

Janette Syväkuru

YMPÄRISTÖNÄKÖKOHTIEN TUNNISTAMINEN SÄHKÖAUTON
LATAUSASEMAN ELINKAARESSA

Energia- ja ympäristötekniikan koulutusohjelma
2018

Syväkuru, Janette
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Energia- ja ympäristötekniikan koulutusohjelma
Joulukuu 2018
Sivumäärä: 53
Liitteitä: 1

Asiasanat: ympäristönäkökohdat, elinkaariarvio, tuotteen elinkaari

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tunnistaa Satmatic Oy:n tuotteiden ympäristönäkökohdat sekä määrittää niihin liittyvät ympäristövaikutukset elinkaarinäkökulmasta tarkasteltuna. Määrittelyn kohteeksi valikoitui sähköauton latausasema, joka suunnitellaan ja valmistetaan Satmatic Oy:n Ulvilan toimipisteessä.

Satmatic Oy on vuonna 1988 perustettu satakuntalainen sähkö- ja automaatioalan yritys, joka valmistaa mm. automaatio- ja ohjauskeskuksia sekä lämmitys- ja latausrasioita sekä myös myy mm. aurinkosähköjärjestelmiä. Satmatic Oy on sertifioinut ISO 9001 -laadunhallintajärjestelmän ja ISO 14001 -ympäristöjärjestelmän.

Ympäristönäkökohtia päätettiin tarkastella elinkaarinäkökulmasta laatimalla suppea elinkaariarvio. Arvion avulla voitiin tunnistaa ne elinkaaren vaiheet, joihin yrityksellä on mahdollisuus vaikuttaa ja joita sen on mahdollisuus hallita. Elinkaariarvion tekemistä ohjasi SFS-EN ISO 14044 -standardi.

Elinkaariarviossa (LCA) on neljä vaihetta. Ensimmäisessä vaiheessa, eli tavoitteiden ja soveltamisalan määrittelyvaiheessa määriteltiin järjestelmän rajat ja yksityiskohtaisuuden taso. Jo tässä vaiheessa rajattiin tarkasteltava järjestelmä kattamaan toiminnot hankinnan kuljetuksista tuotteen kierrätykseen, jotta työn määrä pysyisi kohtuullisena ja aikataulu realistisena.

Inventaarioanalyysivaiheessa (LCI) kerättiin kaikki tarvittava tieto ja laskettiin tai arvioitiin tuotteen elinkaaren vaiheiden ympäristövaikutukset. Inventaarioanalyysivaiheessa pyrittiin erityisesti selvittämään aiheutuneita päästöjä, syntynyttä jätettä sekä materiaalin- ja energiankulutusta jokaisesta elinkaaren vaiheesta.

Vaikutusarviointivaiheessa määriteltiin vaikutusluokat, joihin inventaarioanalyysin tulokset luokiteltiin. Vaikutusluokkien valitsemisessa käytettiin apuna kirjallisuutta, jotta mikään mahdollisesti tärkeä vaikutusluokka ei jäisi huomiotta. Lopuksi tulosten tulkintavaiheessa tehtiin johtopäätöksiä ympäristönäkökohtien ja niiden merkittävyyden määrittämiseksi tuotteelle. Ympäristönäkökohtia pisteytettiin valittujen kriteerien perusteella. Tuloksena todettiin merkittävimpien ympäristönäkökohtien liittyvän tuotannon aiheuttamiin hiilidioksidipäästöihin.

RECOGNIZING ENVIRONMENTAL ASPECTS OF A CHARGING STATION'S LIFE CYCLE.

Syväkuru, Janette

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in Energy and Environmental Technology

December 2018

Number of pages: 53

Appendices: 1

Keywords: Environmental aspects, life cycle, life cycle assessment.

The purpose of this thesis was to recognize the environmental aspects and associated environmental impacts for the products of Satmatic Oy. After careful consideration a charging station for electric cars, which is manufactured by the organization, was selected to be the subject of this assessment. Satmatic Oy is one of the leading manufacturers of electrical and automation technology in Finland. They manufacture automation and control cabinets, car heating and charging units among other products. Satmatic Oy also has certifications for ISO 9001 Quality Management System and ISO 14001 Environmental Management System.

A life cycle perspective was considered when determining environmental aspects of the product. It was done by a constricted life cycle assessment (LCA) for the product in order to learn the life cycle stages that can be controlled or influenced by the organization. ISO 14044 standard for life cycle assessments guided this work.

The life cycle assessment study has four phases. In the first phase, which is the goal and scope definition phase, the system boundary and level of detail were determined. Therefore, the system boundary was determined to apply to life cycle stages from purchase to recycling. The definition was made in order to keep both the workload and the time schedule of this thesis realistic.

In the inventory analysis (LCI) phase all the required data were collected and necessary results were calculated in order to determine the environmental impacts of each stage of the product's life cycle. Especially the emissions, produced waste, used materials and energy usage were reviewed in each stage of the life cycle.

In the impact assessment phase additional information was provided to better understand LCI results and their environmental significance. The impact categories were selected using literature in order to avoid leaving any important category out. The final stage was the interpretation phase in which the results were summarized and conclusions were made to determine the major environmental aspects of the product. As a result the major environmental aspect was found to take place in the production phase and was the CO₂ emissions of the production.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	YMPÄRISTÖJÄRJESTELMÄ.....	8
2.1	Yritysesittely	8
2.2	Ympäristöjärjestelmä	9
2.3	Sähköautoilu Suomessa	9
3	TAVOITTEIDEN JA SOVELTAMISALAN MÄÄRITTELY	12
3.1	Tavoite	12
3.2	Soveltamisala	12
3.3	Rajoitukset	14
3.4	Lähtötietojen laatuvaatimukset	14
4	INVENTAARIOANALYYSI, LCI.....	16
4.1	Tuotteen elinkaari	16
4.2	Tuote	17
4.2.1	Komponentit	18
4.2.2	Materiaalisisältö	18
4.3	Hankinta.....	20
4.3.1	Kuljetukset	20
4.4	Tuotanto	21
4.4.1	Sähkön- ja lämmönkulutus	21
4.4.2	Jätehuolto	23
4.4.3	Pakkaus	24
4.5	Toimitus	24
4.5.1	Kuljetuksen ympäristövaikutukset	25
4.6	Käyttö.....	25
4.6.1	Elinikä	26
4.7	Käytöstä poisto.....	27
4.7.1	Kierrätysaste	27
4.7.2	Kierrätysprosessi	29
4.7.3	Keräys	31
4.7.4	Esikäsittely	32
4.7.5	Jatkokäsittely	32
4.7.6	Hyödyntäminen	33
4.7.7	Loppukäsittely	33
4.7.8	Esimerkki käsittelyprosessista.....	33
4.8	Yhteenveto	34

5	VAIKUTUSARVIOINTI	38
5.1	Vaikutusluokkien valinta	38
5.2	Luokittelu	39
5.3	Vaikutusluokkien loppupisteet.....	40
5.4	Vaikutusluokan indikaattoritulosten laskeminen	40
6	TULOSTEN TULKINTA	42
6.1	Ympäristönäkökohdat	42
6.2	Näkökohtien merkittävyys	42
6.3	Täydellisyyden ja johdonmukaisuuden arviointi	45
6.4	Herkkyystarkastelu	46
6.5	Luotettavuuden arviointi	47
7	JOHTOPÄÄTÖKSET	49
7.1	Lopputulos	49
7.2	Suosituksset	50
	LÄHTEET	52
	LIITTEET	

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön aiheena oli määritellä Satmatic Oy:n tuotteiden merkittävät ympäristönäkökohdat tuotteen koko elinkaaren ajalta SFS-EN ISO 14001 -standardin mukaisesti. Standardin mukaan organisaation on määriteltävä toimintonsa, tuotteidensa ja palveluidensa ympäristönäkökohdat, joita se voi hallita ja joihin se voi vaikuttaa, sekä niihin liittyvät ympäristövaikutukset elinkaarinäkökulmasta tarkastellen (SFS-EN ISO 14001, 16). Elinkaarinäkökulma tai elinkaariajattelu tarkoittaa, että tuotteen ympäristövaikutuksiin lasketaan paitsi suorat vaikutukset, kuten valmistusprosessi, myös epäsuorat vaikutukset tuotteen elinkaaren eri vaiheissa. Tavoite on saada selville tuotteen valmistuksen ja käytön kokonaisvaikutukset (Ympäristöhallinnon www-sivut 2018).

Sekä haitallisia että hyödyllisiä ympäristön muutoksia, jotka seuraavat kokonaan tai osittain ympäristönäkökohdista, kutsutaan ympäristövaikutuksiksi. Ne voivat tapahtua paikallisella, alueellisella tai maailmanlaajuisella tasolla, ja olla luonteeltaan suoria, epäsuoria tai kumulatiivisia. Ympäristönäkökohdilla ja ympäristövaikutuksilla on syy-seuraus -suhde. (SFS-EN ISO 14001, 31.)

Ympäristönäkökohtien määrittämisessä on tarkasteltava elinkaarinäkökulmaa, mikä ei välttämättä tarkoita yksityiskohtaisen elinkaariarvion tekemistä. Niiden elinkaaren vaiheiden huolellinen tarkastelu, johon organisaatiolla on mahdollisuus vaikuttaa tai hallita, on riittävää. (SFS-EN ISO 14001, 31.)

Elinkaariarvio on menetelmä, jolla analysoidaan tuotteen tai palvelun elinkaaren aikaisia ympäristövaikutuksia. Elinkaariarvio toteuttamista varten on laadittu ISO 14040 -sarjan standardit. (Ympäristöhallinnon www-sivut.) Elinkaariarviointi siis käsittelee tuotteen ympäristönäkökohtia ja potentiaalisia ympäristövaikutuksia koko sen elinkaaren ajalta hankinnasta tuotantoon, käyttöön, käytöstä poistoon, kierrätykseen ja jätteen loppusijoitukseen (SFS-EN ISO 14044:2006, 7).

Elinkaariarviot voivat olla laajuudeltaan ja tarkkuudeltaan hyvinkin vaihtelevia. Mitä tarkemman selvityksen haluaa tehdä, usein myös työmäärä kasvaa sen mukana.

Yksityiskohtaisten elinkaariarviointien sijaan voidaan tehdä myös yksinkertaistettu elinkaariarviointi, jossa tarkastellaan jotain tiettyä päästöä tai rajattua tuotejärjestelmäosaa (Ympäristöhallinnon [www-sivut](#) 2018). Tämän opinnäytetyön tarkoituksena ei kuitenkaan ole saada tarkkoja lukuja jokaisesta vaiheesta ja yksikköprosessista, vaan hyvä yleiskäsitys siitä, millaisia ympäristövaikutuksia tuotteen eri elinkaaren vaiheissa ylipäätään on.

Ympäristönäkökohtien määrittämiseksi Satmatic Oy:n tuoteryhmästä latausasemat päätettiin tehdä karkean tason elinkaariarvio. Latausasemien ja piharasioiden osuus vuonna 2017 Ulvilassa valmistetuista tuotteista oli noin 50 %. Satmatic Oy:n myymät latausasemat suunnitellaan ja valmistetaan Ulvilassa ja malleja on useita. Rakenteeltaan ne ovat kuitenkin hyvin samankaltaisia ja koostuvat pääosin samoista komponenteista. Näin ollen myös niiden ympäristövaikutukset ovat samanlaisia.

2 YMPÄRISTÖJÄRJESTELMÄ

2.1 Yritysesittely

Satmatic Oy on vuonna 1988 perustettu ulvilalainen yritys, joka on yksi Suomen johtavista sähkö- ja automaatiotekniikan rakentajista. Ulvilan lisäksi toinen toimipiste on Keravalla ja Satmaticiin kuuluu myös Kurikassa toimiva muuntamovalmistaja Finnkumu Oy. Satmatic on osa pörssiyhtiö AS Harju Elekteriä. Satmatic Oy:llä on sertifikaatit ISO 9001 laadunhallintajärjestelmästä ja ISO 14001 ympäristönhallintajärjestelmästä. (Satmatic Oy www-sivut 2018.)

Satmatic on myös Satahima -kohti hiilineutraalia Satakuntaa -hankkeen myötä tehnyt ilmastositoumuksen, joka on osa ilmastokumppanuutta. Ilmastokumppanuus -logo on esitelty kuvassa 1. Sen tavoitteena on vähentää hiilidioksidipäästöjä. Omalta osaltaan Satmatic on myös pyrkinyt kattamaan osan toimipisteidensä sähkönkulutuksesta omilla aurinkosähköjärjestelmillään (Kuva 2).



Kuva 1. Ilmastokumppanuus -logo (Satakuntaliiton www-sivut 2018).



Kuva 2. Aurinkopaneeleita Satmaticin katolla (Satmatic Oy 2018).

2.2 Ympäristöjärjestelmä

SFS-EN ISO 14001 -ympäristöjärjestelmän tarkoituksena on tarjota organisaatiolle viitekehys ympäristönsuojeluun ja muuttuviin ympäristöolosuhteisiin reagoimiseen. Siinä määritellään vaatimuksia, joita noudattamalla organisaatio voi saavuttaa sen ympäristöjärjestelmälleen asettamat halutut tulokset. (SFS-EN ISO 14001, 5.)

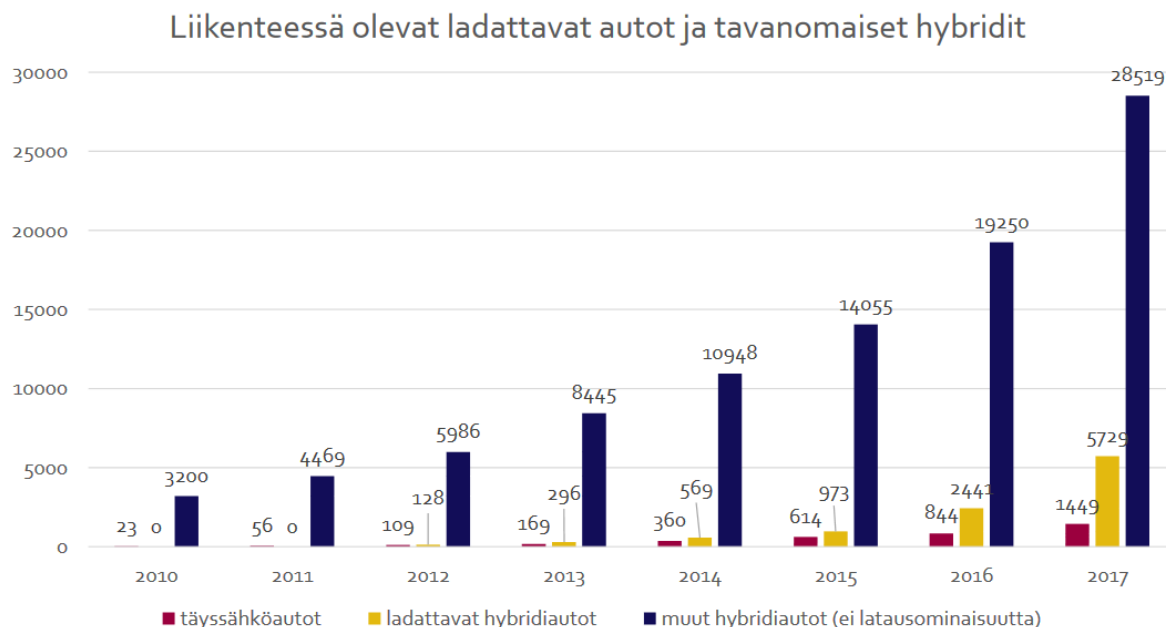
ISO 14001 standardin mukaan organisaation on luotava ja otettava käyttöön ympäristöjärjestelmä, johon sisältyvät tarvittavat prosessit ja niiden väliset vaikutukset. Organisaation on lisäksi ylläpidettävä ja parannettava ympäristöjärjestelmäänsä jatkuvasti standardin vaatimusten mukaisesti saavuttaakseen halutut tulokset, joihin kuuluu myös ympäristönsuojelun tason parantaminen. Organisaation on määriteltävä toimintojensa, tuotteidensa ja palveluidensa ympäristönäkökohdat, joita se voi hallita ja joihin se voi vaikuttaa, sekä niihin liittyvät ympäristövaikutukset elinkaarinäkökulmasta tarkastellen. Organisaation on lisäksi määriteltävä ne ympäristönäkökohdat, joilla on tai voi olla merkittäviä ympäristövaikutuksia. (SFS-EN ISO 14001, 14 - 16.)

Standardin vaatimusten täyttämiseksi, päätettiin määrittää Satmatic Oy:n tuotteiden ympäristönäkökohdat tuotteen koko elinkaaren ajalta sekä määritellä kriteerit ympäristönäkökohtien vaikuttavuuden arvioimiseksi. Tämän selvittämiseksi päätettiin suorittaa karkean tason elinkaariarvio, jotta saataisiin hyvä kuva tuotteiden ympäristövaikutuksista. Nämä ympäristövaikutukset luokiteltiin ja pisteytettiin niiden merkittävyyden, todennäköisyyden ja yrityksen vaikutusmahdollisuuksien mukaan, josta saatiin tuotteen ympäristönäkökohdat. Tuotteista valittiin latausasemat elinkaariarvion kohteeksi, sillä ne valmistetaan hyvin yhdenmukaisesti Satmaticin omissa tuotantotiloissa. Latausasemia valittiin edustamaan yksi suosittu malli 8MMO4101L, josta saatujen tulosten pohjalta määriteltäviä ympäristönäkökohtia sovelletaan yleisesti yrityksen latausasemat -tuotekategoriaan.

2.3 Sähköautoilu Suomessa

Koska sähköautojen ja ladattavien hybridien kanta kasvaa vuosittain, myös kysyntä latausasemille lisääntyy. Alla olevasta kuvasta 3 nähdään, että määrät ovat kasvaneet voimakkaasti vuosittain. Tosin eniten on kasvanut sellaisten hybridien määrä, joissa ei

ole latausominaisuutta. Kuitenkin myös ladattavien hybridien määrä on yli kaksinkertaistunut ja täyssähköautojenkin määrä lähes tuplaantunut vuosien 2016 ja 2017 välillä.



Kuva 3. Liikenteessä olevat ladattavat autot ja tavalliset hybridit (Peltola 2018, 11)

Sähköautoa voi myös ladata kotitalouksissa pistorasiasta, mikä on niin sanottua hidaslatausta. Tällöin pitää kuitenkin pistorasian täyttää turvallisuusvaatimukset, eikä pitkäaikaiseen lataukseen saisi käyttää yli 8 ampeerin latausvirtaa tulipaloriskin vuoksi. Lataustapaan vaikuttaa myös käyttökohde. Kotitalouksissa ja työpaikoilla riittää usein peruslataus, koska auto voi olla latauksessa pidemmän aikaa. Tällöin lataus vie noin 5,5 tuntia 16 ampeerin virralla, kun auton kulutus on 20 kWh / 100 km ja ajettava matka on 100 km. Latausasemat ovat lisääntyneet myös julkisilla paikoilla, jossa kuka tahansa voi käyttää niitä. Tällöin latausaika saa olla mielellään lyhyempi. Motivan mukaan kolmivaihevirralla vastaava lataus vie noin tunnin. Pikalataus, jossa latausteho on 50 kWh, aikaa kuluu noin puoli tuntia. 8 ampeerin virralla hidaslatauksessa, joka voi tapahtua lämmitystolpasta tai pistorasiasta, vastaava lataus veisi noin 11 tuntia. Lisäksi tämän tyyppinen lataus on suositeltua vain tilapäiseen lataukseen. (Peltola 2018, 23 – 25.)

Nimenomaan sähköautojen ja ladattavien hybridiautojen lataukseen niin kotitalouksissa kuin muissakin kiinteistöissä tarkoitettuja latausasemia voidaan luokitella mm.

latausnopeuden perusteella. Alla olevassa taulukossa 1 on esitelty kotitalouksien latausvaihtoehtoja nopeuden mukaan.

Taulukko 1. Sähköautojen latausvaihtoehtoja (Peltola 2018, 22).

Lataustapa	Kytkeä sähköverkkoon	Latausvirta ja -teho	
	Latauskaapelin kytkentätapa	Virta A	Teho kW
Peruslataus (lataustapa 3, Mode 3), kotilatausasemat	Verkko: kiinteä latauskaapeli Auto: Type 1 -pistoke	1 x 16 A	3,6
	Verkko: kiinteä latauskaapeli Auto: Type 2 -pistoke	1 x 16 A – 3 x 32 A	3,6–22
	Verkko: erillinen latauskaapeli Auto: joko pistorasiaan (Type 2) (rasiemallinen latausasema)	1 x 16 A (Type 1)	3,6
		1 x 16 A – 3 x 32 A (Type 2)	3,6–22
Hidaslataus (Lataustapa 2, Mode 2, tilapäinen lataus)	Latauskaapeli pistorasiaan (kaapelissa latausvirtaa rajoittava ohjainyksikkö) - Autossa Type 1 tai Type 2	1 x 6-10 A	1,3–2,3
		max. 1 x 8 A (suositus)	1,8

3 TAVOITTEIDEN JA SOVELTAMISALAN MÄÄRITTELY

3.1 Tavoite

SFS-EN ISO 14044:2006 on standardi ympäristöasioiden hallinnasta ja elinkaariarvioinnista. Sen mukaan elinkaariarviolle on määriteltävä tavoite ja soveltamisala (SFS-EN ISO 14044:2006, 15). Tämän elinkaariarvion aiottu käyttötarkoitus on yrityksen omaan käyttöön, sen ympäristöjärjestelmän täydentämiseksi. Selvitys tehdään tuotteen elinkaaren vaiheiden ympäristönäkökohtien määrittämiseksi sekä niiden merkittävyyden arvioimiseksi. Tuloksia ei sellaisenaan ole tarkoitus käyttää julkisesti.

3.2 Soveltamisala

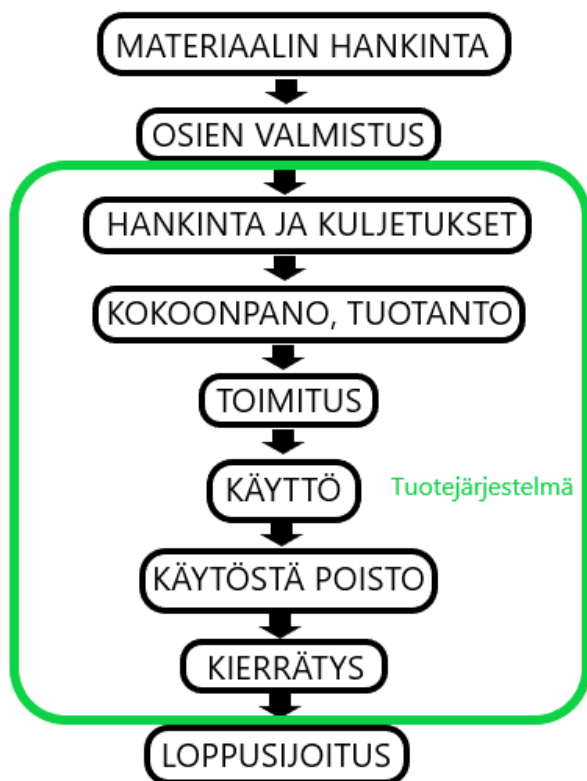
Tutkittava tuotejärjestelmä käsittää latausasemat -tuoteryhmään kuuluvan latausaseman 8MMO4101L raaka-aine- ja komponenttihankinnan, kokoonpanon tuotannossa ja siitä syntyvän jätteen käsittelyn, tuotteen pakkauksen ja toimituksen asiakkaalle, käytön, arvioitun eliniän ja käytöstä poiston kierrätyksineen.

Tuotejärjestelmän toiminnot ovat:

- a) komponenttien ja materiaalien kuljetus,
- b) kokoonpano Ulvilan tehtaassa,
- c) pakkaus ja toimitus asiakkaalle,
- d) käyttö sekä
- e) käytöstä poisto, kierrätys.

Järjestelmä rajautuu alkupäästä hankintaan niin, että huomioidaan komponenttien kuljetus ja toimittajien ympäristöasioiden hallinnan taso, kuten voimassaolevat sertifikaatit. Komponenttien materiaalisisältöön ei perehdytä sen tarkemmin kuin päämateriaaliin, jotta saadaan käsitys materiaalin kulutuksesta. Loppupäästä järjestelmä rajautuu tuotteen käytöstä poistoon siltä osin, että selvitetään sen kierrätys- ja uudelleenkäyttömahdollisuuksia, mutta ei kierrätykseen viemisen kuljetusmatkaa, joka vaihtelee kohteesta riippuen, tai loppusijoitusta. Kuitenkin kierrätyspisteestä esikäsittelylaitokselle

kuljettaminen ja murskaimen käytön ympäristövaikutukset huomioidaan. Alla olevassa kuvassa 4 on esitetty tämän elinkaariarvion tuotejärjestelmä.



Kuva 4. Tuotejärjestelmä.

Toiminnallinen yksikkö tässä arvioinnissa on yksi latausasema (8MMO4101L), joka on massaltaan seitsemän kilogrammaa pakkauksineen. (SFS-EN ISO 14044:2006, 15.)

Muiden tuotejärjestelmien kanssa latausasemalla on yhteisiä prosesseja, kuten ainakin lämmitys, sähkönkulutus ja jätehuolto. Allokointi eli kohdentaminen (SFS-EN ISO 14044:2016, 23) tehtiin fysikaalisin suhtein. Yhden latausaseman suhde kaikkiin Ulvilassa valmistettuihin tuotteisiin vuonna 2017 toimi kertoimena, kun laskettiin yhden latausaseman osuutta vuonna 2017 kulutetusta sähköstä, lämmöstä ja syntyneestä jätteestä niiden jättejakeiden osalta, jotka koskevat latausasemia.

3.3 Rajoitukset

Latausasema kootaan Satmatic Oy:n tuotannossa pääosin valmiista komponenteista, jotka eri yritykset toimittavat. Koska osa yrityksistä on tilannut tai valmistuttanut komponentit toisaalla, on komponenttien raaka-aineiden hankinta ja valmistus sekä aiemmat kuljetusmatkat jätetty tarkastelun ulkopuolelle. Näin vältetään elinkaariarvion liialliselta paisumiselta asiassa, johon Satmatic Oy:llä on joko hyvin vähän tai ei ollenkaan mahdollisuutta vaikuttaa. Tämän sijaan tarkastellaan toimittajien ympäristöhallinnan tasoa. Järjestelmä alkaa komponenttien ja muiden materiaalien toimittamisesta Satmatic Oy:lle, mutta oleelliseen materiaalisältöön tehdään katsaus. Latausasemat toimitetaan pääosin sähkötukkuihin, jotka hoitavat jakelun asiakkaille. Koska sähkötukkujen varastointiin ja kuljetukseen Satmatic Oy:llä ei ole vaikutusmahdollisuuksia, ja kuljetusmatkat vaihtelevat paljon toimituskohteesta riippuen, jätetään myös tämä vaihe tarkastelun ulkopuolelle ja keskitytään toimituksen osalta vain kuljetukseen Satmatic Oy:n Ulvilan toimipisteestä sähkötukkuihin. Tällä on vaikutusta inventaarioanalyysin tuloksiin, mutta se ei vaikuta oleellisesti tuotteen merkittäviin ympäristönäkökohtiin.

Myös viimeisen vaiheen, eli käytöstä poiston, loppusijoitus jätettiin tarkastelun ulkopuolelle, sillä ei ole luotettavaa tietoa siitä, minkä verran latausasemasta mahdollisesti päätyisi loppusijoitukseen. Tuote on täysin mahdollista käytöstä poiston jälkeen kunnostaa ja uusia tarvittavat komponentit, jolloin se voisi myös palata takaisin käyttöön. Loppusijoitus käydään kuitenkin vaiheena läpi.

3.4 Lähtötietojen laatuvaatimukset

Lähtötiedot ovat pääosin peräisin Satmatic Oy:n omasta järjestelmästä, Oscar Pro:sta sekä yrityksen tarjoamasta tilastosta sähkön ja lämmön kulutuksesta sekä jätteen määrästä, joissa tiedon tarjoaa palveluntarjoaja. Mittausajanjakso on vuosi 2017. Tuotteiden osalta vuonna 2017 tilatut 8MMO4101L -latausasemat, jotka on toimitettu ja laskutettu. Alueellisesti lähtötiedot kattavat Satmatic Oy:n Ulvilan toimipisteen ja sinne saapuvat sekä sieltä lähtevät tuotteet.

Päästölaskelmissa lähtötiedot tulevat Suomen ympäristökeskuksen Y-Hiilari -laskentataulukosta sekä alan kirjallisuudesta sekä erilaisista tilastoista, kuten VTT:n LIPASTO -tietokanta ja Tilastokeskuksen polttoaineluokitus. Y-Hiilari -työkalun on kehittänyt Anniina Kontiokorpi osana diplomityötään ”Energia- ja ilmastotoimenpiteiden käynnistäminen pk-yrityksissä”. Se on tehty Suomen ympäristökeskuksen Kohti hiilineutraalia kuntaa (HINKU) -hanketta varten. Y-hiilarin voi ladata maksutta käyttöönsä ympäristökeskuksen verkkosivuilta. Sen avulla voi laskea yrityksen kasvi-huonekaasupäästöjä mm. jätehuollon, liikematkustamisen, energiankulutuksen ja kuljetusten osalta. (Suomen ympäristökeskus [www-sivut](http://www.syk.fi) 2018.)

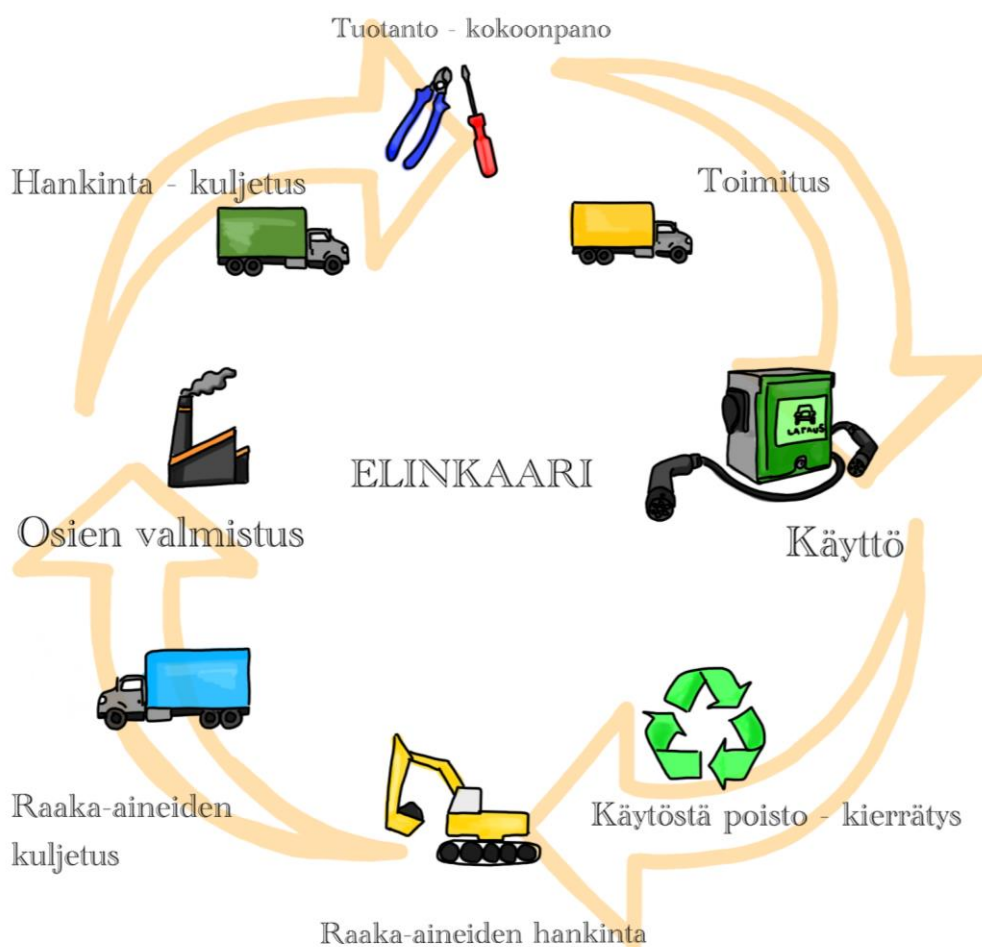
Joitakin olettamuksia on jouduttu tekemään laskentavaiheessa. Esimerkiksi sähkönkulutuksen jakautuminen eri tuotteita tehdessä ei ole tasaista, mutta se on kuitenkin ositettu tasan jokaisen tuotteen kesken. Tähän päädyttiin siitä syystä, että kohdentaminen ja kunkin prosessin todellisen kulutuksen tarkka mittaaminen olisi ollut liian vaikeaa. Oletus jouduttiin myös tekemään latausaseman eliniästä, koska kyseessä on sen verran uusi tuote, ettei todellisesta eliniästä ole vielä käytännön kokemuksia. Lisäksi tulevaisuuden tuomat muutokset lataustekniikassa ovat vaikeasti ennustettavissa, joten nykyisten latausasemien mahdollisuuksia päivittyä tai pysyä kilpailukykyisinä tulevaisuudessa, on vaikea arvioida luotettavasti. Elinikää määrittäessä tyydyttiin siis karkeisiin arvioihin, johon osaltaan vaikutti myös useiden komponenttien määritellyt turvalliset käyttöiät.

4 INVENTAARIOANALYYSI, LCI

4.1 Tuotteen elinkaari

Elinkaari on tuotejärjestelmän perättäiset tai vuorovaikutteiset vaiheet raaka-aineiden hankinnasta tai tuottamisesta luonnonvaroista loppusijoitukseen (SFS-EN ISO 14044:2006, 9). Tuotteen elinkaaren osalta pyrittiin määrittelemään seuraavat asiat:

- energian ja veden kulutus
- jätteen synty ja jättemäärät
- hankinnat ja materiaalinkulutus
- kuljetukset



Kuva 5. Tuotteen elinkaari.

4.2 Tuote

Latausasema 8MMO4101L (Kuva 6). on sekä täyssähköautoille että hybrideille tarkoitettu latausasema, joka sopii asennettavaksi esimerkiksi asuintalon yhteyteen, parkkihalleihin tai työpaikoille.



Kuva 6. 8MMO4101L tuotekuva (Satmatic www-sivut 2018).

Tuotekoodi:	8MMO4101L
Mitat:	188,2x222,6x160
Latausteho kW:	3.6
Latausliittimien määrä:	1
Paino:	7
Snro:	3408527
Kotelointiluokka:	IP 44
Latausliitäntä:	Type 2 pistoke
Asennus:	Pylväs/Seinä
Vikavirta (RCD):	B-tyyppi
Latausvirta:	16
Vaiheet:	1

Kuva 7. Tekniset tiedot, 8MMO4101L (Satmatic www-sivut 2018).

4.2.1 Komponentit

Latausasema 8MMO4101L koostuu mm. seuraavista komponenteista ja osista: muovikotelo, teräksiset asennus- ja etulevyt sekä DIN-kisko, energiamittari, latauskontrolleri, vikavirtasuojakytkin, välirele, johdonsuojakatkaisijat, johtimet, kytkentälaatta, pistoliittimet, latauspistorasia ja pistokeosat. Malli on sellainen, jossa ei ole kiinteää latauskaapelia, vaan siihen liitetään oma irtokaapeli. Tuotteeseen kiinnitetään myös erilaisia ohje- ja varoitustarroja. Tuote on mahdollista asentaa metallitolppaan tai seinään seinäkiinnikkeillä, jotka eivät sisälly itse tuotteeseen, eivätkä myöskään tähän tarkasteluun. Ne on ostettavissa erikseen halutun kiinnitystavan mukaan.

4.2.2 Materiaalisisältö

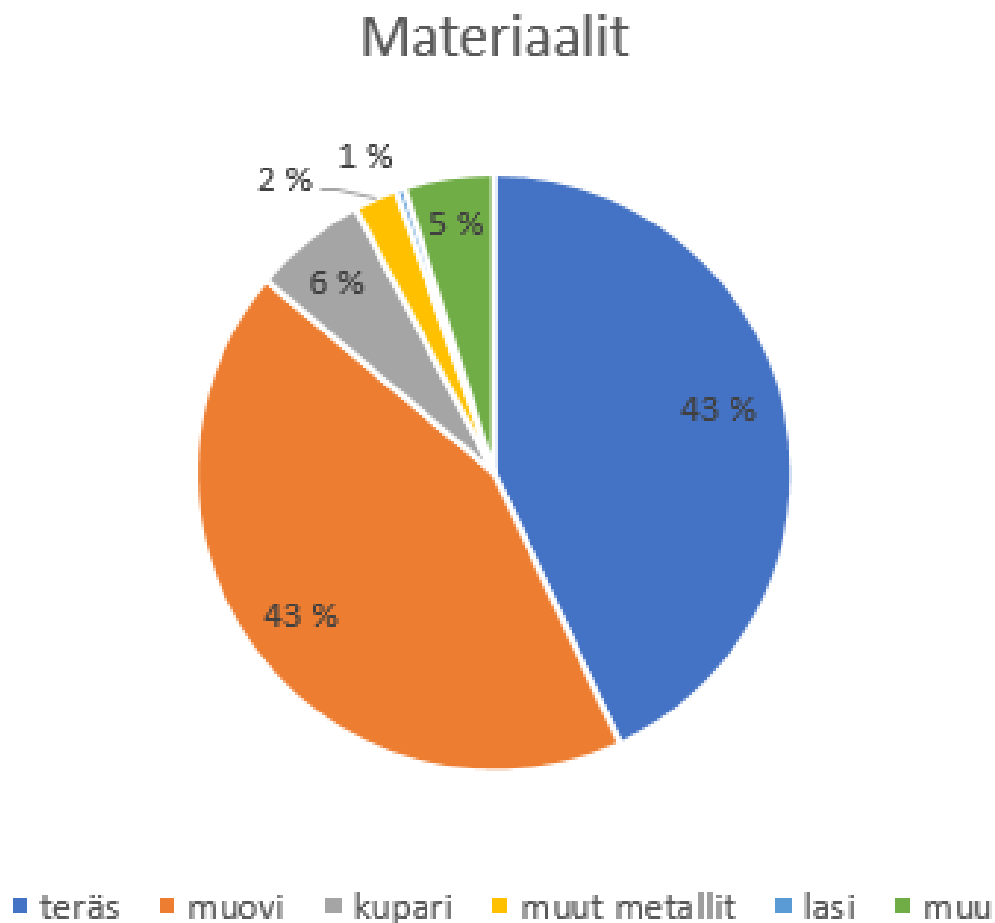
Latausasema sisältää useamman sähköteknisen komponentin, jotka sisältävät muovi- ja metalliosia. Myös muut latausaseman osat sisältävät erityyppisiä muoveja, joista isoin osuus muodostuu muovikotelosta, sekä metallia. Jotkin komponentit sisältävät pieniä määriä lyijyä, joka luokitellaan terveydelle haitalliseksi aineeksi (Työterveyslaitos 2016, 3). Latausasema on kokonaisuutena SER-jätettä sen sisältämien johtimien ja komponenttien vuoksi. Alla olevassa taulukossa 2 on eritelty osat ja niiden pääasiallinen materiaaliluokka.

Taulukko 2. Latausaseman komponentit ja osat.

KOMPONENTTI tai OSA	MATERIAALI
johdonsuojakatkaisijat 2 kpl	metallit, muovi
vikavirtasuojakytkin	metallit, muovi
energiamittari	metallit, muovi
välirele	metallit, muovi
kytkentälaatta	metallit, muovi
johtimet	metalli (kupari), muovi
metallilevyt ja DIN-kisko	metalli (teräs)
pistoliittimet 2 kpl	metallit, muovi
latauskontrolleri	metallit, muovi
muovikotelo	muovi

lukko	metalli (teräs)
latauspistorasia	metalli, muovi
pistokeosat	metalli, muovi
tiivistekumi	kumi
tarrat	paperi

Kuvassa 8 on esitetty materiaalien jakautumista. Suurin osa latausaseman materiaalista on terästä (43%) ja muovista (43%). Tämän lisäksi on myös kuparia noin kuusi prosenttia ja muita metalleja noin kaksi prosenttia. Muita metalleja ovat mm. hopea, alumiini, messinki ja kulta. Muihin materiaaleihin, joita on viisi prosenttia, kuuluvat mm. kumi ja paperi.



Kuva 8. Materiaalijakauma.

4.3 Hankinta

Komponenttien ja osien toimittajista suurella osalla on sertifikaatti joko laadunhallinnasta (ISO 9001) tai sekä laadun- että ympäristöhallintajärjestelmästä (ISO 14001). Ympäristöhallintajärjestelmän sertifioineita toimittajia oli 58 %. Toimittajia, joilla ei ollut verkkosivuillaan ilmoitettu olemassa olevia sertifikaatteja oli 33 %. Lisäksi kolmasosa toimittajista sijaitsee Satmatic Oy:n Ulvilan toimipisteen lähialueella, alle 80 km etäisyydellä. Hankinnassa pyritään käyttämään tunnettujen valmistajien tuotteita, jotka on todettu laadukkaiksi ja joihin on hyvä tuotetuki saatavilla.

4.3.1 Kuljetukset

Alla olevassa taulukossa on eriteltynä hankinnan CO₂ -päästöjä. Huomattava on, että yksi osa latausasemaan hankitaan Suomen ulkopuolelta, ja osa kuljetuksesta tapahtuu lentokoneella. Tämän yhden osan lentokuljetuksen osuus hankinnan päästöistä on 74 %. Jos kyseinen osa, eli latausaseman lukko avaimineen hankittaisiin Suomesta, hankinnan päästöt voisivat jäädä alle 70 grammaan hiilidioksidiekvivalenttia yhtä latausasemaa kohden. Kuljetuksen päästöt on laskettu Syke Y-HIILARI -laskentataulukolla, tulokset on koottu taulukkoon 3.

Taulukko 3. Hankinnan päästöt (Syke Y-HIILARI 2013)

Maantiekuljetus	Hankinta, tonnikm yht.	CO ₂ -ekv ^{täysi} (kg/tkm)	Yht. kg CO ₂ -ekv
Pakettiauto	0,141	0,207	0,029
Jakelukuorma-auto (15t)	0,234	0,0662	0,016
Puoliperävaunuyhdistelmät*	0,470	0,044	0,021
Perävaunullinen yhdistelmä*	0,032	0,034	0,001
Lentokuljetus, lyhyt ulkomaa	0,135	1,416	0,191
Yhteensä			0,258
*oletus: maantieajoa täysillä kuormilla			

4.4 Tuotanto

Latausaseman valmistus tehdään suurimmaksi osaksi käsityönä. Yhden latausaseman kokoaminen voi viedä muutamasta tunnista koko työpäivään yhdeltä työntekijältä. Sen kokoamisessa käytetään lähinnä sähkökäyttöisiä pientyökaluja ja johtimien katkaisuun johdinkonetta. Kokoonpanossa kuluu vain sähkö- ja lämpöenergiaa, sekä syntyy jätettä ylimääräisten johtimien ja osien pakkausmateriaalien muodossa. (Nurmi haastattelu 31.5.2018.)

4.4.1 Sähkön- ja lämmönkulutus

Ostetun sähkön kulutus vuonna 2017 oli 355,8 MWh. Tämän lisäksi Satmaticilla on 32 kW aurinkosähköjärjestelmä Ulvilan toimipisteessään, jonka tuotto vuonna 2017 oli 25,5 MWh. Oletuksena oli, että tuotettu sähkö meni kokonaan omaan käyttöön, sillä tuotto on suurinta päiväaikaan, jolloin myös kulutus on suurinta. Tietysti viikonloppuna ei sähköä kulu esimerkiksi valaistukseen tai koneiden käyttöön ollenkaan.

Sähkö ostetaan Lammaisten Energia Oy:ltä, joka tarjoaa myös tiedot sähkönkulutuksesta ja sähköntuotannon jakautumisesta. Hiilidioksidipäästöjen kertoimet on saatu Tilastokeskuksen polttoaineluokitus 2018 -taulukosta. Vuoden 2017 kokonaishiilidioksidipäästöt on jaettu kaikkien sinä vuonna Ulvilassa valmistettujen tuotteiden kesken, vaikka eri tuotejärjestelmät eivät välttämättä kuluta keskenään yhtä paljon sähköä. Kuitenkin suurimmat yksittäiset sähkönkuluttajat ovat valaistus ja ilmastointi, jotka jakautuvat tasan kaiken toiminnan kesken, joten erot jäävät loppujen lopuksi vähäisiksi. Alla olevassa taulukossa 4 on eritelty sähkönkulutuksen päästöt. Aurinkosähkö on päästötöntä, joten sen osuutta tässä ei huomioitu.

Taulukko 4. Sähkön kulutuksen päästöt.

ostettu sähkö kWh	sähkön-tuotannon jakautuminen	%	sähkö, kWh	ominaispäästökerroin CO ₂ kg /kWh	CO ₂ -ekv. -päästöt	lataus-asema, CO ₂ -ekv. -päästöt kg
355836	fossiiliset ja turve	42,9	152653,6	0,0287	4381,16	
	uusiutuvat energialähteet	17,7	62982,9	0,0304	1914,68	
	ydinvoima	39,4	140199	0	0	
	yhteensä			0,059	6295,84	0,232

Satmatic Oy:n Ulvilan toimipiste lämmitetään kaukolämmöllä, joka ostetaan Ulvilan Lämpö Oy:ltä. Pori Energia toimittaa lämmön. Pori Energian erittely polttoainejakumasta näkyy alla olevassa kuvassa 9 Pori Energia on kuitenkin laskenut jo valmiiksi tuottamansa lämmön hiilidioksidipäästöt, jotka olivat vuonna 2013 178 g/CO₂/kWh (Pori Energia Oy www-sivut 2018). Taulukossa 5 on laskettu yhden latausaseman osuus lämmön hiilidioksidipäästöistä.

Käytetyt polttoaineet (GWh)	2017	2016
Voimalaitokset		
Turve	492	505
Puu	1028	713
Hiili	35	42
Kierrätyspolttoaineet	61	50
Peltopolttoaineet	0	0
Muut (RH-tehdas)	7	64
Öljy	22	24
LNG	61	8
Yhteensä	1706	1436
Lämpökeskukset		
Öljy	11	22
Sähkö	0	0
Puu	36	35
Turve	0	0
Yhteensä	48	57

Kuva 9. Käytetyt polttoaineet. (Pori Energia Oy toimintakertomus 2017)

Taulukko 5. Kaukolämmön hiilidioksidipäästöt.

Kaukolämmön kulutus 2017 [kWh]	CO ₂ -ekv. - päästöt [kg / kWh]	CO ₂ -ekv. -pääs- töt yht. [kg]	CO ₂ -ekv. -päästöt kg / latausasema
201 370	0,178	35843,86	1,321

4.4.2 Jätehuolto

Satmaticissa on vuonna 2017 tehty hiilijalanjälkilaskenta, jonka yhteydessä myös jätteen käsittelyn ja kuljetuksen aiheuttamat päästöt laskettiin vuoden 2016 osalta. Päästökertoimet käsitellylle jätteelle on saatu HSY Julia 2030 hankkeen raporteista ja kuljetuksen päästökertoimet VTT:n Lipasto -laskentajärjestelmästä, joiden pohjalta on muodostettu laskentataulukko. Laskentataulukko oli suunniteltu niin, että sitä voisi vuosittaisella tasolla päivittää kyseisen vuoden luvuilla. Alla olevassa taulukossa 6 esitetyt tulokset ovat saatu Satmaticille räätälöidystä jätteen käsittelyn ja kuljetuksen aiheuttamien hiilidioksidiekvivalenttipäästöjen laskentataulukosta vuoden 2017 jättemäärillä. Lisäksi taulukossa on esitetty päästöt vain niiden jätejakeiden osalta, jotka koskevat piharasioiden ja latausasemien tuotannon aikana syntyvää jätettä. Tällainen jäte muodostuu lähinnä hankittujen materiaalien ja komponenttien pakkausmateriaaleista, eli pahvista, styroksista ja muovista. Tarkempi laskentataulukko löytyy liitteistä.

Latausaseman johtimet valmistetaan tuotannossa johdinkoneella erikseen jokaiseen latausasemaan. Toisinaan syntyy hukkaa, mikäli syystä tai toisesta johtimet joudutaan vaihtamaan ja tekemään uusiksi. Tästä syntyvä jäte on käyttökelpoista materiaalia johtimien sisältämän kuparin vuoksi, ja johtimet kerätään talteen ja myydään sellaisenaan eteenpäin.

Taulukko 6. Jättemäärät sekä jätteen käsittelyn ja kuljetuksen päästöt vuonna 2017 (Satmatic Oy 2018).

Jätejae	Tuotettu jättemäärä [t/ vuosi]	Käsitte- lyn tuo- tettu CO ₂ -ekv [kg]	Kuljetuk- sen tuot- tama CO ₂ - ekv [kg]	Käsittely + kuljetus yhteensä CO ₂ -ekv [kg]	Yhden la- tausaseman osuus CO ₂ - ekv -pääs- töistä [kg]
Energia	4,46	2292,44	13,51		
Pahvi	16,5	9075	16,67		
Yht.				11397,62	0,42

4.4.3 Pakkaus

Latausasemat toimitetaan pakattuna pahvilaatikkoon, jonka hankinnan eli kuljetuksen toimittajan toimipisteestä Ulvilaan päästöt on laskettu hankintavaiheessa yhtenä latausasemaan kuuluvana osana. Pahvilaatikko sisältää lisäksi muovivaletta latausaseman suojaksi. Pakkausmateriaalit painavat yhteensä noin 300 g. Pakkaus hävitetään pahvinkeräykseen ja muovit energiajätteenä. Pakkaus sisältää myös aina asennusohjeet.

4.5 Toimitus

Vuonna 2017 8MMO4101L -latausasemaa toimitettiin 12 kpl, kolmeen sähkötukkuun, joihin kuljetusmatka oli keskiarvoisesti noin 177 km.

Kuljetusyhtiöitä, joilta kuljetus tilattiin, oli kaksi. DB Schenker tarjoaa verkkosivullaan ympäristöystävällistä kuljetusta nimellä Eco Solutions, joka antaa asiakkaalle mahdollisuuden kompensoida hiilidioksidipäästöjä koko toimitusketjussa (DB Schenker www-sivut 2018).

4.5.1 Kuljetuksen ympäristövaikutukset

Suomen ympäristökeskuksen Y-HIILARI -laskentataulukon avulla on laskettu kuljetuksen päästöt, jotka on esitetty alla olevassa taulukossa (taulukko 7). Oletuksena tässä oli, että kuorma on kuljetuksessa täysi ja ajettu matka olisi suora reitti Ulvilasta toimintukohteeseen. Todellisuudessa reitti saattaa mutkitella jonkin verran.

Taulukko 7. Kuljetuksen hiilidioksidipäästöt (Syke Y-HIILARI 2013)

Tonnikilometriä (t x km)	CO₂-ekv_(täysi) (kg/tkm) puoliperävaunuyhdistelmät	Yht. kg CO₂-ekv	Yhden latausaseman osuus (kg CO₂-ekv)
12,831	0,044	0,565	0,047

4.6 Käyttö

Loppuasiakas hankkii latausaseman sähkötukulta, johon Satmatic Oy on latausaseman toimittanut. Latausasema vaatii sähköasentajan asennuksen. Käytön hyötysuhteen oletettiin olevan 1, sillä häviöt todettiin hyvin pieniksi. Isompi merkitys on auton omalla laturilla.

Vaikka sähköauton käyttö mielletään ympäristöystävälliseksi tavaksi kulkea, ja sen käyttö on päästöiltään vähäisempää kuin polttomoottoriautojen, on myös sähköauton käytöllä ympäristövaikutuksia. Latausasema ottaa vaihtovirtasähköä, joka auton omalla laturilla muuttuu tasavirraksi. Auton oman laturin hyötysuhde voi vaihdella automerkki ja -mallikohtaisesti. Sähköntuotannosta aiheutuu päästöjä ja sähköntuotantotavalla on merkitystä päästöjen suuruuteen. Tätä ei kuitenkaan huomioida ympäristövaikutuksissa, sillä latausasema vain siirtää sähkön auton käyttöön ja sen häviöt ovat pienet. Sähkön tuotannosta aiheutuneet päästöt eivät siis ole latausaseman ympäristövaikutuksia, vaan sähköautoilun.

Sähköauton latauksesta aiheutuvat hiilidioksidipäästöt ovat huomattavasti esimerkiksi bensa-auton tuottamia päästöjä pienemmät. Alla olevassa taulukossa 8 on vertailtu

näiden hiilidioksidipäästöjä sataa kilometriä kohden. Bensa-auton päästötiedot, ovat Trafin verkkosivuilta, päästöluokka C. Sähköauton sähkönkulutus on Motivan tekniset kysymykset sähköautojen latauksen järjestämisessä -esitelmästä (Peltola 2018).

Taulukko 8. Sähköauton ja bensa-auton päästövertailu.

Sähkö- auto	Sähkönkulutus [kWh /100 km]	Sähköntuotannon ka CO ₂ päästöt [kg /kWh]	CO ₂ -päästöt [kg/ 100 km]	CO ₂ -päästöt [g/km]
	17,5	0,164	2,87	28,7
Bensa- auto		Bensa-auton CO ₂ päästöt [kg /km]	CO ₂ -päästöt [kg/ 100 km]	CO ₂ -päästöt [g/km]
		0,121	12,1	121

On siis huomioitava, että sähkön käytön päästöt riippuvat paljon siitä, millä kyseinen sähkö on tuotettu, jolla latausasemaa käytetään. On olemassa myös täysin tai lähes päästöttömiä sähköntuotannon muotoja, jolloin käytön aikaiset hiilidioksidipäästöt jäisivät olemattomiksi. Puolensa on myös sillä, että latausaseman käyttö sähköauton tai ladattavan hybridin lataamiseen jo itsessään vähentää päästöjä, jotka syntyisivät, jos nämä korvattaisiin perinteisillä polttomoottoriautoilla. Näin myös uusiutumattomien luonnonvarojen käyttö vähenee. Nämä asiat liittyvät kuitenkin itse sähköauton ympäristövaikutuksiin latausaseman ollessa vain käytön mahdollistava välikappale sähköenergian siirrossa.

4.6.1 Elinikä

Komponenttivalmistajien tarjoamien tietojen mukaan, latausasemassa käytettyjen komponenttien turvallinen käyttöikä on vähimmillään kymmenen vuotta. Tämän jälkeen kyseiset komponentit tulisi vaihtaa. Latausasemat ovat kuitenkin voimakkaasti kehittyvää tekniikkaa, jonka vuoksi kymmenen vuoden kuluttua tuote voi olla muutenkin vanhentunut, ja sen käyttäjä haluaa vaihtaa sen uudempaan malliin. Myös tämä seikka tukee kymmenen vuoden elinikäarviota. Laitetta on kuitenkin mahdollista huoltaa ja osia vaihtaa, joten kymmenen vuoden jälkeenkin latausasemaa voisi vielä halutessaan käyttää.

4.7 Käytöstä poisto

Latausasema on toimitettava SER-jätteen keräyspisteeseen. Keräyksen järjestäminen on tuottajan vastuulla käytöstä poistettaville sähkö- ja elektroniikkatuotteille. Myös muut toimijat saavat perustaa rinnakkaisia SER:n keräys- ja vastaanottojärjestelmiä sekä tarjota tähän liittyviä muita palveluja yhteistyössä tuottajan kanssa. (Jätelaki 646/2011, 47-49 §.)

4.7.1 Kierrätysaste

EU:n jätehierarkian mukaan ensisijaisesti on pyrittävä vähentämään sähkö- ja elektroniikkaromun syntyä. Toisena prioriteettina on syntyvän romun uudelleenkäyttö ja jos uudelleenkäyttökään ei ole mahdollista, voidaan hyödyntää materiaalit ja romun energiasisältö. Viimeisenä vaihtoehtona pidetään turvallista loppukäsittelyä. (Ignatius, Myllymaa & Dahlbo 2009, 24.)

Hyödyntämisen tehokkuudessa on eroja eri laiteryhmiä välillä johtuen pääosin laitteiden erilaisista koostumuksista. Taulukossa 9 on esitetty eri luokkien SER-romun hyötykäyttöä uudelleenkäytön, materiaalina ja energiana hyödyntämisen osalta sekä loppukäsittelyn osuutta. Taulukosta on nähtävissä, että uudelleenkäytön osuus on hyvin pieni, mutta luokasta riippuen materiaalina on pystytty hyödyntämään keskimäärin 79 % romusta ja loppukäsittelyn osuus on keskimäärin vain 16 %. (Ignatius ym. 2009, 25.)

SER-jätteen käsittelyn hiilidioksidipäästöjä on hankala laskea, sillä tietoa kaikkien käsittelyvaiheiden energiakulutuksesta ei ole saatavilla. Kuitenkin käsittelyn päästöjä kompensoi myös se, että materiaaleja voidaan hyödyntää ja näin korvata neitseellisten raaka-aineiden käyttöä. Tämä puolestaan vähentää hiilidioksidipäästöjä. (Ignatius ym. 2009, 46.)

Taulukko 9. SER:n hyötykäyttö (Ignatius ym. 2009, 25)

Taulukko 4. SER:n hyötykäyttö Suomessa 2007 (Soveltaen Pirkanmaan ympäristökeskus 2009). Uudelleenkäytöllä tarkoitetaan käyttöä kokonaisena tai osina. Taulukko ei sisällä automaattien osuutta. Tiedot painoprosenteina.

Luokat WEEE-dir. mukaan	Kerätty määrä (t)	Osuus kerätyistä SER:stä (p-%)	Uudelleenkäyttö (p-%)	Materiaalina hyödynnetty (p-%)	Energiana hyödynnetty (p-%)	Varastoitu tai loppukäsitelty (p-%)
1 Suuret kodinkoneet	24 580	51	0	86	5	9
2 Pienet kodinkoneet	1 526	3	1	68	4	28
3 Tieto- ja teletekniset laitteet	10 375	21	2	71	4	23
4 Kuluttajaelektronikka	10 050	21	1	70	4	26
5a Valaistuslaitteet	251	1	2	83	3	13
5b Lamput	898	2	0	94	1	5
6 Sähkö- ja elektroniikkatyökalut	433	1	0	72	3	25
7 Lelut, vapaa-ajan ja urheiluvälineet	22	0	3	69	6	21
8 Lääkinnälliset laitteet	23	0	7	89	0	3
9 Tarkkailu- ja valvontalaitteet	78	0	2	61	9	28
Yhteensä	48 236	99	1	79	4	16

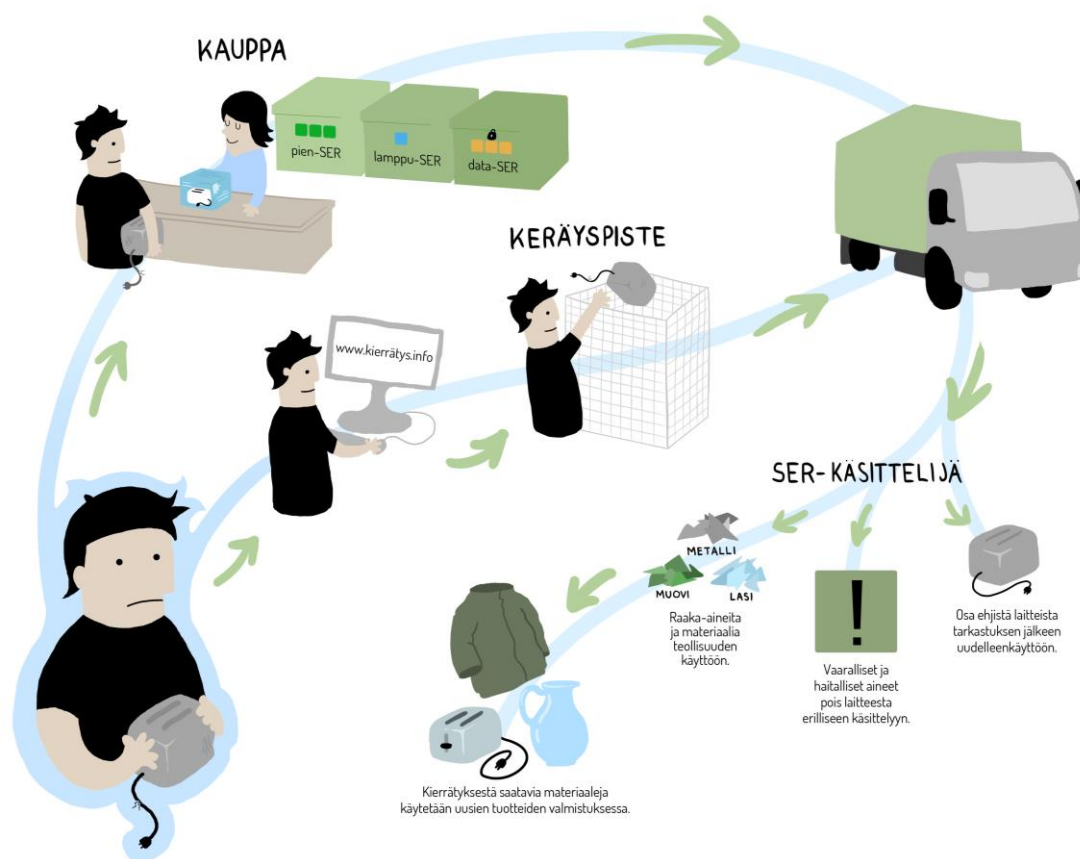
Materiaalina hyödyntämisessä romun sisältämä materiaali otetaan mahdollisimman tarkkaan ja mahdollisimman puhtaana talteen. Ne käytetään uudelleen raaka-aineina jonkin toisen tuotteen valmistuksessa. Käytännössä puhtausvaatimuksista joudutaan tinkimään, jos talteenottoastetta halutaan nostaa, ja toisin päin. Materiaalin ostajan tarpeet määrittelevät pitkälti sen, panostetaanko enemmän määrään vai laatuun. Kuitenkaan parhaimmallaakaan tekniikalla ei voida kaikkea materiaalia saada talteen ja usein tietty tekniikka soveltuu vain tietynlaisen materiaali-jakeen erotteluun. Yleensä valinta siitä, mitä halutaan saada mahdollisimman tarkasti talteen, tehdään metallin ja muovin välillä. Myös epähomogeenisuus, eli esimerkiksi usean eri muovilaadun sisältäminen hankaloittaa materiaalin erottelua. Myös muovien lisäaineet, kuten halogeenit hankaloittavat käsittelyä. Erityisesti bromatut palonestoaineet tuovat haasteita käsittelyyn. Osa bromatuista palonestoaineista luokitellaan ns. POP-yhdisteiksi (persistent organic pollutant). Ne kertyvät eliöihin, kulkeutuvat kauas ja aiheuttavat jo pieninä pitoisuuksina haittaa ympäristölle ja ihmisten terveydelle. (Ignatius ym. 2009, 27; Jätehuolto-yhdistys Ry www-sivut 2018.)

Myös latausasema 8MMO4101L sisältää useita eri muovilaatuja. Metalleista sinkitty teräs muodostaa suurimman osuuden, mutta laite sisältää myös arvokkaita metalleja, kuten johtimien kuparia. Muoviosat ovat halogeenittomia. Muoviosista varsinkin

kotelo, joka on polykarbonaattia, voidaan helposti hyödyntää energiana, sillä se on helposti erotettavissa latausasemasta.

4.7.2 Kierrätysprosessi

Sähkö- ja elektroniikkaromun kierrätys on suhteellisen uusi ala, eikä BAT -ohjeita (Best Available Technology) ole kaikilta osin vielä ehtinyt muodostua. Kaivos- ja merteollisuus on tarjonnut mallin tekniikoille metallin erotteluun ja prosessointiin, mutta muovien käsittelyllä ei ole samanlaisia pitkiä perinteitä. Myös tekniikan nopea kehitys aiheuttaa haasteita prosessoinnille. (Ignatius ym. 2009, 30.)



Kuva 10. SER-romun kiertokulku. (Sähkö- ja elektroniikkalaitetuottajayhteisöjen www-sivut. 2018)

Käsittely voidaan jakaa esikäsittelyvaiheeseen, jatkokäsittelyvaiheeseen, hyödyntämiseen ja loppukäsittelyyn. WEEE-direktiivi määrittää ne ongelmalliset komponentit ja aineet, jotka pitää poistaa laitteesta ja käsitellä asianmukaisella tavalla.

Helposti poistettavia komponentteja ovat mm:

- paristot,
- ulkopuoliset sähkökaapelit,
- kaasupurkauslamput.

Erikoiskäsittelyä vaativia komponentteja ovat mm:

- suuret piirilevyt (yli 10 cm²),
- suuret nestekidenäytöt,
- katodisädeputket,
- täysin tai osittain halogenoidut kloorifluorihiilivedyt (CFC ja HCFC sekä myös fluorihiiilivedyt (HFC) ja hiilivedyt (HC).

Sellaisia komponentteja ja aineita, joita on vaikea havaita ja joita ei voida ilman perusteellista käsittelyä poistaa, ovat mm:

- bromattuja palonestoaineita sisältävät muovit,
- elohopeaa sisältävät komponentit (kuten katkaisimet, taustavalolamput),
- asbesti,
- tulenkestäviä keraamisia kuituja sisältävät komponentit,
- radioaktiivisia aineita sisältävät komponentit,
- vaarallisia aineita sisältävät elektrolyyttikondensaattorit
- polykloorattuja bifenyylejä sisältävät kondensaattorit.

Se, millaisia käsittelyvaiheita tarvitaan ja mitä saadaan otettua talteen, vaihtelee paljon laiteluokasta riippuen. Isot kodinkoneet sisältävät perinteisesti paljon metallia, pienet kodinkoneet hyvin vaihtelevasti eri materiaaleja, mikä on käsittelyprosessin kannalta hankalaa. Latausasema on tässä arviossa sijoitettu pienkodinkoneisiin tai pien-SER:iin kuuluvaksi. Luokkaan kuulu tyypillisesti mm. kahvinkeitin, sähköhammasharjat, leivänpaahdetimet, sähkö- ja elektroniikkalaitteet, hiusten kihartimet ja suoristimet sekä parranajokoneet. Latausasemien koko vaihtelee mallista riippuen, mutta tarkasteltava

yksikkö on pieni ja se sisältää lähes yhtä paljon muovia kuin metalleja. Alla olevassa kuvassa 11 on esitetty, millaisia materiaaleja kyseisestä luokasta saadaan talteen.

(Ignatius ym. 2009, 32; European Recycling Platform www-sivut 2018.)



Kuva 11. Pienielektroniikasta talteen saatavat materiaalit. Vasemmalta lueteltuna kaa-pelit, arvomateriaalit, jätte, yksittäiset komponentit, rautaa sisältävät metallit, muut metallit, muovi. (European Recycling Platform www-sivut 2018.)

4.7.3 Keräys

Yksityinen kuluttaja saa viedä SER-jätteen mihin tahansa keräyspisteeseen maksutta. myös monet sähkölaitteita myyvät liikkeet ottavat tietynkokoisia SER -tuotteita vastaan. SER-keräys Suomessa on järjestetty keräyspisteiden ja keräysautojen avulla. Keräyspisteissä voidaan romu lajitella jakeisiin eri tavoin riippuen tuottajayhteisöstä ja kuljetusyrityksestä sekä myös vastaanottavan esikäsittelylaitoksen tarpeet huomioon. Samankaltaista käsittelyä vaativat romut pyritään lajittelemaan samaan keräysvälineeseen. Esimerkiksi ERP:n (European Recycling Platform) käyttämä perusjako on: kylmälaitteet, metalli-SER, loistelamput, pien-SER. Metall-SER sisältää pääosin suuria kodinkoneita, joiden metallipitoisuus on suuri, mutta myös pienempiä metallipitoisia laitteita, jotka eivät vaadi erikoiskäsittelyä tai sisällä vaarallisia aineita, kuten porakoneita voidaan sisällyttää tähän luokkaan. (Ignatius ym. 2009, 32 – 33; Sähkö- ja elektroniikkalaitetuottajayhteisöjen www-sivut 2018.)

Kuljetuksista vastaavat useimmiten jäteyritykset, jotka laskuttavat kustannukset tuottajayhteisöltä. Kuljetuskustannukset ovat suuri menoerä ja siksi kuljetukset on pyritty mahdollisimman tehokkaasti optimoimaan. Esikäsittely pyritään tekemään mahdollisimman lähellä keräyspaikkaa. Keskimääräinen kuljetusmatka keräyspisteistä esikäsittelyyn on arviolta 145-150 km. Myös kuormakoot optimoidaan ja kontit haetaan niin

täysinä kuin mahdollista. On arvioitu, että kustannuksiltaan tehokkain vaihtoehto olisi konttikuljetukset. Yhteen rekkaan mahtuu kolme konttia, joihin mahtuu 4-5 tonnia romua. Pienempi kontti kuitenkin mahdollistaa tarkemman lajittelun, joten kontin keskipaino on usein välillä 2,6 – 2,8 tonnia. (Ignatius ym. 2009, 33 – 34.)

4.7.4 Esikäsittely

Keräyspisteistä SER kuljetetaan siis esikäsittelyyn, jonka jälkeen hyödynnettävät jakeet on edelleen jatkokäsiteltävä. SER -jätteen jatkokäsittelyyn erikoistuneita laitoksia on huomattavasti vähemmän Suomessa kuin esikäsittelyyn erikoistuneita. Esi- ja jatkokäsittely pyritään tekemään samassa laitoksessa, mikä vähentää kuljetuksen tarvetta ja lisää tehokkuutta. Esikäsittely on kallein ja työläin vaihe prosessissa, sillä se tehdään manuaalisesti. Automatisoinnin mahdollisuuksia tutkitaan jatkuvasti, mutta tämä lisäisi myös prosessin energiankulutusta, joka tällä hetkellä koostuu lähinnä valaistuksesta, lämmityksestä ja piensähkötyökalujen käytöstä. (Ignatius ym. 2009, 34.)

Esikäsittelyssä romusta otetaan talteen uudelleenkäyttöön sopivat komponentit sekä erilliskäsittelyyn menevät osat, kuten ongelmalliset tai arvokkaat komponentit. Laitteet puretaan ja komponentit lajitellaan omiin luokkiinsa jatkokäsittelytarpeen mukaan. Säästävässä purkamisessa (non-destructive disassembly) laitteesta irrotetaan tietyt osat uudelleenkäyttöä varten, kun taas tuhoavassa purkamisessa komponentit irrotetaan materiaalityypeittäin. (Ignatius ym. 2009, 35.)

4.7.5 Jatkokäsittely

Jatkokäsittely koostuu eri osaprosesseista, joissa pyritään saamaan talteen mahdollisimman paljon hyödyntämiskelpoista materiaalia mahdollisimman puhtaina. Osaprosesseja ovat mm. murskaus, mekaaninen erottelu, röntgenerottelu, upotus - kellutus ja sähkönjohtavuuteen perustuva pyörrevirtaerottelu. On myös muita käsittelymenetelmiä, kuten hydro- ja pyrometallurgiset menetelmät, joilla saadaan otettua arvokkaita aineita talteen muusta aineesta. Hydrometallurgisten menetelmien ongelma on myrkyllisten aineiden käyttö ja siitä syntyvän jäteveden puhdistaminen. (Ignatius ym. 2009, 35.)

4.7.6 Hyödyntäminen

SER-romua voidaan hyödyntää joko materiaalina tai energiana. Energiahyödyntämisessä otetaan talteen pääosin muovien sisältämä energia polttamalla. Materiaalit voidaan myös hyödyntää osin uusiomateriaaleina, jolloin ne säästävät neitseellisiä raaka-aineita. Erityisen hyvin voidaan hyödyntää metalleja. Esimerkiksi alumiinin jalostaminen vie paljon energiaa, mutta metalleja voidaan käyttää periaatteessa loputtomiin uudelleen. Karkeasti sanottuna tonni kierrätysrautaa vähentää saman verran hiilidioksidipäästöjä. Myös muovia voidaan erotella eri laatuksena. Tosin SER:n osalta muovin kierrätyksen osuus muovijätteen kokonaismäärästä on ollut vain 12 %. Suomessa muoville ei ole suurta kysyntää. Sitä käytetään lähinnä pakkauksiin, maataloudessa ja maanrakennuksessa sekä myös muussa rakentamisessa ja teollisuudessa. Paljon muovia kuljetetaan myös ulkomaille; eniten Kiinaan, Hongkongiin, Ruotsiin ja Latviaan. Metallin- ja muovifraktion erottelu ei yleensä ole vaikeaa, mutta erottaminen voi nostaa käsittelyn kustannuksia tuntuvasti. (Ignatius ym. 2009, 36; Mustankorkea Oy www-sivut 2018; Eskelinen, Haavisto, Salmenperä & Dahlbo 2016, 29.)

4.7.7 Loppukäsittely

Loppukäsittelyssä pyritään tekemän romu tai osa siitä vaarattomaksi, jotta se voidaan loppusijoittaa. Loppusijoitus voi olla esimerkiksi terminen käsittely eli hävityspoltto ilman energian talteenottoa. (Ignatius ym. 2009, 36.)

4.7.8 Esimerkki käsittelyprosessista

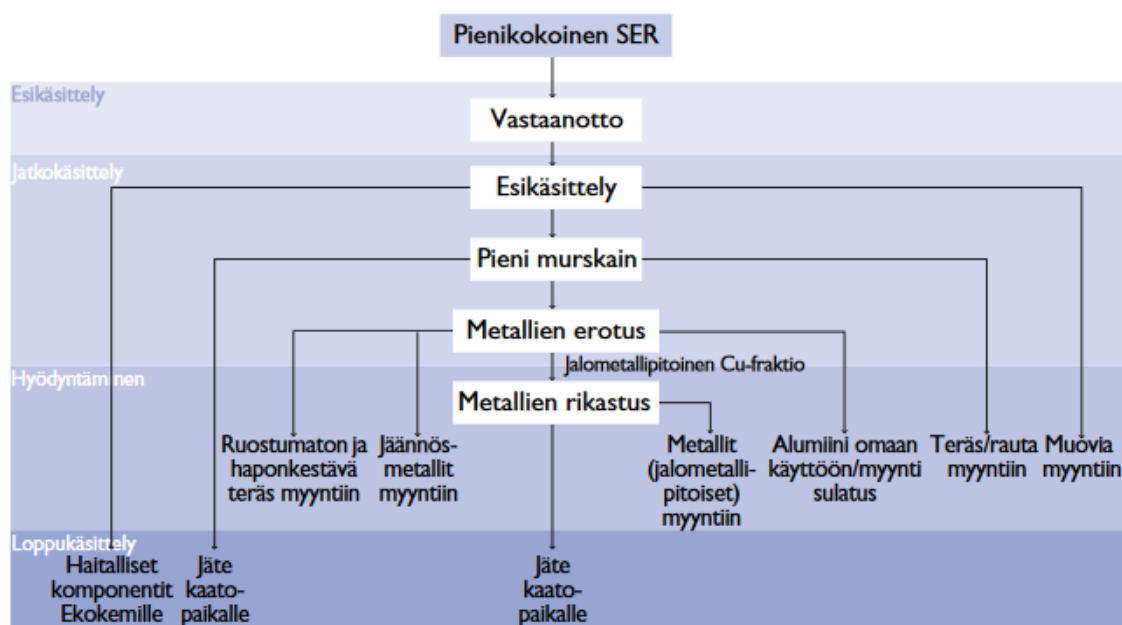
Muu SER -jäte on sekalainen jae laitteita, joille tyypillistä on suuri muovien määrä. Laitteiden käsittelyvaiheet ovat samanlaisia. Prosessissa käytettävän pienen murskaimen energiakulutus on 0,26 GJ/t romua. Piirikortit ja johdot liittimineen irrotetaan ja myydään jalometallien ja kuparin talteenottolaitoksille. Kuvassa 12 on eritelty, mitä piirikorteista saadaan talteen. Latausasemassa on yksi isompi piirikortti ($> 10 \text{ cm}^2$) ja energiamittarin sisällä on toinen pienempi piirikortti. Loput materiaalista murskataan. Metallien erotteluvaiheessa otetaan talteen ruostumaton sekä haponkestävä teräs, jäänösmetalleja (mm. kupari, sinkki) ja alumiini. Alumiini sulatetaan omaan käyttöön tai

myydään. Tämän lisäksi muut metallit myydään eteenpäin. Johtimien sisältämä muovi on usein polyvinyylidikloridia (PVC) ja tämän vuoksi vaikeasti hyödynnettävissä. Siksi se usein päätyy loppusijoitukseen. Alla kuvassa 13 on vielä havainnollistettu pienikokoisen SER-jätteen käsittelyprosessia. (Ignatius ym. 2009, 43 – 44.)

Taulukko 10. Piirikortin koostumus (sisältää komponentit) [p-%] (Goosey ym. 2003 Tohkan ym. 2005 mukaan)

Komponentti	Ei-metallit	Kupari	Juotokset	Rauta	Nikkeli	Hopea	Kulta	Palladium	Muu
Osuus (p-%)	> 70	16	4	3	2	0,05	0,03	0,01	<0,01

Kuva 12. Piirikorttien materiaalin talteenotto (Ignatius ym. 2009, 44).

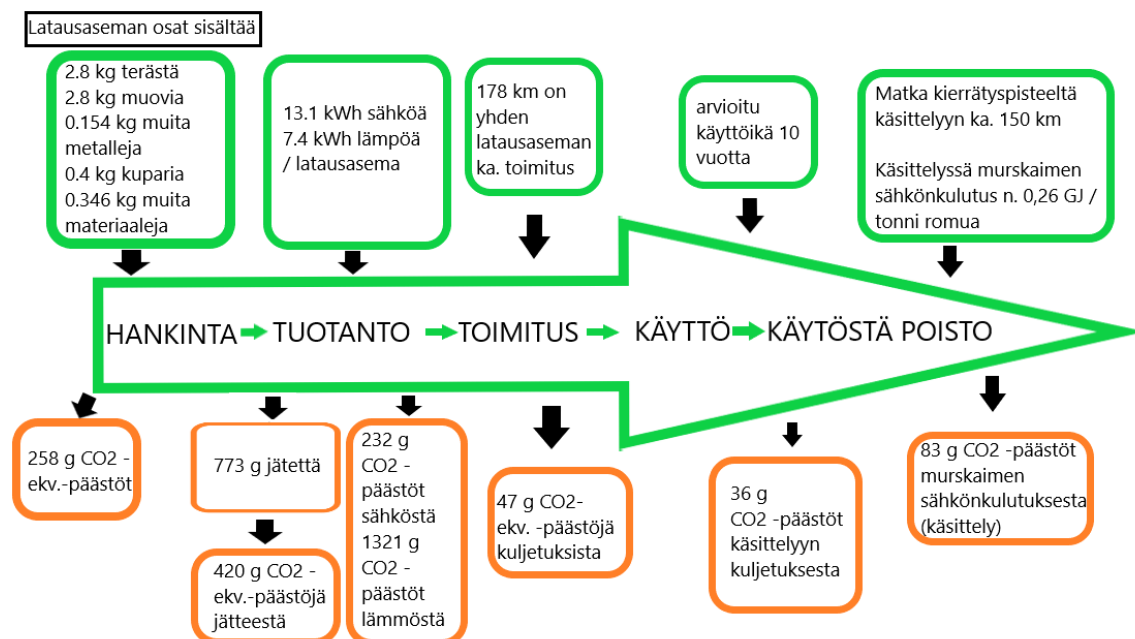


Kuva 15. Pienikokoisen SER:n (muu SER pl. isot kopiokoneet) käsittely Kuusakoski Oy:llä (Vattulainen 2009).

Kuva 13. pien-SER käsittelyprosessi (Ignatius ym. 2009, 44).

4.8 Yhteenveto

Alla olevassa kuvassa 14 on kuvattu latausaseman elinkaaren syötteet ja tuotokset komponenttien ja osien saapumisesta tuotantotiloihin aina käytöstä poistoon.

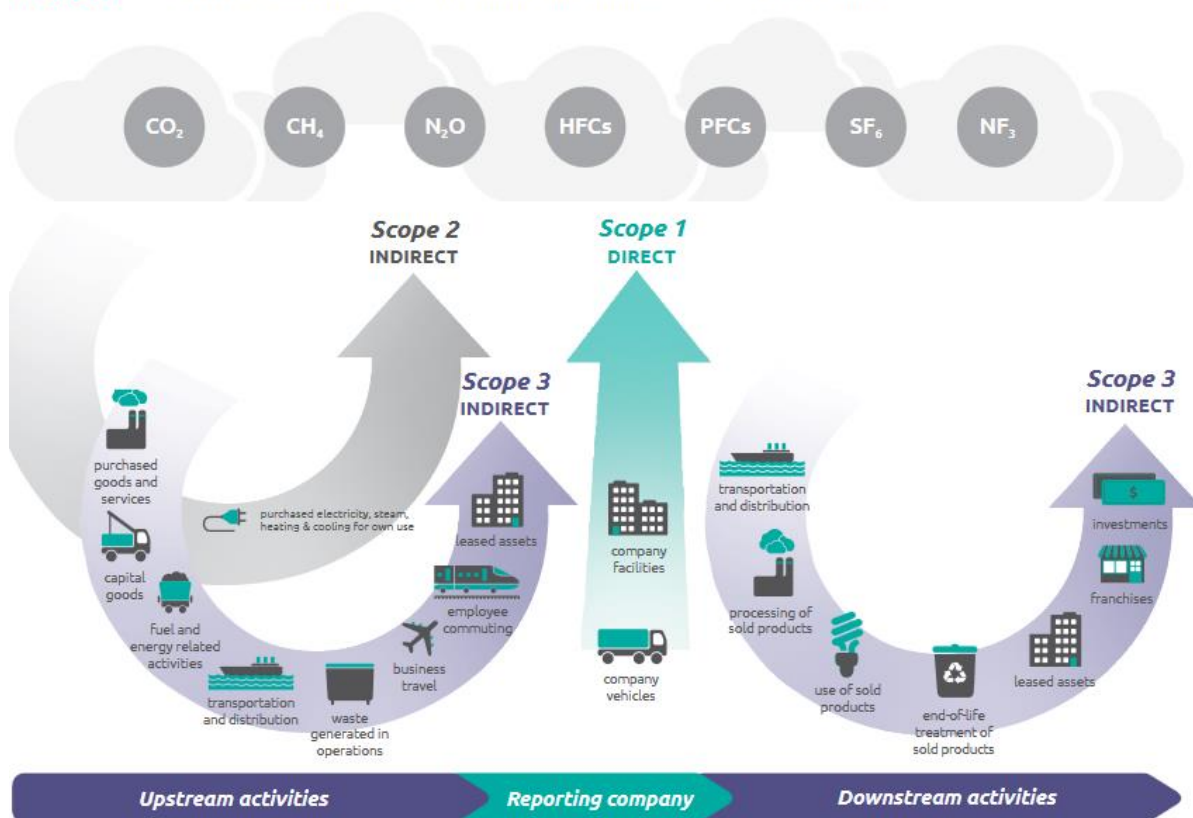


Kuva 14. Latausaseman elinkaaren syötteet ja tuotokset.

Jäljempänä olevasta taulukosta 12 nähdään inventaarioanalyysin tulokset, eli laske-
malla, mittaamalla ja arvioimalla saadut ympäristövaikutukset. Laskennassa on käy-
tetty ominaispäästökertoimia, joilla on saatu tulokset suoraan hiilidioksidiekvivalent-
teina, joka yhdistää eri päästöt hiilidioksidipäästöiksi.

Päästöt voidaan jakaa suoriin ja epäsuoriin vaikutuksiin, Scope 1 ja Scope 2. Scope 1
käsittää yrityksen suorat päästöt aiheuttavat toiminnot, kuten prosessissa syntyvät
päästöt ja yrityksen omistamien ajoneuvojen päästöt. Scope 2 käsittää mm. ostetun
sähkön ja lämmön. Tämän lisäksi on vapaaehtoinen Scope 3 luokitus, johon kuuluu
mm. jätehuolto, kuljetukset, myydyn tuotteen käyttö ja lopulta tuotteen kierrätys ja
loppusijoitus. Latausaseman päästöt ovat kaikki epäsuoria ympäristövaikutuksia, ja si-
joitettavissa scope 2 tai scope 3 luokkaan, kuten kuvasta 15 voi nähdä. (Greenhouse
Gas Protocol 2013.)

Figure [I] Overview of GHG Protocol scopes and emissions across the value chain



Source: Figure 1.1 of Scope 3 Standard.

Kuva 15. Greenhouse Gas Protocol jaottelu scope 1-3. Scope 1: suorat vaikutukset, Scope 2: epäsuorat vaikutukset ja Scope 3: epäsuorat vaikutukset. (Greenhouse Gas Protocol 2013.)

Taulukossa 12 lueteltujen ympäristövaikutusten, eli tässä tapauksessa eri elinkaaren vaiheissa todettujen hiilidioksidipäästöjen lisäksi todettiin latausasemalla olevan muitakin ympäristövaikutuksia, jotka tämän selvityksen puitteissa olivat vaikeammin mitattavissa. Tällaisia vaikutuksia olivat erityisesti positiiviset ympäristövaikutukset:

- Latausaseman sähköautoilua tukeva ja näin ollen suurempi päästöisiä polttomootoriautoja korvaava tai vähentävä vaikutus.
- Kierrätyksessä talteen otettavat materiaalit ja niiden hyödyntäminen joko energiana tai neitseellisiä materiaaleja korvaava käyttö.
- Aurinkoenergian käytön fossiilisia polttoaineita korvaava vaikutus.

Taulukko 12. Päästöt ja niiden jakautuminen elinkaaren eri vaiheisiin.

Päästön lähde	Elinkaarenvaihe	Arvo	Yksikkö
Komponenttien kuljetus	Hankinta	0,2576	kg CO ₂ -ekv
Jätteen käsittely ja kuljetus	Tuotanto	0,4202	kg CO ₂ -ekv
Sähkönkulutus	Tuotanto	0,2321	kg CO ₂ -ekv
Lämmönkulutus	Tuotanto	1,3215	kg CO ₂ -ekv
Latausaseman kuljetus	Toimitus	0,0470	kg CO ₂ -ekv
Sähkönkäyttö (hyötysuhde)	Käyttö	0	kg CO ₂ -ekv
Kierrätys	Käytöstä poisto	0,1185	kg CO ₂ -ekv
YHTEENSÄ		2,3970	kg CO₂-ekv

5 VAIKUTUSARVIOINTI

5.1 Vaikutusluokkien valinta

Valittavien vaikutusluokkien tulee kuvastaa tutkittavana olevaan tuotejärjestelmään liittyviä ympäristökysymyksiä kattavasti ottaen huomioon tavoitteen ja soveltamisalan. Vaikutusluokkien osalta vaikutusarvioinnin rakenneosassa on tarpeen tunnistaa vaikutusluokan loppupisteet, ja määritellä loppupisteille vaikutusluokkaindikaattori. On myös tunnistettava asiaankuuluvat vaikutusluokkaan liittyvät LCI -tulokset sekä määriteltävä karakterisointimalli ja -kertoimet. (SFS-EN ISO 14044:2006, 25 – 26.)

Tavoitteena on tarkastella päästöjen ja yksikköprosessien vaikutuksia vaikutusarvioinnin loppupisteisiin. Tällaisia loppupisteitä ovat yleisesti hyväksytyt suojeltavat asiat, kuten ihmisen terveys, luonnonvarat ja ympäristö. Mahdolliset vaikutukset ovat vaikutusarvioinnin keskipisteitä, eli ns. vaikutusluokkaindikaattoreita. (Suomen ympäristökeskus 2017.)

Taulukko 1 Termiesimerkkejä

Termi	Esimerkki
Vaikutusluokka	Ilmastonmuutos
Inventaarioanalyysin tulokset	Kasvihuonekaasujen määrä toiminnallista yksikköä kohti
Karakterisointimalli	Kansainvälisen ilmastonmuutospaneelin (Intergovernmental Panel on Climate Change) 100 vuotta kattava vertailumalli
Vaikutusluokkaindikaattori	Infrapunasäteilypakote (W/m^2)
Karakterisointikerroin	Ilmaston lämpenemispotentiaali (GWP_{100}) kunkin kasvihuonekaasun osalta ($kg\ CO_2$ -ekvivalenttia/kg kaasua)
Vaikutusluokan indikaattoritulos	Kilogrammaa CO_2 -ekvivalenttia toiminnallista yksikköä kohti
Vaikutusluokan loppupisteet	Koralliriutat, metsät, sato
Ympäristörelevanssi	Infrapunasäteilypakote vaikuttaa välillisesti potentiaalsiin ilmastovaikutuksiin ja riippuu kokonaisvaltaisesta ilmakehän lämpöadsorptiosta, jota aiheuttavat päästöt ja lämpöabsorption ajallinen jakautuminen.

Kuva 16. Termiesimerkkejä (SFS-EN ISO 14044:2006, 46).

Inventaarioanalyysin ainevirrat luokitellaan ympäristövaikutusluokkiin, joita on yleensä 5-15 kpl käytetystä menetelmästä riippuen. Seuraavia sähkö- ja elektroniikka-tuotteille tyypillisiä vaikutusluokkia tarkistellaan lähemmin:

- Ilmaston lämpeneminen

- Raskasmetallit
- Veden myrkyttyminen
- Karsinogeeniset aineet
- Maaperän saastuminen
- Ionisoiva säteily
- Luonnonvarojen ehtyminen
- Happamoituminen
- Ihmisen altistuminen myrkyille
- Rehevöityminen
- Otsonikato

(Dammert, Väänänen, Kuuva, Valkama & Kaipainen 2004, 30 – 31.)

5.2 Luokittelu

Luokittelussa LCI:n tulokset sijoitetaan vaikutusluokkiin. Havaittiin, että inventaario-analyysin tulokset voidaan luokitella seuraaviin vaikutusluokkiin:

- Ilmaston lämpeneminen / Ilmastonmuutos
- Luonnonvarojen ehtyminen
- Raskasmetallit

Muihin luokkiin liittyviä vaikutuksia ei tässä tarkastelussa havaittu. Latausaseman elinkaaren missään vaiheessa ei todettu käytettävän myrkyllisiä aineita. Tarkastelun ulkopuolelle jätetty komponenttien valmistus saattaisi pitää sisällensä kyseisiin luokkiin sisältyviä vaikutuksia. Kokoonpanossa tai muunkaan vaiheen aikana ei käytetä vettä, eikä vesistöön myöskään pääse minkäänlaisia prosessivesiä tai kemikaaleja. Muidenkaan yksikköprosessien ei todettu aiheuttavan happamoitumista lisääviä rikkidisteitä. Tästä syystä vaikutuksia ei katsottu olevan veden myrkyttymiselle tai rehevöitymiselle tai happamoitumiselle. Karsinogeenisiä aineita ei tarkasteluun sisältyvissä vaiheissa käytetty. Edelleen komponenttien valmistuksen osalta kyseisiä vaikutuksia voi olla, mutta niitä ei tässä tarkastelussa ole määritetty. Myöskään mitään ionisoivaa säteilyä tuottavia toimintoja ei tutkittavissa elinkaaren vaiheissa ole. Otsonikatoa eniten aiheuttavat aineet ovat CFC -yhdisteet ja halonit; edellisten käyttö on

nykyisin kielletty Suomessa ja jälkimmäisiä on lähinnä sammutuslaitteissa (Ilmatieteenlaitos 2018). Kumpakaan ei todettu olevan latausaseman komponenteissa.

Latausaseman elinkaaren aikaiset hiilidioksidipäästöt tulevat pitkälti tuotannon tilojen lämmittämisestä, ilmastointiin ja valaistukseen kuluva sähköstä sekä jätteen kuljettuksesta ja käsittelystä syntyvistä päästöistä. Elinkaaren vaiheista siis tuotanto, eli latausaseman kokoaminen komponenteista ja muista osista yrityksen omissa tuotantotiloissa, aiheuttivat suurimman osan hiilidioksidipäästöistä; lähes 2 kilogrammaa kokonaispäästöjen ollessa noin 2,4 kg. Tietysti on huomioitava, että latausaseman elinkaaren suurimmat päästöt ja muut ympäristövaikutukset sijoittuisivat todellisuudessa komponenttien valmistukseen.

5.3 Vaikutusluokkien loppupisteet

Kuten aiemmin esitetystä kuvastakin (Kuva 16) kävi ilmi, vaikutusluokkien loppupisteet ovat sellaisia, joita kyseinen vaikutus lopulta koskee. Ilmaston lämpenemisen osalta vaikutusluokan loppupisteitä ovat kuvassakin esitetyt koralliriutat, metsät, sato. Myös jäätiköt, ja lajien monimuotoisuus voidaan nähdä loppupisteinä. Näihin loppupisteisiin ilmaston lämpenemisen vaikutukset kohdistuvat. Uusiutumattomien luonnonvarojen ehtymisen loppupiste on maailmantalous (WWF 2013).

5.4 Vaikutusluokan indikaattoritulosten laskeminen

Ainevirrat on sijoitettu kolmeen eri vaikutusluokkaan (Taulukko 13). Luonnonvarojen ehtymiseen on sisällytetty tuotannosta syntyvä energiajäte sekä latausasemien osien sisältämä muovi, joka kierrätyksessä todennäköisesti olisi toissijainen talteenoton kohde ja joutuisi joko loppusijoitukseen tai hyödynnettäisiin energiana polttamalla. Joka tapauksessa öljypohjainen muovi kuluttaa uusiutumattomia luonnonvaroja. Metalleja ei tähän laskettu, sillä niiden talteenottoaste on korkea ja niitä voidaan käyttää aina uudelleen. Myöskään pahvijätettä ei huomioitu tähän luokkaan kuuluvaksi, sillä se kuuluu uusiutuviin luonnonvaroihin ja sen kierrätysaste on korkea. Satmaticin tuotama pahvijäte menee uusiokäyttöön.

Taulukko 13. Vaikutusluokkien tulokset.

Vaikutusluokka	Arvo	Yksikkö
Ilmaston lämpeneminen	2,397	kg CO ₂ -ekv.
Luonnonvarojen ehtyminen	2,964	kg
Raskasmetallit	< 0,080	kg

6 TULOSTEN TULKINTA

6.1 Ympäristönäkökohdat

Alla olevassa taulukossa 14 on esitetty inventaarioanalyysin tuloksista saatuja ympäristönäkökohtia, joita latausaseman elinkaaren eri vaiheissa on. Raskasmetallien määrä on hyvin vähäinen, ja ne saadaan otettua talteen tai muuten käsiteltyä turvallisesti kierrätyksen käsittelyprosesseissa. Tästä syystä raskasmetallit jätettiin pois lopullisista ympäristönäkökohdista.

Taulukko 14. Ympäristönäkökohdat.

Ympäristönäkökohta	Vaikutusluokka
Hiilidioksidipäästöt	Ilmaston lämpeneminen
Materiaalinkulutus ja jäte*	Luonnonvarojen ehtyminen
*sisältyy: energiajäte ja materiaalinkulutuksesta muovin osuus	

Edellisten lisäksi nähtiin, että latausasemalla on myös seuraavanlaisia positiivisia ympäristönäkökohtia, joille ei määritelty suuretta:

- Sähköautoilua edistävä ja käytön helppoutta lisäävä vaikutus
- Ympäristöystävällisen aurinkoenergian hyödyntäminen tuotannossa
- Pitkä käyttöikä sähkölaitteeksi ja huoltomahdollisuudet

Sähköautoilua edistävä vaikutus ja aurinkoenergian hyödyntäminen voidaan sijoittaa ilmaston lämpenemisen vaikutusluokkaan ja käyttöikä huoltomahdollisuuksineen luonnonvarojen ehtymisen luokkaan.

6.2 Näkökohtien merkittävyys

Merkittävyyden määrittämiseksi inventaarioanalyysin syötteille ja tuotoksille tehtiin ABC-analyysi, jossa pisteytettiin A – E välillä hiilidioksidipäästöjen, jätteiden ja

materiaalinkulutuksen osuutta eri elinkaarenvaiheissa (SFS-EN ISO14044:2006, 45). ABC-analyysi löytyy liitteistä. ABC-analyysin tuloksena saatiin, että merkittäviä ympäristönäkökohtia ovat:

- Tuotannon aikaiset hiilidioksidipäästöt
- Tuotannosta syntyvä jäte (hankittujen osien pakkausmateriaalit)
- Hankinnan materiaalikulutus (komponenttien ja osien vaatima materiaali)

Muita näkökohtia tuli esille hankinnan kuljetuksista ja käyttövaiheeseen sijoitetusta jätteen syntymisestä, joka tässä tapauksessa oli tuotteen pakkauslaatikko ja muu pakkausmateriaali. Pakkausmateriaalin merkitys on todellisuudessa hyvin vähäinen. Pahvilaatikko voi päätyä joko kuluttajan hyötykäyttöön tai pahvinkeräyksen kautta hyötykäyttöön ja muovinen pakkausmateriaali menee energiajakeeseen. Muovin osuus pakkauksesta on hyvin pieni.

Hankinnan aikaiset kuljetukset ovat taas sikäli merkittäviä, että niihin on mahdollista eri tavoin vaikuttaa. Esimerkiksi auditoimalla isoimpia toimittajia, keskittämällä tilauksia, suosimalla viikkotoimituspäiviä ja kasvattamalla eräkokoja sekä suosimalla lähialueen toimittajia sekä mahdollisimman ympäristöystävällisesti tuotettuja osia, voidaan vaikuttaa hankinnan aiheuttamiin ympäristövaikutuksiin.

Positiivisia ympäristönäkökohtia ei pisteytetty, mutta niitä kaikkia voidaan pitää merkittävänä ja niiden merkitystä tulisi edelleen lisätä. Erityisesti aurinkoenergian osuutta olisi mahdollista kasvattaa lisää. Vuonna 2017 sen osuus sähkönkulutuksesta oli hie-
man yli seitsemän prosenttia. Latausasemat ovat sähköautoilun ohella tulevaisuutta ja sopivat hyvin vihreisiin arvoihin. Niiden markkinointiin ja kehitykseen kannattaa panostaa, jonka vuoksi myös latausasemien sähköautoilua helpottava ja edistävä vaikutus tulisi nähdä merkittävänä ympäristönäkökohtana. Tuotekehityksen ja suunnittelun osalta on myös mahdollista vaikuttaa laitteen huoltomahdollisuuksiin ja pitkään käyttöikään sekä myös kierrätyksen helppouteen. Yksi ilmastonmuutoksen torjuntakeinoista ja myös luonnonvarojen ehtymisen ehkäisykeinoista on jätteen synnyn ehkäisy ja materiaalitehokkuus. Nämä asiat ovat pitkälti suunnittelukysymyksiä, joten näkökohta on merkittävä.

Ympäristönäkökohdat päätettiin pisteyttää myös numeraalisesti asteikolla 0-2, jossa pisteytettiin erikseen vaikutuksen laajuutta, suuruutta ja yrityksen vaikutusmahdollisuuksia asiaan (Taulukko 15).

Taulukko 15. Ympäristönäkökohtien pisteytys.

Pisteytys: 0= vähäinen, 1= kohtalainen, 2= merkittävä/laaja				
Näkökohta	Mahdollisuus vaikuttaa	Ympäristövaikutuksen laajuus	Ympäristövaikutuksen suuruus	Pisteet yht.
Hiilidioksidipäästöt				
hankinnassa	1	2	1	4
tuotannossa	2	2	1	5
toimituksessa	1	2	0	3
kierrätyksessä	0	2	0	2
Jätteensynty				
tuotannossa	1	0	0	1
käytössä	1	0	0	1
Materiaalin - kulutus	0	1	1	2
0-2 = ei merkittävä, ei toimenpiteitä; 3-4 = vähäinen merkitys, seurataan;				
5-6 = merkittävä, ryhdytään toimenpiteisiin				

Pisteyttämällä esiin nousi vain yksi (negatiivinen) merkittävä ympäristönäkökohta: tuotannon hiilidioksidipäästöt. Näihin päästöihin kuuluvat jätteen kuljetuksen ja käsittelyn päästöt sekä lämmityksen ja sähköntuotannon aiheuttamat päästöt. Laajuus arvioitiin merkittäväksi, kuten myös vaikutusmahdollisuudet. Sähköntuotannon jakaumassa on parantamisen varaa, sillä iso osa sähköstä tuotettiin fossiilisilla polttoaineilla (42,9 %). Sähkösopimusta tarkasteltaessa tai kilpailuttaessa ympäristövaikutukset olisi hyvä lisätä yhdeksi kriteeriksi. Myös valaistuksessa käytettävien loisteputkien

vaihtaminen ekologisempiin ja energiatehokkaampiin vaihtoehtoihin olisi mahdollista, mutta käytännön syistä kaikki halutaan vaihtaa kerralla ledeihin. Tämä puolestaan on aiheuttanut muutoksen lykkääntymisen johonkin myöhempään ajankohtaan.

Lisäksi löydettiin kaksi näkökohtaa, joilla on vähäinen merkitys ja joita tulisi sen vuoksi seurata. Nämä olivat hankinnan kuljetuksista aiheutuvat hiilidioksidipäästöt ja toimituksen kuljetuksista aiheutuvat hiilidioksidipäästöt. Molemmissa katsottiin yrityksellä olevan kohtalaiset vaikutusmahdollisuudet, toimittajien ja kuljetusyritysten valitsemisen ja kuljetusyrityksen tarjoaman ekologisemman kuljetuspalvelun osalta. Hiilidioksidipäästöjen vaikutuksen laajuus arvioitiin merkittäväksi, sillä päästöt aiheuttavat ilmaston lämpenemistä, joka on globaali ongelma. Vähäisen määrän vuoksi suuruuden katsottiin olevan joko vähäinen tai kohtalainen.

ABC-analyysissä nousi merkittäväksi ympäristönäkökohdaksi myös tuotannossa syntyvä jätteen määrä, joka pisteyttämällä ei saanut suurta merkittävyyttä. Tähän syynä on lähinnä se, että vaikutusmahdollisuudet asiaan ovat vähäiset jätteen ollessa toimittajilta tulevaa pakkausmateriaalia. Pakkausmateriaalin käyttö komponenteissa on ollut kohtuullista ja toimittajiin ollaan oltu myös yhteydessä aiemmin toiveena pakkausmateriaalien säästeliäs käyttö. Myöskään jätteen pienen määrän vuoksi ja hyvän lajittelun vuoksi, vaikutuksen ei katsottu olevan ympäristölle ollenkaan suuri, kuten ei myöskään vaikutuksen laajuuden.

6.3 Täydellisuuden ja johdonmukaisuuden arviointi

Täydellisuuden tarkistamisen tavoite on varmistaa, että olennaiset lähtötiedot ja muu informaatio, jota tarvitaan tulosten tulkintaan, on saatavilla ja riittävää (SFS-EN ISO 14044:2006, 34).

Täydellisuuden arvioimista varten koottiin taulukkoon kaikki inventaarioanalyysissa käytetyt tiedot ja niiden lähteet merkittiin ylös. Kirjattiin myös ylös lähtötietojen ikä ja ajallinen kattavuus, sekä arvioitiin tietojen tarkkuuden riittävyys. Johdonmukaisuutta ei arvioitu tällä tasolla, sillä tutkittavalle tuotejärjestelmälle ei ollut vertailukohdetta, joiden välillä laadullista johdonmukaisuutta olisi voitu arvioida. Kuitenkin

inventaarioanalyysissä on pyritty sisäiseen johdonmukaisuuteen niin, että tiedot olisivat mahdollisuuksien mukaan ensisijaisia, toiseksi kirjallisuuteen perustuvia ja vast sitten laskennallisia tai arvioituja.

6.4 Herkkyystarkastelu

Herkkyystarkastelu tehdään, jotta nähtäisiin mitä vaikutuksia lopputulokseen olisi sillä, jos jokin asia olisi tehty eri tavalla inventaarioanalyysissä (SFS-EN ISO 14044:2006, 31).

Tutkittiin, millaisia päästöjä latausaseman komponenttien ja osien sisältämien materiaalien muovauksella on (Taulukko 16). Kaikkia materiaaleja ei saatu sijoitettua Suomen Ympäristökeskuksen Julkisten hankintojen hiilijalanjälkilaskuriin (JUHILAS), mutta jo näiden tietojen perusteella nähdään, että latausaseman suurimmat päästöt tulevat osien tuotannosta.

Taulukko 16. Materiaalin muovaus, päästöt (Syke JUHILAS 2013).

Materiaali	määrä kg / yksikkö	päästöt [kg CO ₂ -ekv.]
teräs	2,8	2,352
muovi	2,8	7,924
muut metallit	0,715	0,0894
yhteensä	6,315	10,3654

Lisäksi selvitettiin, mitä vaikutuksia päästöihin olisi, jos tuotantovaiheen sähkön ja lämmön sekä jätemäärän allokointi olisikin tehty rahalliseen arvoon, eikä määrään perustuen (Taulukko 17). Vertailusta näkee, että rahalliseen arvoon perustuva kohdentaminen olisi jonkin verran kasvattanut kyseisten toimintojen aiheuttamia päästöjä yhtä latausasemaa kohden. Koska tuotannonaikaiset hiilidioksidi päästöt todettiin jo merkittävimmäksi ympäristönäkökohdaksi, ei kyseisen vaiheen osuuden kasvulla ole merkitystä tuloksiin, jotka saatiin ympäristönäkökohtien merkittävyyttä arvioidessa. Mikäli allokointi olisi tehty rahalliseen arvoon perustuen eikä määrään, muiden vaiheiden suhteellinen osuus kokonaispäästöistä olisi jäänyt entistä pienemmäksi. Kuitenkin ero

eri allokointivaihtoehtojilla oli melko suuri, yli 1,5 kg. Tämä osoittaa sen, että allokointitavalla on merkitystä ja se pitäisi valita huolellisesti.

Taulukko 17. Allokointi määrään ja arvoon perustuen.

Päästön lähde	Yhden lataus- aseman suh- teellinen osuus kaikkiin tilauksiin	Yhden lataus- aseman arvo suhteessa kaik- kien tuotteiden arvoon	Erotus
Jätteiden käsitte- lyn + kuljetuksen päästöt [kg CO ₂ - ekv.]	0,420	0,754	0,333
Sähkön päästöt [kg CO ₂ -ekv.]	0,232	0,416	0,184
Lämmön päästöt [kg CO ₂ -ekv.]	1,321	2,370	1,049
Yhteensä [kg]	1,973	3,540	1,567

6.5 Luotettavuuden arviointi

Lähtötiedot ovat pääosin ensisijaista, mittauksiin ja seurantaan perustuvaa tietoa tai yrityksen ERP-järjestelmästä saatuja tietoja. Kuitenkin kierrätysvaihe kuljetuksineen ja esikäsittelyn murskaimen energiakulutuksineen pohjautuu ainoastaan Suomen ympäristökeskuksen raporttiin vuodelta 2009. Lähes kymmenessä vuodessa on voinut tapahtua muutoksia SER-käsittelyssä, kalusto on voinut uudistua tai jotkin käytännöt muuttua. Lisäksi raportin julkaisema tieto oli pitkälti keskiarvoja.

Kuten herkkyyden tarkastelussa todettiin, moninkertaisesti suuremmat hiilidioksidipäästöt tulevat tarkasteltavana olleen järjestelmän ulkopuolelta, osien vaatimien materiaalien käsittelystä ja jalostuksesta. Tämän vaiheen tulosten puuttuminen vaikuttaa merkittävästi latausaseman elinkaaren aikaisten päästöjen määrään. Kuitenkaan näitä

tuloksia ei ole tarkoitus käyttää sellaisenaan, eikä niitä pidä esittää latausaseman elinkaaren aikaisena hiilijalanjälkenä. Tarkoitus on ainoastaan selvittää, mitä merkittäviä ympäristönäkökohtia tuotteen elinkaareissa on, joihin Satmatic voi vaikuttaa. Tähän liittyen ympäristövaikutuksille tehtiin ABC-analyysi ja pisteyttäminen, josta erottuivat ne vaiheet, joihin tulisi kiinnittää huomiota. Materiaalien käsittelyn aiheuttamien päästöjen osuus oli niin suuri, että mikäli se olisi ollut tarkastelussa mukana, se olisi jättänyt muiden vaiheiden osuudet vähäisiksi. Tämä puolestaan olisi johtanut merkityksen vähenemiseen juuri niiltä vaiheilta, joihin Satmatic eniten voi vaikuttaa, kuten tuotannolta.

7 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tavoitteet ja soveltumisala huomioiden, ympäristönäkökohtien määrittämisessä onnistuttiin hyvin. Työn tavoite oli saada hyvä kuva siitä, millaisia näkökohtia tuotteiden (tässä tapauksessa latausasemien) elinkaareissa on. Tuloksia oli tarkoitus käyttää ympäristöjärjestelmän täydentämiseksi.

Yksityiskohtaisemmalla elinkaariarviolla, laajemmalla tuotejärjestelmällä sekä myös tekemällä muista tuotteista elinkaariarvion, oltaisiin päästy parempiin tuloksiin. Oli kuitenkin alusta asti selvä, että ainakin aluksi tehdään vain yhdestä tuotteesta arvio, jonka ei tarvitse olla täydellisen kattava. Apuna käytettiin SFS-EN ISO 14044:2006 standardin ohjeistusta elinkaariarvion tekemiseen. Tätä selvitystä ei tehty täsmälleen ohjeiden mukaisesti, vaan mukaillen tavoitteet ja soveltamisala huomioiden. Standardi on kuitenkin toiminut hyvänä runkona työlle ja auttanut johdonmukaiseen etenemiseen arvion tekemisessä.

7.1 Lopputulos

Alla olevassa taulukossa 18 on esitetty koottuna sekä positiiviset että negatiiviset latausaseman elinkaaren aikaiset merkittävät ympäristönäkökohdat sekä niiden vaikutusluokat. Negatiivisista ympäristönäkökohdista merkittävänä pidettiin vain tuotannon hiilidioksidipäästöjä, vaikka ABC-analyysissä nousi muitakin merkittäviä näkökohtia esille. Näiden todettiin olevan kuitenkin joko merkitykseltään, määrältään tai vaikutusmahdollisuuksiltaan analyysin antamaa tulosta vähemmän merkittäviä. Se ei kuitenkaan tarkoita, etteikö niihin tulisi kiinnittää huomiota, seurata asiaa ja yrittää edelleen vähentää niiden merkitystä.

Taulukko 18. Merkittävät ympäristönäkökohdat koottuna.

Näkökohta	Vaikutusluokka
Tuotannon hiilidioksidipäästöt	Ilmastonmuutos
Aurinkoenergian käyttö tuotannossa	Ilmastonmuutos
Sähköautoilun helpottaminen ja suosion lisääminen	Ilmastonmuutos
Käyttöikä ja huoltomahdollisuudet	Luonnonvarojen ehtyminen, ilmastonmuutos

7.2 Suositukset

Latausaseman elinkaaren merkittävimmät (negatiiviset) ympäristönäkökohdat liittyvät tuotantoon. Tuotannon aiheuttamien hiilidioksidipäästöjen ollessa merkittävin näkökohta, olisi hyvä tarkistaa, voisiko niitä vähentää. Sähköntuotannon päästöjen vähentämiseen liittyen, sähkösopimusta kilpailuttaessa ympäristövaikutukset olisi hyvä lisätä yhdeksi kriteeriksi. Myös lisäämällä aurinkosähköä, päästöjä voitaisiin vähentää ja aurinkosähkön asemaa positiivisena näkökohtana nostaa. Keravan toimipisteen aurinkojärjestelmää onkin kasvatettu vuoden 2018 aikana huomattavasti. Myös sähkönkulutukseen on hyvä kiinnittää huomiota, ja tulevaisuudessa esimerkiksi korjaustöiden tai rakenteellisten kunnostusten yhteydessä, loisteputket kannattaisi vaihtaa ledeihin. Jättemäärää on vaikea enää vähentää, ja lajittelukin on jo hoidettu mallikkaasti. Lajittelua voisi silti tarkastella vielä, jos siinä pystyttäisiin vieläkin parempiin tuloksiin. Myöskään lämmityksestä ei ole tarpeen tinkiä, mutta jossain vaiheessa jonkinlainen energiakatselmus voisi olla hyödyllinen, jotta nähtäisiin, meneekö lämpöä turhaan hukkaan.

Kuljetusten osalta voisi harkita toimittajien valintaan liittyvien ympäristökriteerien lisäämistä ja mahdollisuuksien mukaan harkita ympäristöystävällisempiä kuljetuksia. Hankinnat tehdään nyt jo pitkälti keskitettyinä viikkotilauksina.

Elinkaariarvion voi tarvittaessa toistaa säännöllisin väliajoin ja sen voisi tehdä myös muista Satmaticin tuotteista, jotta saataisiin parempi kuva kaikkien tuotteiden

ympäristövaikutuksista. Laajentamalla tarkasteltavaa tuotejärjestelmää koskemaan myös tuotteeseen tulevien komponenttien ja osien valmistusta sekä tuotteen loppusijoitusta, saataisiin luotettavampi arvio tuotteen todellisista ympäristövaikutuksista ja näin myös ympäristönäkökohdista.

LÄHTEET

Dammert T., Väänänen A., Kuuva M., Valkama J. & Kaipainen J. 2004. Ympäristöky-symykset ja elinkaariajattelu. Lähestymistapoja sähkö- ja elektroniikkateollisuudelle. Helsinki: Teknologiateollisuus ry.

DB Schenker www-sivut 2018. Viitattu 1.9.2018. (www.dbschenker.com/fi-fi/)

European Recycling Platform www-sivut 2018. Viitattu 3.12.2018. (www.erp-recycling.org)

Eskelinen, H., Haavisto, T., Salmenperä H. & Dahlbo, H. 2016. Muovien kierrätyk-sen tilanne ja haasteet. Suomen ympäristökeskus. Viitattu 3.12.2018. ISBN 978-952-5947-90-8 (PDF)

Greenhouse Gas Protocol. 2013. Technical Guidance for Calculating Scope 3 Emis-sions. (http://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/Scope3_Calculation_Guidance_0.pdf)

Ignatius, S-M., Myllymaa T. & Dahlbo H. 2009. Sähkö- ja elektroniikkaromun käsit-tely Suomessa. Suomen ympäristökeskus. Viitattu 21.8.2018. ISBN 978-952-11-3591-0 (PDF) ISSN 1796-1726 (verkkok.)

Ilmatieteenlaitos www-sivut 2018. Viitattu 10.10.2018. (www.geo.fmi.fi)

Jätehuoltoyhdistys ry www-sivut 2018. Viitattu 3.12.2018. (www.jateplus.fi)

Jätelaki 17.6.2011/646 muutoksineen.

Mustankorkea Oy www-sivut 2018. Viitattu 3.12.2018. (www.mustankorkea.fi)

Nurmi, T. 2018. Työnjohtaja, Satmatic Oy. Ulvila. Haastattelu 31.5.2018. Haastatte-lijana Janette Syväkuru. Muistiinpanot haastattelijan hallussa.

Peltola V. 2018. Tekniset kysymykset sähköautojen latauksen järjestämisessä. Motiva. Viitattu 6.8.2018. (www.energiaopas.fi)

Polttoaineluokitus 2018. 2018. Helsinki: Tilastokeskus. Viitattu 21.8.2018. http://www.stat.fi/tup/khkinv/khkaasut_polttoaineluokitus.html

Pori Energia Oy toimintakertomus 2017. Viitattu 21.8.2018. (<https://www.porienergia.fi/globalassets/vuosiraportit/201803-porienergia-toimintakertomus-210x210-web.pdf>)

Pori Energia Oy www-sivut 2018. Viitattu 21.8.2018. (www.porienergia.fi)

Satakuntaliitto www-sivut 2018. Viitattu 12.8.2018. (www.satakuntaliitto.fi)

Satmatic Oy www-sivut 2018. Viitattu 15.6.2018. (www.satmatic.fi)

SFS-EN ISO 14001 Ympäristöjärjestelmät

SFS-EN ISO 14044:2006 Ympäristöasioiden hallinta. Elinkaariarviointi.

Suomen ympäristökeskus. 2017. Tietoa elinkaariarvioinnista (LCA) ja elinkaariklinikka -toimintamallista pk-yrityksille. Suomen ympäristökeskus. Viitattu 16.7.2018. (www.syke.fi)

Suomen Ympäristökeskus 2013. Julkisten hankintojen hiilijalanjälkilaskuri. Päivitetty 2016. (www.syke.fi)

Suomen Ympäristökeskus 2013. Y-HIILARI -työkalu. Päivitetty 2017. (www.syke.fi)

Suomen ympäristöopisto SYKLI, ympäristöosaava www-sivut. 2018. Viitattu 21.8.2018. (www.ymparistoosaava.fi)

Sähkö- ja elektroniikkalaitetuottajayhteisöjen www-sivut. 2018. Viitattu 3.12.2018. (www.serkierratys.fi)

Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy 2013. LIPASTO -laskentajärjestelmä. (www.lipasto.vtt.fi)

Työterveyslaitos 2016. Lyijy – Perustelumuiisto epäorgaanisen lyijyn biologisen altistumisindikaattorin raja-arvon uusimiselle. Viitattu 28.10. 2018. (www.ttl.fi/wp-content/uploads/2016/11/Lyijy.pdf)

WWF 2013. Maapallo elää keskiviikosta lähtien velaksi. Viitattu 3.12.2018. (<https://wwf.fi/wwf-suomi/viestinta/uutiset-ja-tiedotteet/Maapallo-elaa-keskiviikosta-lahtien-velaksi-1826.a>)

Ympäristöhallinnon www-sivut 2018. Viitattu 3.12.2018. (www.ymparisto.fi)

LIITTEET

Taulukko 19. Jättemäärät ja jätteen käsittelystä aiheutuvat päästöt 2017.

Jätejae	CO ₂ -ekv. [kg/kg käsitel- tyä jätettä]	tuotettu jäte- määrä [kg/vuosi]	Jätteen käsitte- lystä aiheutuva tuotettu CO ₂ - ekv [kg]
Energia	0,514	4460	2292,44
Paperi /Pahvi	0,55	16500	9075

Taulukko 20. Jätteen kuljetuksesta syntyvät päästöt sekä käsittelyn ja kuljetuksen yhteispäästöt 2017.

Jätejäte	Jätteiden määrä	Jäteastioiden tyhjennyskerrat [kpl /vuosi]	Tyhjennetty jäte [t /kerta]	Jäteauton kerralla kulkema matka [km]	tonnikm	jäteauton tyyppi	CO2-ekv. kg /tkm KULJETUS	Kuljetuksen Co2-ekv. (kg)
Energia	4,46	50	0,0892	30	2,676	pakkaava	0,101	13,5138
Pahvi	16,5	1	16,5	10	165	pakkaava	0,101	16,665
Käsittelyn tuotettu Co2-ekv	Kuljetuksen tuot. CO2-ekv kg yht	Käsittelyn ja kuljetuksen yht. CO2-ekv (kg)	Yhden tuotteen osuus CO2-ekv (kg)					
11367,44	30,1788	11397,6188		0,420204203				

Taulukko 21. ABC-analyysi merkittävyyden määrittely.

Syöte / tuotos	Hankinta	Tuo- tanto	Toimi- tus	Käyttö	Kier- rätys	Yht. [kg]
CO ₂	C	A	E	E	D	2,397
Jätteet	E	A	E	B	E	1,073
Materiaalinkulutus	A	E	E	E	E	7
A= tärkein, merkittävä vaikutus (yli 50%)						
B= hyvin tärkeä, olennainen vaikutus (25-50%)						
C= melko tärkeä, jonkin verran vaikutusta (10-25 %)						
D= vähän tärkeä, pieni vaikutus (2,5-10 %)						
E= ei tärkeä, mitätön vaikutus (alle 2,5%)						