia maalien pumppukalustoon ja tämän lisäksi ilmanvaihtolaitteisiin pitäisi lisätä kosteudenhallintajärjestelmät ja ohjausautomaattikka. Miikka Kuutilon mukaan investointien suuruus Andritz Savonlinna Works Oy maalaamorakennukseen olisi jopa 200 000 euroa. Kustannuksia syntyisi myös henkilöstön kouluttautumisesta sekä uusien ohjeiden implementoinnista maalausjärjestelmää koskien. Lisäksi maalien hinnat ovat toistaiseksi hieman kalliimpia, mutta Kuutilon mukaan on odotettavissa, että maalien hinnat laskevat niiden yleistyessä teollisuudessa.

Kiistattomat hyödyt vähäpäästöisempiin maaleihin siirryttäessä olisivat ehdottomasti päästöjen merkittävä väheneminen, imagoarvon paraneminen, parempi terveysturvallisuus ja säästöt vakuutuksissa sekä lupien ylläpitämisessä.

5.4 SWOT-analyysi maalausjärjestelmän muuttamisesta liuotinpohjaisista vesiliukoisiin

Ensisijaisena vahvuutena on ympäristöpäästöjen aleneminen. Tämä tuo luonnollisesti nostetta tuotteen imagoarvoon, jonka ympäristönäkökulman painotus on vuosi vuodelta tärkeämpi. Laskevat ympäristöpäästöt mahdollistavat ympäristövelvoitteiden ja standardien noudattamisen vähemmällä valvomisella, mikä vapauttaa resursseja muuhun käyttöön. Päästöjen vähentämisellä päästään parempaan työntekijöiden terveysturvallisuuteen, joka kasvattaa ympäristötietoutta entisestään ja näin ollen ympäristöpositiivisuus ruokkii itseään tuoden

positiivisen vireen tekemiseen. Imagoarvon parantuessa on mahdollista saada kilpailuetu kilpailijoihin nähden ja sidosryhmäsuhteiden hoito on helpompaa koska ympäristöpositiivisuus tuo positiivisen vireen keskusteluihin. Nykyaikaisen maalien teknologia mahdollistaa uusia kustannustehokkaita ratkaisuja kierätyksessä ja laitteistoinvestoinneissa pitkällä aikavälillä. Mm. ATEX-laitteiston ja lupien ylläpito ei ole välttämätöntä käytettäessä vesiliukoisia maaleja.

Taulukko 2. Nelikenttäanalyysi maalausjärjestelmän muuttamisesta liuotinpohjaisista vesiliukoisiin maaleihin.

Vahvuudet	Heikkoudet
<ul style="list-style-type: none"> • Laskevat ympäristöpäästöt • Hyvä ympäristöimago • Ympäristövelvoitteiden ja standardien noudattaminen • Ympäristötietoisuus • Päästöjen puhdistamisen kustannukset • Alhaiset valvontakustannukset • Kasvava terveysturvallisuus 	<ul style="list-style-type: none"> • Investoinnit • Vesiliukoisten tuotteiden ominaisuudet tuotantoprosessissa (korjausmaalaus, valuminen ym.) • Jätteiden kuljetus • Tuotekehityskustannukset • Maalin hinta • Työntekijöiden koulutus
Mahdollisuudet	Uhat
<ul style="list-style-type: none"> • Imagoarvon kasvun tuomat kilpailuedut • Teknologian edut • Kierrätyskulujen vähentäminen • Sidoryhmäsuhteiden hoito • Tutkimus ja tuotekehityksen hyväksikäyttömahdollisuudet • Yrityksen ympäristöpolitiikan noudattaminen • Ympäristövelvoitteiden ja standardien noudattaminen tulevaisuudessa • ATEX-vaatimuksista luopuminen 	<ul style="list-style-type: none"> • Epäonnistuminen asiakkaiden vakuuttamisessa • Kilpailukyvyyn hetkellinen laskeminen • Menetelmän vaativammat olosuhteet • Vaativampi henkilöstön osaamistaso

Heikkouksiin lukeutuu alkuinvestoinnit, jos muutos tehdään radikaalisti ja nopeasti lyhyellä aikavälillä. Investointilaskentaan on äärimmäisen tärkeä tuoda ympäristöaspekti selkeästi näkyville. Muuten investointi saattaa tuntua lyhyellä aikavälillä tarkasteltuna investoinnilta, joka on helppo siirtää tulevaisuutta odottamaan. Heikkoutena on myös vesiliukoisten tuotteiden vaativammat ominaisuudet maalausprosessin aikana kuten ilmanvaihto ja olosuhteet, jossa maalaus suoritetaan. Tämä ei ole ongelma, jos maalaamo vastaa nykyaikaisia maalausolosuhteiden vaatimuksia, jolloin investointeja ei tarvita. Maalaamoissa on mahdollista kierrättää liuotinpohjaisten maalijätteen liuotin, tähän tarkoitettulla

haihdutinlaitteistolla. Tällä tavoin pystytään kierrättämään maalin liuottimien osuus muuhun tarkoitukseen kuten maalauskaluston puhdistukseen. Prosesista syntyy joka tapauksessa pulverimaista ongelmajätettä, jonka käsittely on luvanvaraista. Vesiliukoisia maaleja käytettäessä jätteen määrä kasvaa tilavuusyksiköitä verrattaessa, ja näin ollen jätteiden kuljetuskustannukset kasvavat vaikka ADR-vaatimuksia kuljetuksella ei olisikaan, kertoo Carelia Corron Miikka Kuutilo. Maalausjärjestelmän muutoksessa alkuinvestointien lisäksi merkittäviä kustannusvaikuteita tulee tuotekehityskustannuksista, jotka näkyvät mm. maalien korkeampana hintana. Toisaalta vesiliukoisten maalien väistämätön yleistyminen tulee kaventamaan maalien hintaeroa liuotinpohjaisiin verrattuna lähivuosien aikana. Tämän lisäksi henkilöstö tarvitsee koulutuksen uuden maalausjärjestelmän käyttöönottoon ja ominaisuuksiin. Uhkia tarkasteltaessa nousee esiin asiakkaiden vakuuttaminen aluksi hieman kalliimpina näyttäytyvän maalausjärjestelmän hyödyistä, mutta toisaalta tilanne kääntyy todennäköisesti lähivuosina siten että asiakas vaatii ympäristöystävällisempiä ratkaisuja ja on valmis niistä myös maksamaan. Toisin sanoen uhka saattaa muuttua mahdollisuudeksi. Lyhyellä aikavälillä maalausjärjestelmän muutos saattaa näyttäytyä hetkellisenä kilpailukyvyn laskemisena mutta samat määräykset ja asetukset tulevat koskemaan ennenpitkään kaikkia kilpailijoita ja tämän vuoksi on tärkeää pitää katse pitkällä tulevaisuudessa joka onkin ympäristölaskentatoimen vankimpia kulmakiviä.

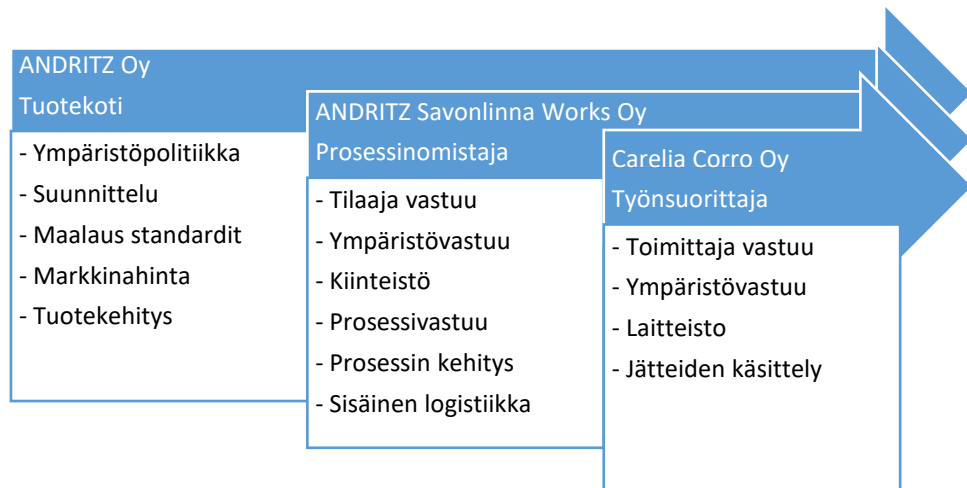
6 KESKEISET TULOKSET

Opinnäytetyön keskeiset tulokset esitetään tässä luvussa aihealueittain sekä arvioidaan tulosten luotettavuutta. Useasti tapaustutkimusta tehtäessä tutkimusaineistojen analysointi sekä tutkimustulokset ovat keskeinen tuotos, mutta myös itse aineisto voi olla merkittävässä roolissa lopputuloksessa.

Opinnäytetyössä käsiteltävä ympäristölaskentatoimen teorian viitekehys osoitautui alueeksi, josta käytännön vertaamista teoriaan on tehty niukasti käsiteltävän teollisuudenalan osa-alueella. Ympäristölaskentatoimen osa-alue on suhteellisen uusi käsite ja vakioituneita laajasti käyttöön otettuja laskentamalleja on niukasti. Ympäristölaskentaa ei ole mahdollista toteuttaa yrityksissä täysipainoisesti ennen kuin yrityksen ympäristövastuu on määritelty ja kirjattu sekä

yriyksessä tulee olla selvitetty ympäristösuorituskyvyn tekijät ja dokumentoitu näiden nykytila.

Käsiteltävässä aihealueessa haasteena oli myös vastuiden jakautuminen saumattomasti kolmen eri yhtiön välillä (kuva 10).

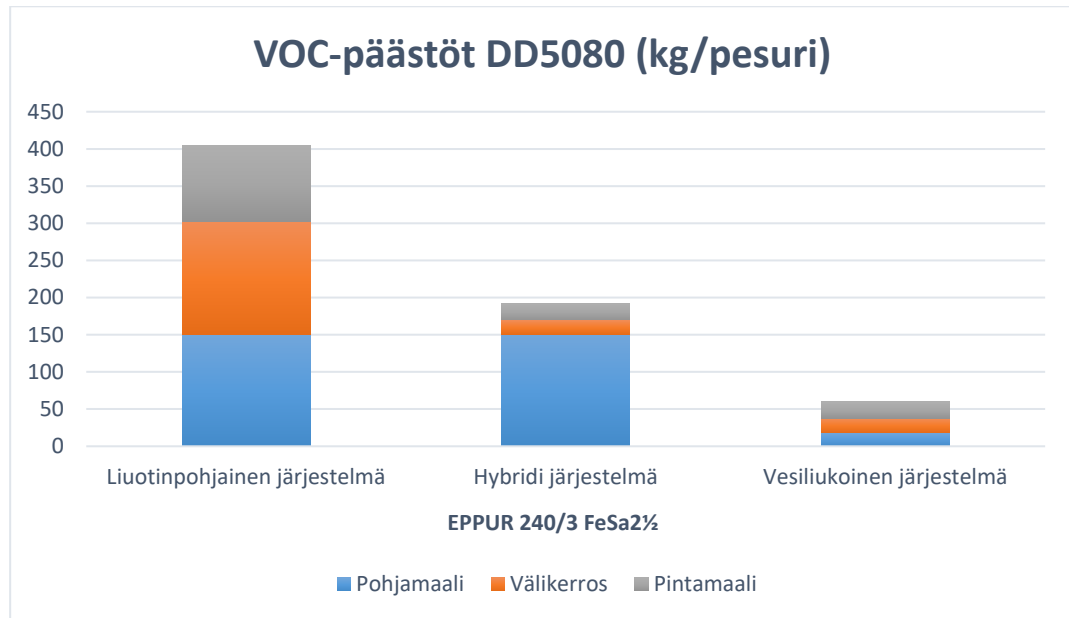


Kuva 10. DD-pesurin maalausprosessin osapuolet

Vastuiden pirstoutuminen kolmeen eri organisaatioon ilman selkeää kokonaiskuvaa aiheuttaa väistämättä kokonaiskuvan hämärtyksen. Tästä johtuen kokonaisvaltainen kehittäminen on haasteellista ja ympäristökustannusten täsmällinen ja laajamittainen arviointi edellyttäisi yhteistä ympäristösuorituskyvyn selvittämistä ja nykytilan määrittelyä. Opinnäytetyön tekijän omien havaintojen mukaan tiedon kulku on tällä hetkellä yhden suuntaista ja ympäristönäkökulmasta maalausprosessin kehittäminen vaatisi edellä mainittujen kolmen kehitysyhteistyön vahvistamista. Tämän havainnon vahvistaa myös haastateltavien odotukset muilta sidosryhmiltä ympäristöasioiden kommunikoinnista.

Lait ja säädökset määräävät toimintaa ja tiukentuvat nousujohteisesti, kunnes kansainväliset ilmastotavoitteet tullaan saavuttamaan. Tämä on väistämätön asia ja kaikkien tulee tukea tätä asiaa. Andritz Savonlinna Works Oy:n maalauksen ympäristöluvan mukaiset päästöarvot hipovat raja-arvoja korkean suhdanteen aikana, kuten vuonna 2020 (Kuutilo 2022). Tämä tarkoittaa väistämättömiä toimenpiteitä ympäristöasioiden nopeassa eteenpäin viemisessä säädösten tiukentuessa. Tutkimus ja kehitystyö tulisi olla keskeisessä roolissa ympäristökustannusten ennakoinnille.

Päästöjen vähentäminen on opinnäytetyön keskeinen aihealue. Pelkkien maalien VOC-arvoja vertailtaessa voidaan arvio ympäristöpäästöistä esittää kuvan 11 mukaisesti. Vertailun lähteenä on käytetty DD-pesurien maalaus tarjousta vuodelta 2020 jossa VOC-päästöt on eriteltyinä eri vaihtoehdoin.



Kuva 11. VOC-päästöjen vertailu (Tarjous DD-pesurin maalauksesta)

Kuvassa 11 voi nähdä VOC-päästöjen laskevan merkittävästi, jos käytössä on vesiliukoisia maaleja. Hybridimaalaus mahdollistaa päästöjen vähentämisen puolella ja puhtaasti vesiliukoiset maalien käyttö tiputtaa päästöt kymmenyksen nykyisestä. Toki huomioon on otettava myös laitteistoiden ja pintojen puhdistamiseen käytettävät kemikaalit, jotka ovat kahdessa ensimmäisessä vaihtoehdossa liuotinpohjaisia. Päästöjen vähentämisen potentiaali on kuitenkin nähtävissä vertailussa selvästi.

Maalausjärjestelmän valinnassa on ensisijaisen tärkeää ymmärtää täysin maalattavaan pintaan kohdistuvat olosuhteet ja sen vaatimukset. Vesiohenteiset maalit eivät ole välttämättä juuri oikea ratkaisu kaikkiin käyttökohteisiin. Vesiohenteisiin tuotteisiin siirtyminen saattaa olla kuitenkin oikea vaihtoehto, jos esimerkiksi pitkän aikavälin tavoite on minimoida yrityksen ympäristölle haitallisten toimintojen vaikutuksia. Tulevaisuudessa säädökset tulevat yhä tiukemmiksi ja valmistautuminen kiristyvään ympäristöpolitiikkaan on tärkeää yrityksen kilpailukyvyyn kannalta. Kokonaisvaltainen liuteohenteisten maalien käytön lopettaminen saattaa jopa olla kannattava ratkaisu. DD-pesurin maalauksessa haasteina ovat epäpuhtaudet, joita syntyy valmistusprosessin eri vaiheissa.

Epäpuhtaudet saattavat aiheuttaa maalille tartuntaongelman. Lisäksi maalaamon tekninen infrastruktuuri tulisi vastata nykypäivän vaatimuksia. Tällä hetkellä keskeiset esteet vesiohenteisten maalien välittömälle käyttöönotolle ovat nykyisen maalaamon infrastruktuuri, joka vaatisi merkittäviä investointeja maalaamon uudistamiseksi vastaamaan vesiohenteisten maalien vaatimuksia. Lisäksi DD-pesurin valmistusprosessissa syntyvien epäpuhtauksien minimoiminen on merkittävä tekijä, jotta suihkupuhalluksen jälkeinen rasvanpoisto saataisiin toteutettua mahdollisimman tehokkaasti ja laadukkaasti pintakäsiteltävistä pinnoista.

Merkittävät tekijät, joita tulee lisäksi tarkastella, on maalien hintakehitys, tutkimus ja kehittämistyön panostukset, sekä ympäristöasioiden läpinäkyvä kommunikaatioketju. Nämä eivät estä vesiliukoisten maalien käyttöönottoa, mutta ovat merkittävässä asemassa päätöksenteossa.

Ympäristökuormituksen kustannusvaikutuksia tarkasteltaessa ja vastausta tutkimuskysymykseen etsiessä konkretisoitui tutkimuksen haasteellisuus tarkkojen laskelmien toteuttamisessa. Yrityksestä puuttuvan varsinaisen talouden ympäristölaskentatoimen ja välillisten kustannusten kuten imagoarvon ja ympäristötehokkuuden määrittely vaatisi laajamittaisen ja systemaattisen ympäristölaskentatoimen aloittamisen. Lisäksi kustannusrakenne ja vaikuttavuus prosessiin rakentuu kolmen yrityksen päätöksentekoon, jotka toimivat pääsääntöisesti markkinoiden ehdoilla, Andritz Groupin ympäristöpolitiikan raameissa.

6.1 Ympäristökuormituksen kustannusvaikutus maalausjärjestelmän muutoksessa liuotinpohjaisista maaleista vesiliukoisiin

Tässä luvussa on kuvattu opinnäytetyössä esille tulleita keskeisiä kustannustekijöitä, joilla on välitön tai välillinen kustannusvaikutus ympäristökuormituksen määrään. Opinnäytetyön luvussa viisi on esitetty kolmen vaihtoehdon simulatation keskeiset osa-alueet jotka ovat arvoitettu asteikolla yhdestä kolmeen, jossa suuri luku viittaa suureen kustannustekijään ja pieni luku päinvastoin. Taulukoja on kaksi kappaletta, jotta lukijan olisi helpompi vertailla tuloksia vaikuttavuuden ja kokonaiskuvan näkökulmista. Molemmassa taulukoissa data tulee samasta lähteestä. Taulukot perustuvat tutkimuksessa kerättyyn aineistoon sekä opinnäytetyöntekijän objektiiviseen tulkintaan ja johtopäätöksiin. Kuvassa 12

Huomioon on otettava kokonaiskustannusajattelu, jota ilman yrityksen ympäristölaskennan käyttöönottoa on hankala todeta. Vesiliukoisten maalien suuret kustannustekijät vähenevät määrällisesti merkittävästi ja tätä tulisi pitää ohjaavana tietona päätöstenteossa.

6.2 Luotettavuuden arvionti

Opinnäytetyössä käsiteltävän tutkimuksen analyysin aineisto on koostettu useasta näkökulmasta, johon on hankittu teorian lisäksi asiantuntijanäkemyksiä DD-pesurin sekä pintakäsittelyn osa-alueilta. Aihe alueeseen liittyvät lait ja säädökset ovat osittain varmenne tutkimuksen paikkaansa pitävyyden varmistamisessa. Tutkimuksen luotettavuutta lisää opinnäytetyön tekijän työura Andritz Savonlinna Works Oy:n palveluksessa. Tämä mahdollistaa luotettavan arvioinnin mm. yrityksen ympäristöpolitiikkaan liittyvien aihepiirien arvioinnissa.

Tutkimusaineiston riittävyys ei mahdollista täydellistä vastausta tutkimuskysymykseen. Tutkimuksen tulos voidaan vahvistaa vasta kun toimeksiantajan talouden seurantaan lisätään ympäristölaskennan osa-alueet, mutta kiistämätön fakta on, että vähemmän ympäristöpäästöjä aiheuttavilla maaleilla saavutetaan pitkällä aikavälillä huomattavia etuja.

Aineisto on realistinen faktoihin pohjautuva koonti, jonka johtopäätösten merkittävyys on tutkimuskysymystä tärkeämpi. Analyysi on laadittu toistettavuutta silmällä pitäen ja kuten tutkimustyön määrittelyissä todettiin, on tutkimuksen tarkoitus mahdollistaa skaalaus muihin vastaavanlaisiin teräsrakenteiden pintakäsittelyihin Andritz Groupin sisällä.

Haastattelujen virhetulkintojen minimoimiseksi haastattelut jätettiin aineiston keräämisen loppuvaiheisiin, jotta opinnäytetyöntekijällä on mahdollisimman paljon aikaa tutustua teoriaan sekä maalausraportteihin ja niiden faktoihin. Tämä mahdollisti asiantuntevat ja täsmälliset haastattelukysymykset, joilla saatiin vahvistettua teorian pohjaa. Opinnäytetyöntekijä toteutti tutkimuksen töiden ohella työskennellessään Andritz Savonlinna Works Oy:ssä. Toimeksiantajan kanssa sovittiin että tutkimustyöhön voi käyttää työaikaa keskimäärin neljä tuntia viikossa. Tämä aika hyödynnettiin mm. tiedon keräämiseen, haastatteluihin

sekä vapaamuotoisiin keskusteluihin aiheesta sidosryhmien kanssa. Muu tutkimustyö suoritettiin pääasiassa viikonloppuisin noin neljän kuukauden aikana.

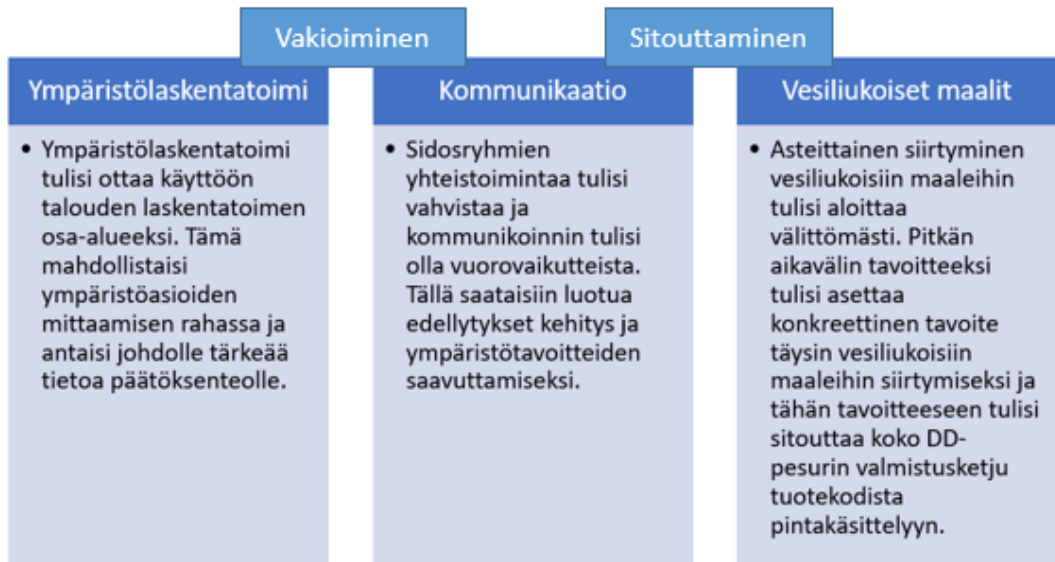
7 JOHTOPÄÄTÖKSET JA TOIMENPIDE-EHDOTUKSET

DD-pesurin maalauksen tulevaisuus tulee muuttumaan väistämättä ympäristöystävällisempään vaihtoehtoon lähitulevaisuudessa. Tällä hetkellä tämän mahdollisuuden tarjosi vesiliukoiset maalit. Tulevaisuutta on vaikea ennustaa, onko muutos pakollinen viiden vai kymmenen vuoden päästä, mutta joka tapauksessa ennakoivat toimenpiteet tulee aloittaa välittömästi.

Opinnäytetyössä havaitut keskeiset kehittämiskohteet DD-pesurin maalausjärjestelmän päästöjen vähentämiseksi kustannusvaikutukset huomioon ottaen kohdistuvat kolmeen osa-alueeseen. Ympäristölaskentatoimi tulee ottaa käyttöön talouden laskentatoimen osa-alueeksi. Tämä mahdollistaisi ympäristöasioiden mittaamisen rahassa ja antaisi johdolle tärkeää tietoa päätöksenteolle.

Andritz Savolinna Works Oy:n omistama maalaamorakennus vaatii investointeja, jotta vesiliukoisiin maaleihin siirtyminen on mahdollista. Investointitarpeiden määrittely ja takaisinmaksusuunnitelmat saadaan toteutettua ympäristökustannusten näkökulmasta luotettavasti ainoastaan, jos ympäristölaskentatoimi on osa yrityksen laskentatoimea.

Ennen edellä mainittuja toimenpiteitä tulee kuvassa 10 esitettyjen osapuolten yhteistoimintaa vahvistaa ja kommunikoinnin tulee olla vuorovaikutteista ja kehitys- ja ympäristötavoitteiden saavuttamiseksi toimintamalli tulee vakioda Andritz Groupin ympäristöpolitiikan raamien sisälle. Lisäksi esimerkiksi työjärjestyksien ja menetelmien muutoksella olisi mahdollista vähentää epäpuhtauksien poistamista ennen maalaamista, joka helpottaisi asteittaista siirtymistä vähemmän ympäristökuormittaviin maalausmenetelmiin nopeammin.



Kuva 14. Keskeiset toimenpide-ehdotukset maalausprosessin kehittämistä ympäristöystävällisempään vaihtoehtoon

Välitön siirtyminen liuotinpohjaisista maaleista vesiliukoisiin maaleihin ei ole lyhyellä aikavälillä järkevää. Suunnittelu asteittaiseen siirtymiseen hybridimaalauksella hyödyntäen tulisi aloittaa välittömästi. Hybridi maalaukseen siirtymisen ensiaskeleina tulisi kartoittaa nykytila tarkkaan. Pitkän aikavälin tavoitteeksi tulisi asettaa konkreettinen tavoite täysin vesiliukoisiin maaleihin siirtymiseksi ja tähän tavoitteeseen tulisi sitouttaa koko DD-pesurin valmistusketju tuotekodista pintakäsittelyyn.

Tulevaisuus on vihreä. Yritykset, jotka johtavat ympäristön muutoksia ennakoivasti, johtavat tulevaisuudessa myös markkinoita sekä näyttävät esimerkin muille.

LÄHTEET

Andritz Group. 2021a. ANDRITZ DD-Washer™. <https://www.andritz.com/products-en/group/pulp-and-paper/pulp-production/kraft-pulp/fiberline/dd-washer> [viitattu 6.12.2021]

Andritz Group. 2021b. Andritz Savolinna Works Oy. WWW-sivusto. Saatavissa: <https://www.andritz.com/pulp-and-paper-en/locations/savonlinna-works-oy/savonlinna-works-oy-fi> [viitattu 14.12.2021]

Andritz Group. 2021c. Sustainability at ANDRITZ. WWW-sivusto. Saatavissa: <https://www.andritz.com/group-en/about-us/gr-sustainability> [viitattu 14.12.2021]

Andritz Group. 2021d. ANDRITZ introduces CircleToZero. WWW-sivusto. Saatavissa: <https://www.andritz.com/newsroom-en/pulp-paper/2021-07-21-circletozero-group> [viitattu 20.2.2022]

Carelia Corro 2019. Carelia corro on tehnyt sopimuksen-savonlinna works oyn pintakasittelytoimintojen operoinnista. WWW-sivusto. Saatavissa: <https://careliacorro.fi/uutisarkisto/2019-02-11/carelia-corro-on-tehnyt-sopimuksen-savonlinna-works-oyn-pintakasittelytoimintojen-operoinnista> [viitattu 1.1.2022]

DIN EN ISO 12944-5. 2019. Corrosion protection of steel structures by protective paint systems – Part 5: Protective paint systems (ISO 129445:2019)

Ympäristönsuojelulaki YSL 527/2014. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2014/20140527> [viitattu 6.12.2021]

Environmental Protection Agency. 1995. An Introduction to Environmental Accounting as a Business Management Tool Key Concepts and Terms. WWW-sivusto. Saatavissa: <https://www.epa.gov/sites/default/files/2014-01/documents/busmgt.pdf> [viitattu 30.1.2022]

EPA. 2022. Environmental Protection Agency. WWW-sivusto. Saatavissa: <https://www.epa.gov/> [viitattu:30.1.2022]

1999/13/EY. Orgaanisten liuottimien käytöstä tietyissä toiminnoissa ja laitoksissa aiheutuvien haihtuvien orgaanisten yhdisteiden päästöjen rajoittamisesta . PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:31999L0013&from=FI> [viitattu 6.12.2021]

European Environment Agency. 2017. Air quality in Europe. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2017> [viitattu 6.12.2021]

Hirsijärvi.S, Remes.P, Sajavaara.P. 2013. Tutki ja kirjoita. Tammi. Helsinki

Leino, R. 2020 Kerrostalon hiilijalanjälki: päästöjen määrä ja laskenta. Opinäytetyö YMK. Saatavissa: <http://urn.fi/URN:NBN:fi:tuni-202004243713> [viitattu 6.12.2021]

Niemi, S. 2007. Ympäristövaikutusten arvottamis- ja laskentamenetelmien soveltuvuus Suominen Joustopakkaus Oy:n polttolaitosinvestointiin. Pro gradu -tutkielma. Saatavissa [gradu01645.pdf \(tuni.fi\)](#). [viitattu 2.1.2022]

Niskala, N. Mätäsaho, R. 1996. Ympäristölaskentatoimi. WSOY. Porvoo

Paris Agreement. s.a. Paris Agreement. PDF-dokumentti. Saatavissa: https://ym.fi/documents/1410903/38439968/paris_agreement_english_-_B334B5EC_B697_4C03_8F06_D42B87AA76E6-118495.pdf [viitattu 5.2.2022]

Pohjola, T. 2003. Johda ympäristöasioita tehokkaasti. Gummerrus. Jyväskylä.

Metallipintojen teollinen maalaus. Tikkurila. s.a. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://docplayer.fi/1340945-Metallipintojen-teollinen-maalaus.html> 5.korjattu painos. [viitattu 6.12.2021]

Vesiohenteinen vs. liuotinohenteinen maali teollisissa maalaussovelluksissa. Tikkurila. s.a. Saatavissa: [Vesiohenteiset vs. liuotinohenteiset maalit teollisessa maalauksessa | Tikkurila](#) [viitattu 6.12.2021]

Turkka, P. 2022. Tuotepäällikkö. Haastattelu tammikuu 2022. Andritz Oy.

Kuutilo, M. 2022. Toimitusjohtaja. Haastattelu tammikuu 2022. Carelia Corro Oy

Tuote-VOC – asetuksen 837/2005 valvontaohjelma. PDF dokumentti. Saatavissa: <https://tukes.fi/documents/5470659/9415340/Tuote-VOC-valvontaohjelma/bb14ffaa-0811-4d30-93a2-ddd4f37aa6f8/Tuote-VOC-valvontaohjelma.pdf> [viitattu 6.12.2021]

Valtioneuvoston asetus ympäristönsuojelusta 713/2014. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://finlex.fi/fi/laki/alkup/2014/20140713> [viitattu 6.12.2021]

Valtioneuvosto. 2018a. Eräiden orgaanisia liuottimia käyttävien toimintojen ja laitosten ilmaan johdettavien päästöjen rajoittamisesta (64/2015). WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://finlex.fi/fi/laki/alkup/2015/20150064> [viitattu 6.12.2021]

Valtioneuvosto. 2018b. Ilmansaasteiden haittakustannusmalli Suomelle. PDF-dokumentti. Saatavissa: [26-2018-IHKU.pdf \(valtioneuvosto.fi\)](#) [viitattu 2.1.2022]