

Opinnäytetyö (AMK)

Energia- ja ympäristötekniikka

2022

Sanni Kaasalainen

TUOTE PALVELUNA -MALLIN ILMASTOVAIKUTUSTEN ARVIOINTI

Opinnäytetyö (AMK) | Tiivistelmä

Turun ammattikorkeakoulu

Energia- ja ympäristötekniikka

2022 | 31 sivua

Sanni Kaasalainen

Tuote palveluna -mallin ilmastovaikutusten arviointi

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää Pure Wasten tuote palveluna -mallin keväällä 2022 kokeilun ilmastovaikutuksia. Päästölaskelman avulla tarkasteltiin kokeilun ympäristövaikutuksia ja pohdittiin kiertotalouden tuote palveluna -liiketoimintamallin vaikutusta vaateteollisuuteen.

Vaateteollisuuden suurimmat päästöt kohdistuvat vaateen tuotantoon ja käyttövaiheeseen, joihin vaatteiden käyttöiän pidentämisellä voitaisiin vaikuttaa. Tuote palveluna -mallin tarkoituksena on vaateen toimiminen palveluna, jota asiakkaat vuokraisivat yrityksiltä tai yksityishenkilöiltä. Mallin avulla keskityttäisiin vaateen tuotantoon ja valmistuksessa käytettäviin kestäviin materiaaleihin, jotta vaate kestäisi käytössä mahdollisimman pitkään ja täten pystyttäisiin hillitsemään vaatteiden ylituotantoa ja luonnonvarojen ylikuluttamista.

Päästölaskennan avulla vertailtiin kokeilun tuotannon, vaatteiden varastoinnin ja valikoitujen vaatteiden toimittamista asiakkaille ja takaisin myymälään, joka tämän kokeilun aikana hoitui asiakkaiden toimesta. Asiakkaiden eri kulkemistavoista syntyi kokeilun isoimmat päästöt. Todellisten tulosten saamiseksi selvitys kannattaisi tehdä useammasta eri kokeilusta ja vaatteesta ja joka sisältäisi kaikki elinkaaren vaiheet, jotta pystyttäisiin kunnolla pohtimaan tuote palveluna -mallin ympäristövaikutuksia vaateteollisuudessa.

Asiasanat:

Elinkaariarvio, tuote palveluna, vaateteollisuus

Bachelor's Thesis | Abstract

Turku University of Applied Sciences

Energy and environmental engineering

2022 | 31 pages

Sanni Kaasalainen

Climate impact assessment of the product as a service model

The goal of the thesis was to perform an emission calculation of the Pure Waste product as a service model in the spring of 2022 for a t-shirt belonging to the experimental selection. The emission calculation examined the environmental impact of the experiment and considered the impact of the circular economy product as a service model on the clothing industry.

The largest sources of emissions in the clothing industry are derived from the production and use phase of clothing. The latter could be influenced by extending the lifespan of clothing. The purpose of the product as a service model is for clothing to act as a service that customers would rent from companies or individuals. The model would focus on the durable materials used in the production and manufacturing of clothing, in order for the clothing to last as long as possible and thus being able to curb the overproduction of clothing and the over-consumption of natural resources.

The emission calculation included a comparison the production of the experiment, the storage of the clothes and the delivery of the selected clothes, which was handled by the customers during this experiment. The biggest emissions from the experiment were generated by the different mode choices of the customer. In order to obtain real results, it would be worthwhile to carry out emission calculations on several different experiments and clothes, covering all stages of the life cycle, in order to be able to properly consider the environmental impact of the product as a service model in the clothing industry.

Keywords:

Life cycle assessment, product as a service, clothing industry

Sisältö

Käytetyt lyhenteet	6
1 Johdanto	7
2 Vaate palveluna	9
3 Elinkaariarviointi ja hiilijalanjäljen laskenta	13
3.1 Tavoitteiden ja soveltamisalan määrittely	16
3.2 Inventaarioanalyysi	17
3.3 Vaikutusarviointi	18
3.4 Tulosten tulkinta	19
4 Päästölaskenta tuote palveluna -mallin vaatteelle	20
4.1 Tavoitteet	20
4.2 Järjestelmärajaus	20
4.2.1 Tuotanto	21
4.2.2 Varastointi	21
4.2.3 Kuljetukset	22
4.2.4 Käyttövaihe	22
4.2.5 Pesu	23
4.3 Inventaario	23
4.4 Tulosten analysointi	26
5 Yhteenveto	28
Lähteet	30

Kuvat

Kuva 1. Elinkaariarvioinnin vaiheet (Suomen standardisoimisliitto SFS-EN ISO 14040:2006 + A1:2020).	14
Kuva 2. Esimerkki tuotejärjestelmästä elinkaariarviota varten (Suomen Standardisoimisliitto SFS-ISO EN 14040:2006 + A1:2020).	15
Kuva 3. Esimerkki tuotejärjestelmän yksikköprosessisarjasta (Suomen Standardisoimisliitto SFS-ISO EN 14040:2006 + A1:2020).	16
Kuva 4. Vaikutusarviointivaiheen osat (Suomen Standardisoimisliitto SFS-ISO EN 14040:2006 + A1:2020).	19
Kuva 5. Päästölaskelman päästöarvioiden vertailu eri kuljetustapojen mukaan.	27

Taulukot

Taulukko 1. Päästölaskelman inventaario.	24
Taulukko 2. Päästölaskelmaan käytettävät päästökertoimet.	25
Taulukko 3. Päästölaskelman tulokset.	26

Käytetyt lyhenteet

Lyhenne	Lyhenteen selitys (Lähdeviite)
CO ₂ e	Hiilidioksidiekvivalentti. Kasvihuonekaasujen yhteismitta. Tämän avulla lasketaan yhteen eri kasvihuonekaasujen päästöjen vaikutus kasvihuoneilmion voimistumiseen (Tilastokeskus n.d.)
gCO ₂ e/hkm	Päästö henkilökilometriä kohden
Kg	Kilogramma
KgCO ₂ e	Päästöarvo. Kasvihuonekaasupäästöjen syntyvyys tuotteen kiloa tai muuta yksikköä kohden
Km	Kilometri
KWh	Kilowattitunti
MWh	Megawattitunti
MWh/a	Megawattitunti vuotta kohden

1 Johdanto

Tekstiili- ja muotiteollisuus tuottaa enemmän kasvihuonekaasupäästöjä kuin lento- ja laivaliikenteellä yhteensä. Jos vaatteiden käyttöikää saataisiin pidennettyä, tekstiiliteollisuuden kasvihuonekaasupäästöistä yli 40 % olisi ratkaistavissa. Tekstiiliteollisuuden ala on monimutkainen ja maailmanlaajuinen toimintamalli, jossa tuotanto- ja hankintaketjujen osapuolien toimijat eivät ole tietoisia toistensa menettelytavoista ja jonka ydinongelmat liittyvät kasvihuonekaasupäästöihin, veden kulutukseen ja uusiutumattomiin luonnonvaroihin. (LAB-ammattikorkeakoulu 2020.)

Materiaalivalinnoilla on valtava merkitys tekstiiliteollisuudessa. Noin 90 % tekstiili- ja muotiteollisuuden päästöistä aiheutuu tekstiilikuitujen ja materiaalien tuotannosta, joita voitaisiin vähentää korvaamalla puuvilla ja polyesteri kierrätyskuiduilla ja uusilla kuituinnovaatioilla. (Suomen Tekstiili & Muoti 2021.)

Tekstiilien käyttövaihe on seuraavaksi merkittävin päästölähde: käyttöiän pidentäminen kaksinkertaiseksi vähentäisi samankaltaisten tuotteiden valmistusta (Suomen Tekstiili & Muoti 2021). Kiertotalouden mukainen ajattelutapa edistäisi päästöjen vähentämistä. Kiertotalous perustuu pohjimmiltaan jätteen ja saastumisen vähentämiseen, tuotteiden ja materiaalien kierrätettävyyteen ja kierrätykseen sekä luonnon uudistamiseen. Tavoite olisi, ettei jätettä syntyisi ollenkaan, vaan materiaalit kiertäisivät ja niille olisi aina jokin uusi käyttökohde. (Ellen MacArthur Foundation n.d.)

Kiertotalouden viisi liiketoimintamallia auttavat pääsemään näihin tavoitteisiin. Ne ovat jakamisalustat, tuotteen elinkaaren pidentäminen, uusiutuvuus, resurssitehokkuus sekä tuote palveluna. Tässä opinnäytetyössä keskitytään tuote palveluna -malliin, jossa tuotteen omistamisen sijaan tuote hankitaan palveluna.

Opinnäytetyön tavoitteena on selvittää Pure Wasten keväällä 2022 pilotoimaan vuokrauspalvelun ilmastovaikutukset. Pilotti on osa Sitran rahoittamaa PaaS Pilots – Product as a Service pilots -hanketta. Pure Waste pilotoi hankkeessa

arkivaatteiden vuokrauspalvelua, jossa asiakas saa kuukausimaksua vastaan vuokrata tietyn määrän vaatteita. Asiakas käyttää ja pesee vuokraamiaan tuotteita normaalisti vuokrausajansa verran, jonka jälkeen asiakas lähettää vuokraamansa vaatteet takaisin Pure Wastelle. Opinnäytetyössä tutkitaan tuote palveluna -mallin tuomia hyötyjä ja haittoja vaateteollisuuteen ja pohditaan myös päästölaskelman tulosten perusteella, minkälaisia vaikutuksia tällaisella mallilla olisi.

Opinnäytetyön toimeksiantajana toimii Pure Waste. Pure Waste on suomalainen tekstiilikierrätyksen edelläkävijä. Vuodesta 2013 he ovat valmistaneet ja myyneet 100-prosenttisesti kierrätyskuidusta valmistettuja kankaita, lankoja ja vaatteita: 60 % on kierrätettyä puuvillaa ja 40 % kierrätettyä polyesteriä. Pure Wasten toiminta perustuu tekstiiliteollisuuden leikkuujätteen keräämiseen ja kierrättämiseen Intiassa. Heidän tavoitteensa on ollut alusta alkaen tarjota täysin kierrätyskuidusta valmistettuja laadukkaita tuotteita. (Pure Waste 2020.)

2 Vaate palveluna

Vaatteiden ostamisesta second hand -tuotteena voitaisiin jo puhua nykyajan trendinä. Se on yleistynyt entisestään nuorten keskuudessa. Nykyään maailmassa yksilöllisyys, erilaisuus ja oman persoonan näkyminen ovat nousseet entistä enemmän puheenaiheeksi. Pukeutuminen on yksi keino erottautua joukosta.

Samalla on huomattu, kuinka helppoa on päästä vanhoista vaatteista eroon viemällä ne vaatekeräyspisteisiin ja ostaa niiden tilalle uusia vaatteita, jotka ovat second hand -tuotteita. Tämä saa ajattelemaan, että tekee hyvän teon ja toimii vastuullisesti, kun kierrättää eikä osta uutta. Ostaminen on kuitenkin vielä ongelma. Second hand -kaupoissa tuotteet ovat normaalisti halvempia kuin jos ostaisi uuden vaatteen myymälästä, mikä voi johtaa ostettujen vaatteiden määrän kasvuun. Halvemman hinnan syystä ihmiset ostavat myös harkitsettomammin ja esimerkiksi ilman kokeilua ja huomaavatkin kotona, ettei vaate olekaan miellyttävä. Kun vaate on halpa, siinä harvemmin mietitään vaatteen pitkää kestoä. Ennemmin vaate ostetaan yhtä käyttötarkoitusta varten. (Yle 2020.)

Tämän kaiken rinnalla perinteiset vaatekaupat toimivat niin kuin ennenkin tai voivat jopa huonontaa vaatteiden tuotannon laatua ja halventaa hintoja sekä lisätä alennuspäiviä, jotta vaatteita menisi myydyksi. Lopputuloksena emme vähennäkään vaatteiden määrää, vaan voimme jopa kasvattaa sitä. Näin toimiessa luonnonmateriaalien käyttö jatkuu ja jätettä syntyy edelleen. Second hand -palvelu ei siis itsessään ratkaise vaatealan ongelmaa. Se pikemminkin toimii väliaikaisena ratkaisuna ongelmalle, jota ei ole helppo ratkaista. (Yle 2020.)

Nurmen (2017) mukaan tämänhetkinen markkinatalouden järjestelmä perustuu nopeuteen. Yritysten tärkeimpänä tehtävänä nähdään voiton tuottaminen osakkeenomistajille. Vaatemerkit ja -kaupat saavat vaatteesta vain voiton silloin, kun se myydään. Sen jälkeistä elämää ei tarvitse miettiä. Tämä tarkoittaa sitä, että vaatteen tuotannossa ei tarvitse keskittyä vaatteen laatuun tai pitkäikäisyyteen, sillä yritys ei kannu vastuuta tuotteen koko elinkaaresta. Sama pätee vaatteen materiaalien ja tuotannon ekologisuuden ja eettisyyden

mietinnässä: yrityksiltä vaaditaan yhteiskuntavastuuta, mutta he voivat kuitenkin toimia suhteellisen vapaasti globaalilla pelikentällä.

Vaateteollisuudessa tarvitaan merkittävä muutos nykyisiin totuttuihin liiketoimintamalleihin. Tarvitaan sellaisia malleja, jotka edesauttavat siirtymistä kestävämpiin kulutustottumuksiin ja säästävät myös luonnonvaroja. Kiertotalouden tuote palveluna -liiketoimintamalli olisi yksi vaihtoehto siirtymisen edesauttamiseen. Tällöin ostamisen sijaan kuluttajalle tarjottaisiin vuokraus-, lainaus-, jakamis- tai vuokrauspalvelua, joka mahdollistaisi tuotteen jatkokierrätyksen ja täyden käyttöpotentiaalin. (Telaketju 2021.)

Tuote palveluna -liiketoimintamallin avulla voitaisiin luoda systeeminmuutos, joka tarjoaisi vaihtoehtoista ansaintamallia nykyisen tilalle ja joka tekisi laadukkaiden, pitkäikäisten tuotteiden valmistamisen pikamuotia kannattavammaksi. Palvelumalli voisi toimia monella eri tapaa: yksityishenkilöt voivat vuokrata suoraan toiselta henkilöltä, vaatekauppa voi tarjota valikoimastaan osaa vaatteista vuokrattavaksi sekä itse vaatemerkki voi vuokrata omia vaatteitaan yrityksille tai yksityishenkilöille. Tuote palveluna -mallin avulla vaatteesta maksamisen käsitys muuttuisi: emme enää maksa vaatteesta itsessään, vaan vaateen käytöstä. (Nurmi 2017.)

Jos tuote palveluna -mallista tulisi yleistä, vaatekauppojen tulisi löytää uusia tapoja saada itsensä menestymään. Vuokraamalla vaatekauppa voi parhaimmillaan saada paremman katteen ja vakiintuneen ja tiiviimmän asiakassuhteen. On todennäköistä, että kun asiakas löytää hyvän vaateen tai vaatteita, hän haluaa vuokrata useammin ja samalla innostua myös muista vaatekaupan vaatteista tietämällä, että nämä vaatteet sopivat hänelle. Usein ihminen pysyy itselleen tutussa ja turvallisessa löytäessään itselleen jotain sopivaa. (Nurmi 2017.)

Vuokrauspalvelun avulla vaatekaupat ja -merkit saavat myös arvokasta tietoa vaatteistaan ja niiden käytöstä asiakkailtaan, jota voidaan hyödyntää vaatteiden suunnittelussa ja tuotannossa. Vaatevuokrauksessa tärkeän roolin saavat myös korjaus- ja pesulapalvelut, mikä myös takaa työllistymistä ja uutta liiketoimintaa.

Samalla vaatteiden laatuun ja pitkäikäisyyteen alettaisiin kiinnittämään enemmän huomiota, jolloin katse kiinnittyy vaatteen tuotantoon ja siihen käytettävään materiaaliin. Vaatteet kannattaa tehdä hyvistä ja kestävästä materiaaleista, jotta ne säilyisivät hyväkuntoisina mahdollisimman pitkään. Näin luonnonvarojen käyttö ja käyttämättömien vaatteiden määrä vähenisi. (Nurmi 2017.)

Vaate palveluna -mallin periaatteena on uudistaa käsitys vaatteiden tuotannosta, ostosta, käytöstä sekä hävittämisestä. Vaatteille määritellään uusi merkitys. Vaate palveluna -mallissa vaate käyttäytyy itse palveluna, joka tässä tapauksessa usein merkitsee vaatteen vuokrausta. Se on palvelu, jota tarvitaan tietty hetki ja sen jälkeen vaate palautuu omistajalleen eli tässä tapauksessa yritykselle tai yksityishenkilölle, joka kyseistä palvelua tarjoaa ja luvouttaa vaatteen uudelleen toisen asiakkaan palveltavaksi.

Tässä tapauksessa vaate toimii samoin kuin muutkin palvelut, kuten esimerkiksi lasketteluvälineiden vuokraus. Usein laskettelemaan lähtiessä lasketteluvälineet vuokrataan paikan päältä ja palautetaan laskettelu loppuessa, kun niitä ei enää tarvita. Samaa yritetään hakea myös vaatteiden vuokraamisella. Omistamme paljon vaatteita ja suurin osa niistä lojuu käyttämättöminä vaatekaapeissa, jotka sillä hetkellä voisivat olla täysin hyvin vuokrattavana ja käytettävissä jollakin toisella.

Tällä hetkellä muutamat yritykset jo toimivat vaate palveluna -mallin tavoin, esimerkkeinä Vaatepuu ja Bonic fashion rental. Vaatepuu on vuonna 2013 perustettu vaatelainaamo-konseptin ympärille muodostunut kestäviä pukeutumiskäytäntöjä tarjoava yritys, josta pystyy vuokraamaan vaatteita yhden kerran käyttöön tai viikoiksi (Vaatepuu n.d.). Bonic fashion rental on naisille tarkoitettu vaatelainaamo, joka perustuu intohimosta muotiin, kestävään kehitykseen sekä yrittäjyyteen. He vuokraavat näyttäviä asuja juhliin ja arjen piristykseksi kertavuokrauksina, joiden vuokrausaika on joko 3 tai 7 päivää. (Bonic n.d.)

Myös työvaatepuolella vaate palveluna -malli on jo käytössä. Tästä esimerkkinä suomalainen Touchpoint, jonka tavoitteena on Suomen ensimmäiset

hiilineutraalit työvaatteet sekä laajin valikoima ympäristöystävällisiä työvaatemateriaaleja. Heidän vaatteitaan käytetään muun muassa Kotipizzassa, Sakupessa sekä Lapland hotelsissa. (Touchpoint n.d.)

3 Elinkaariarviointi ja hiilijalanjäljen laskenta

Lisääntynyt ympäristötietoisuus ja tuotteiden ympäristövaikutuksia koskevat kysymykset kannustavat yrityksiä selvittämään palveluidensa ja tuotteidensa kokonaisvaltaiset ympäristövaikutukset. Tuotteiden ja palveluiden kokonaisen elinkaaren ympäristövaikutusten selvittämiseksi on luotu elinkaariarviointi eli LCA (Life Cycle Assessment). Täydellinen elinkaari käsittää materiaalien hankinnan luonnosta, niiden prosessoinnin ja kuljetuksen sekä tuotteen valmistuksen, jakelun, käytön, uudelleenkäytön, huollon, kierrätyksen ja hylkäämisen. Elinkaariarviointi on perusmenetelmä, jonka periaatteita ja käytäntöjä on hyvä seurata myös yhteiskunnan resurssitehokkuuden määrittelemisessä. (Suomen ympäristökeskus 2022.)

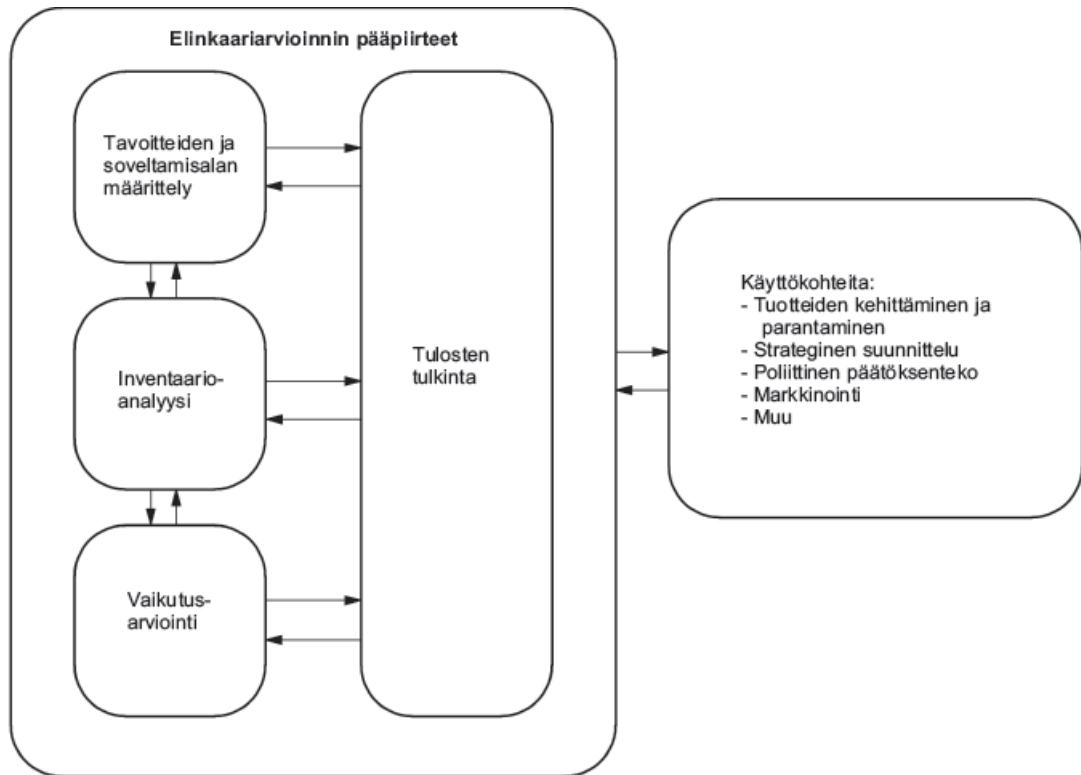
Elinkaariarvioinnin toteuttamisen helpottamiseksi on laadittu kansainvälisen standardisointijärjestön ISO:n 14040-sarjan standardit. Yksityiskohtaisten elinkaariarviointien sijaan voidaan tehdä myös niin sanottuja yksinkertaistettuja elinkaariarviointeja, joissa tarkkaillaan vain tiettyä päästöä, esimerkiksi CO₂-päästöjä, jotka rajoittuvat tiettyyn tuotejärjestelmäosaan. (Suomen ympäristökeskus 2022.)

Kun halutaan tietää tuotetusta hiilimäärästä, se lasketaan hiilijalanjäljen laskennan avulla. Jos hiilijalanjäljen laskenta perustuu yrityksen toimintaan, siinä otetaan huomioon toiminnan pyörittämisen aiheuttamat päästöt, kuten energiankulutus, kuljetusten ja jätehuollon päästöt. Hiilijalanjäljen laskentaan käytetään Greenhouse Gas (GHG) protocol -raportointistandardia tai kansainvälisen standardisointijärjestön ISO:n 14067 standardia. (EcoReal 2020.)

Opinnäytetyön päästölaskelmassa lasketaan kasvihuonekaasupäästöjä yleisluontoisesti ja rajatussa systeemissä. Tämän vuoksi kyseessä ei ole täysin standardin mukainen elinkaariarviointi.

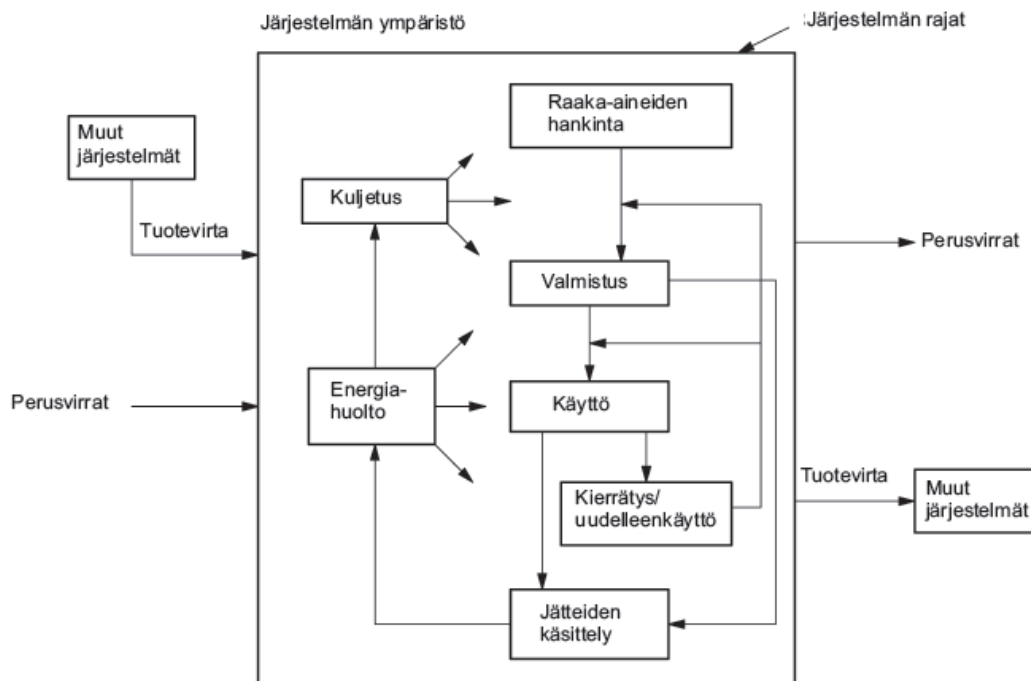
Elinkaariarviointiselvitys koostuu tavoitteiden ja soveltamisalan määrittelyn (goal and scope), inventaarioanalyysin (LCI), vaikutusarvioinnin (LCIA) ja tulosten

tulkinnan vaiheista (Suomen Standardisoimisliitto SFS-ISO EN 14040:2006 + A1:2020). Kuvassa 1 on esitelty elinkaariarvioinnin vaiheet.



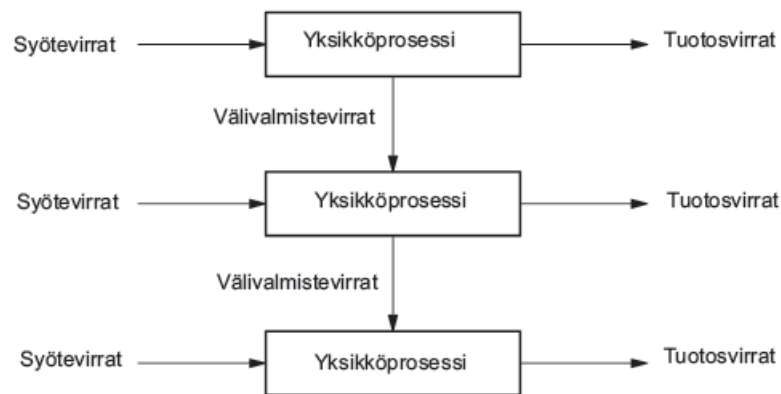
Kuva 1. Elinkaariarvioinnin vaiheet (Suomen standardisoimisliitto SFS-EN ISO 14040:2006 + A1:2020).

Elinkaariarvioinnissa tuotetta käsitellään omana tuotejärjestelmänään, joka suorittaa yhden tai useamman määrittelyn toiminnon, kuten tuotteen raaka-aineiden hankinnan ja/tai tuotannon. Tuotejärjestelmää ei voida määritellä lopputuotteisiin liittyvillä muuttujilla, vaan sen keskeistä ominaisuutta kuvataan sen toiminnolla. (Suomen standardisoimisliitto SFS-EN ISO 14040:2006 + A1:2020). Kuvassa 2 on esimerkki tuotejärjestelmästä. Siinä esitetään tuotteen elinkaari raaka-aineen hankinnasta jätteiden käsittelyyn sekä elinkaaren eri vaiheissa huomioon otettavat asiat.



Kuva 2. Esimerkki tuotejärjestelmästä elinkaariarviota varten (Suomen Standardisoimisliitto SFS-ISO EN 14040:2006 + A1:2020).

Yksikköprosessit ovat tuotejärjestelmän osia. Yksikköprosessit yhdistetään toisiinsa välivalmistevirroilla, jätteenkäsittelyyn johtavilla virroilla tai molemmilla, toisiin tuotejärjestelmiin tuotevirroilla ja ympäristöön perusvirroilla. Tuotejärjestelmien jako yksikköprosesseihin helpottaa siihen sisältyvien syötteiden (inputs) ja tuotosten (outputs) tunnistamista. Syötteitä voidaan käyttää varsinaisen tuotteen komponenttina tai apusyötteinä, mutta ne eivät ole varsinaisen tuotteen osia. Yksikköprosessi tuottaa myös muita tuotoksia, kuten perusvirtoja ja tuotteita, toimintansa tuloksena. (Suomen standardisoimisliitto SFS-EN ISO 14040:2006 + A1:2020). Kuvassa 3 on esimerkki tuotejärjestelmän yksikköprosessisarjasta, jossa jokaiseen yksikköprosessiin kulkeutuu syötevirrat ja lähtee tuotosvirrat ja kuinka yksikköprosessit linkittyvät toisiinsa välivalmistevirroilla. Yksi esimerkki yksikköprosessista on tuotteen varastointi varastolla. Syötevirtana toimii varaston tarvitsemat sähkö ja lämmitys ja tuotosvirtana toimii varastossa mahdollisesti syntyvät jätteet.



Kuva 3. Esimerkki tuotejärjestelmän yksikköprosessisarjasta (Suomen Standardisoimisliitto SFS-ISO EN 14040:2006 + A1:2020).

Elinkaariarviota aloitettaessa on tärkeää määrittää toiminnallinen yksikkö (functional unit), joka määrittää sen, mitä tarkastellaan. Kaikki analysoinnit tehdään suhteessa tähän toiminnalliseen yksikköön. Toiminnallisen yksikön ensisijaisena tarkoituksena on antaa vertailuyksikkö, johon syötteitä ja tuotoksia suhteutetaan. Elinkaariarvioinnin tulosten vertailukelpoisuuden varmistamiseksi tällainen vertailuyksikkö on tarpeellinen. (Suomen standardisoimisliitto SFS-EN ISO 14040:2006 + A1:2020).

Järjestelmän rajat (system boundaries) puolestaan määrittelevät mallinnettavaan järjestelmään sisällytettävät yksikköprosessit. Ihannetapauksessa tuotejärjestelmän rajoilla olevat syötteet ja tuotokset ovat perusvirtoja. Syötteiden ja tuotosten määrittämisessä ei tarvitse liikaa käyttää voimavarojaan: elinkaariarviota tehdessä huomaa, mitkä ovat oleellisia ja merkittäviä selvityksen johtopäätöksiin ja mitkä tippuvat matkan varrella pois. (Suomen standardisoimisliitto SFS-EN ISO 14040:2006 + A1:2020).

3.1 Tavoitteiden ja soveltamisalan määrittely

Ensimmäinen vaihe elinkaariarvioinnissa on tavoitteiden ja soveltamisalan (goal ja scope) määrittely. Elinkaariarvioinnin tavoitteiden avulla selvennetetään, mikä on sen käyttötarkoitus, mitkä ovat syyt selvityksen tekemiseen, keille sitä tehdään

ja onko selvityksen tarkoitus olla julkisia. (Suomen standardisoimisliitto SFS-EN ISO 14040:2006 + A1:2020).

Jotta selvityksen laajuus, syvyys ja yksityiskohtaisuus vastaisivat tavoitteiden määrittelyä, soveltamisala tulisi määrittellä riittävän hyvin. Soveltamisalan määrittelyyn liittyvät tutkittava tuotejärjestelmä sekä sen toiminnot, toiminnallinen yksikkö, järjestelmän rajat, allokointimenetelmät eli kohdentamismenetelmät, vaikutusarviointimenetelmät ja vaikutustyyppit, käytettävä tulkintatapa, tiedoille asetetut vaatimukset, olettamukset, arvovalinnat ja vapaaehtoiset osat, rajoitukset, lähtötietojen laatuvaatimukset, kriittisen arvoinnin tyyppi (mikäli käytössä) ja selvityksestä vaadittavan raportin tyyppi ja muoto. (Suomen standardisoimisliitto SFS-EN ISO 14040:2006 + A1:2020).

3.2 Inventaarioanalyysi

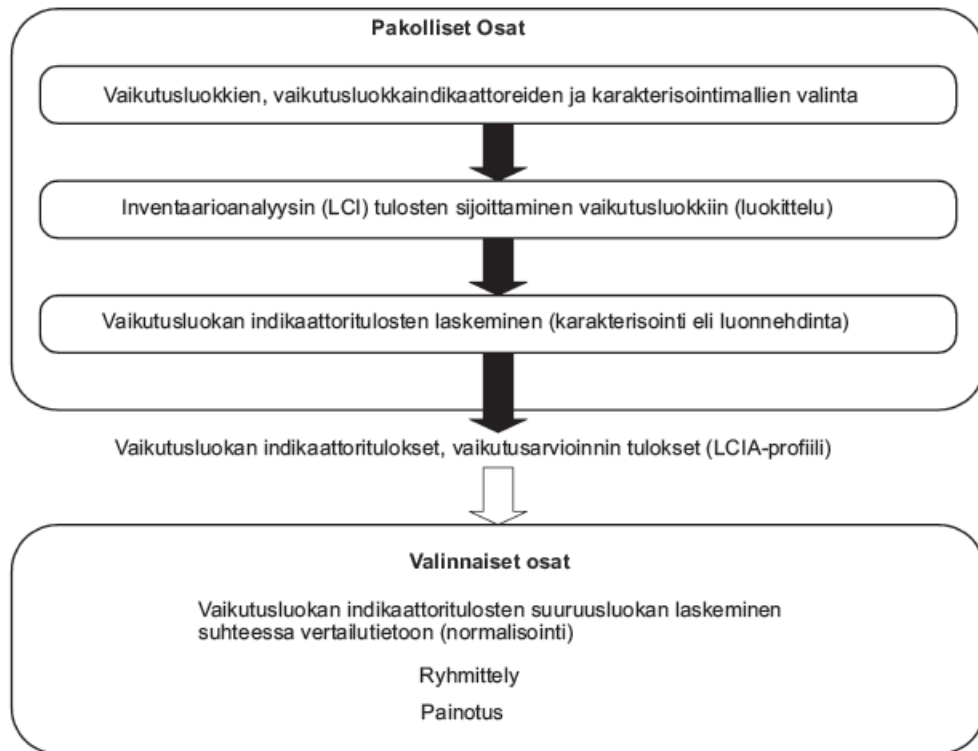
Toisena vaiheena elinkaariarvioinnissa on inventaarioanalyysi (LCI), jossa annetun tuotteen elinkaaren aikaiset syötteet ja tuotokset koostetaan ja kuvataan määrällisinä. Inventaarioon sisältyvää laadullista ja määrällistä tietoa tulisi kerätä jokaisesta järjestelmän rajojen sisään kuuluvasta yksikköprosessista. Tärkeimpiä syötteitä ja tuotoksia ovat energia- ja raaka-ainesyötteet, rinnakkaistuotteet ja jätteet, päästöt ilmaan, veteen ja maaperään sekä muut ympäristönäkökohdat. (Suomen standardisoimisliitto SFS-EN ISO 14040:2006 + A1:2020).

Inventaarioanalyysivaiheeseen kuuluu myös itse laskeminen. Usein saadut tiedot eivät ole kaikki samassa yksikössä, jolloin niitä täytyy suhteuttaa käytössä olevaan toiminnalliseen yksikköön. Inventaarioanalyysivaiheen aikana voi tulla muutoksia ja tarkennuksia esimerkiksi järjestelmän rajoihin ja on myös siksi haastavin ja aikaa vievin elinkaariarvion vaihe. (Suomen standardisoimisliitto SFS-EN ISO 14040:2006 + A1:2020).

3.3 Vaikutusarviointi

Seuraavana vaiheena on vaikutusarviointi (LCIA). Vaikutusarviointi on toiminnalliseen yksikköön perustuva suhteellinen lähestymistapa. Siinä voidaan käyttää ympäristösuorituskyvyn arvioinnin, ympäristövaikutusarvioinnin ja riskinarvioinnin avulla kerättyjä tietoja. Vaikutusarvioinnin vaihe tulee suunnitella huolellisesti, jotta elinkaariarvointiselvityksen tavoitteet ja soveltumisala toteutuvat. (Suomen standardisoimisliitto SFS-EN ISO 14040:2006 + A1:2020).

Vaikutusarviointivaiheen jakaminen eri osiin on hyödyllistä ja välttämätöntä. Vaikutusarviointivaiheen osia on havainnollistettu kuvassa 4. Näiden avulla jokainen vaikutusarvioinnin osa on selkeästi määritelty, elinkaariarvioinnin tavoitteita ja soveltamisalaa määriteltäessä voidaan ottaa yksittäinen osa erikseen huomioon, kullekin osalle voidaan suorittaa menetelmien, oletusten ja laadun arviointi ja ne voidaan jättää näkyviin kriittistä arviointia ja raportointia varten sekä kussakin osassa esiintyvä arvojen käyttö ja arvovalinnat voidaan jättää myös näkyviin kriittistä arviointia ja raportointia varten. (Suomen standardisoimisliitto SFS-EN ISO 14040:2006 + A1:2020).



Kuva 4. Vaikutusarviointivaiheen osat (Suomen Standardisoimisliitto SFS-ISO EN 14040:2006 + A1:2020).

3.4 Tulosten tulkinta

Viimeisenä elinkaariarvion vaiheena on tulosten tulkinta. Siinä tarkastellaan inventaarioanalyysin ja vaikutusarvioinnin tuloksia yhdessä. Tulosten pitäisi olla määritellyn tavoitteen ja soveltumisalan mukaisia, joiden avulla voidaan tehdä johtopäätöksiä, selvittää rajoituksia ja esittää suosituksia. Tulosten tulkinnassa pitäisi kuvata vaikutusarviointitulosten perustuvan suhteelliseen lähestymistapaan ja osoittaa potentiaalisia ympäristövaikutuksia, eikä ennustaa todellisia vaikutuksia. Tulkinnan tarkoituksena on myös esittää elinkaariarvion tulokset helposti ymmärrettävässä ja johdonmukaisessa muodossa. (Suomen standardisoimisliitto SFS-EN ISO 14040:2006 + A1:2020).

4 Päästölaskenta tuote palveluna -mallin vaatteelle

4.1 Tavoitteet

Tavoitteena on arvioida Pure Wasten tuote palveluna -mallin ilmastovaikutukset ja suurimmat päästölähteet. Pure Waste teki keväällä 2022 kokeilun, jossa se testasi tuote palveluna -mallia asiakkailleen. Tavoitteena on laskennan avulla tehdä huomioita, joiden avulla toimintaa pystytään parantamaan ympäristöystävällisemmäksi. Laskelma on rajattu ja yleisluontoinen, sillä kaikkia laskentaan tarvittavia tietoja ei ollut saatavilla opinnäytetyön tekemisen aikana, jonka vuoksi elinkaariarvion sijaan laskelmasta käytetään päästölaskenta nimeä.

4.2 Järjestelmärajaus

Päästölaskennan laskeminen keskittyy tuote palveluna -malliin, jolloin päästölaskennan laskemisessa keskityttiin yhden vuokrakierroksen aikana syntyviin päästöihin. Toiminnallisena yksikkönä, eli mihin verraten päästölaskenta tehtiin, toimi 200 grammaa painava kokeilussa kiertävä t-paita. T-paidan elinkaarta katsotaan kokonaisuutena, tuotannosta t-paidan palautumiseen takaisin varastolla kokeiluajan ja pesulan jälkeen. Pure Wasten tuotanto on Intiassa, missä heidän raaka-aineensa tekstiiliperäinen leikkujäte sijaitsee (Pure Waste 2020). Intiasta vaatteet lähtevät merirahdilla Suomen Helsinkiin ja Pure Wasten varastolle. Varastolta vaatteet lähtevät joko heidän myymäläänsä, joka sijaitsee Helsingissä, tai kuljetusyritysten kautta asiakkaille.

Tämän kokeilun asiakkaat asuivat pääkaupunkiseudulla ja noutivat itse vaatteensa Pure Wasten myymälästä. Kokeiluajan jälkeen asiakkaat palauttavat vaatteet takaisin, jonka jälkeen Pure Waste lahjoittaa vaatteet hyväntekeväisyyteen. Jatkossa tavoitteena on saada vaatteet takaisin kiertoon uusiin vuokrauksiin.

4.2.1 Tuotanto

Pure Waste on tehnyt aikaisemmin laskelman verraten heidän t-paitansa (60 % kierrätetty puuvilla ja 40 % kierrätetty polyesteri) tuotannon ympäristövaikutuksia 100 % neitseellisestä puuvillasta, 60 % neitseellisestä puuvillasta ja 40 % neitseellisestä polyesteristä valmistettujen t-paitojen kanssa (Pure Waste LCA Report n.d.). Tämän laskelmaraportin mukaan heidän t-paitansa päästökerroin on 1,11 kg (CO₂e), jota tässä laskelmassa myös käytettiin. Tämä t-paidan päästökerroin sisältää rajauksen kehdosta varastolle eli paidan valmistuksen, tuotannon ja kuljetuksen Intiassa ja kuljetuksen merirahdilla varastolle Suomeen.

4.2.2 Varastointi

Pure Waste on arvioinut tuotteidensa keskimääräiseksi varastointiajaksi noin vuoden, jonka mukaan nykyinen päästölaskenta on tehty. Kaiken kaikkiaan tuotteita on varastolla keskimäärin 110 000 kappaletta. Kokeilun aikana tuotteet paketoidaan Repackin pakkauksiin, joissa valikoidut tuotteet lähetetään asiakkaille ja asiakkaat lähettävät tuotteet samoissa pakkauksissa takaisin. Näitä pakkauksia uudelleen käytetään koko ajan, minkä vuoksi pakettien kierto on jätetty päästölaskelmasta pois. Kun tarkastellaan yhtä vuokrakierrosta, paketeista ei synny itsessään jätettä uudelleenkäytön vuoksi. Jätetty syntyy korkeintaan teipeistä, teippihylsyistä tai pakkausten pannoista, joita tässä laskelmassa ei otettu huomioon.

Pure Waste käyttää varastossaan kaukolämpöä ja uusiutuvaa energiaa. Vuodessa he käyttävät varastossaan kaukolämpöä 45 MWh ja uusiutuva energiaa 12,5 MWh. Päästölaskentaan kaukolämmön ja sähkön kulutus on jaettu varaston tuotteiden määrällä, jotta laskelmaan saataisiin t-paidan laskennallinen osuus energiankulutuksesta.

4.2.3 Kuljetukset

Pure Waste kertoo vastuullisuusraportissaan käyttävän kuljetusyriyksenä Postia, UPS Finlandia, DHL Expressiä sekä A2B:tä tuotteiden toimittamiseen asiakkaille. Tavaroiden siirtämiseen varastolta myymälään he käyttävät sähkörahtipyörää mahdollisuuksien mukaan.

Tässä kokeilussa asiakkaat asuivat pääkaupunkiseudulla, jonka vuoksi he myös itse noutivat tilauksensa myymälästä eikä kuljetuspalveluita tarvittu. Laskelmissa oletuksena pidettiin, että asiakkaat kulkivat myymälään 10 km säteeltä, jolloin heidän liikkumismatkaksensa syntyi yhteensä 20 km. Ei kuitenkaan tiedetä, millä tavoin asiakkaat noutivat tilauksensa. Jos he tulivat pyörällä tai jalan, päästöjä ei syntynyt ollenkaan. Jos asiakkaat olivat omalla autolla tai kaupunkibussilla liikenteessä, päästöjä syntyi jonkin verran. Tämän vuoksi laskelmassa tehtiin kolme eri skenaariota vuokrakerroksen kuljetuksista.

Varaston ja myymälän välinen etäisyys on pyöristettynä 10 km. Tämän Pure Wasten henkilöstö kulkee pääosin pyörällä, joten laskelmassa oletettiin päästöjen olevan nolla. Pesula, jota Pure Waste käyttää vaatteiden pesemiseen, sijaitsee myös kävelymatkan päässä, jonka vuoksi etäisyydeksi on laskelmassa merkitty 0 km. Edellä mainittujen syiden takia liikkuminen jätettiin pois ja laskelmassa keskityttiin nouto- ja palautuskuljetuksiin ja niiden vaikutuksiin.

4.2.4 Käyttövaihe

Kokeiluun osallistui noin 7-8 asiakasta. Kokeilu kesti asiakkaille 1-3 kuukautta, joiden aikana he pitivät ja pesivät vaatteita normaalisti muiden vaatteiden joukossa. Asiakkaille lähetettiin kokeiluajan päättyessä kysely, jossa selvitettiin tarkemmin vaatteiden käyttöä. Kyselyn tietoja ei kuitenkaan ehditty saamaan osaksi opinnäytetyötä. Asiakkailta olisi ollut arvokasta saada tietää kuinka paljon vaatteita käytettiin ja kuinka usein vaatteet pestiin kokeilun aikana, jotta päästölaskelmassa olisi pystytty kunnolla vertailemaan mikä vaihe t-paidan

elinkaaresta tuottaisi eniten päästöjä ja oltaisiin pystytty arvioimaan päästöjä vaateen käyttökertaa kohden.

4.2.5 Pesu

Pure Waste käyttää vaatteiden pesuun SOL:n pesupalvelua. Laina-ajan loputtua vaatteet viedään pesulaan pestäviksi. SOL:n pesuprosessista päästölaskelmaa varten ei tietoja saatu ja sen osuus laskelmasta on jäänyt tyhjäksi. Olisi ollut hyvä tietää kuinka paljon heiltä kuluu vettä ja pesuaineita ja energiaa yhtä kiloa kohti vaatteita, jolloin pesuprosessin päästöjä olisi pystytty laskemaan ja vertaamaan muihin t-paidan elinkaaren vaiheisiin.

4.3 Inventaario

Päästölaskelman laskemiseen käytettiin Excel-ohjelmistoa. Taulukossa 1 näkyy, kuinka ensimmäiseksi listattiin kaikki tiedetyt sekä oletetut tiedot ja ne eroteltiin päästölaskelman eri vaiheisiin. Varaston lämmitys ja sähkö oli laskettu valmiiksi verraten koko varastoa, joten laskettiin myös verraten 200 g t-paitaan, joka toimi päästölaskelman toiminnallisena yksikkönä.

Taulukko 1. Päästölaskelman inventaario.

Pure Wasten t-paidan elinkaari	Määrä	Yksikkö	Lisätieto:
Paidan tuotanto			
t-paita	200	g	Tuotannon ja kuljetuksen päästöarvot löytyy valmiina 1,11 kgco2e
Varasto			
lämmitys	45	MWh/a	
sähkö	12,5	MWh/a	
tuotteita varastolla	110 000	kpl	
keskimääräinen tuotteen varastointi aika	1	a	
Varaston lämmitys/tuote	0,409091	kWh	kaukolämpö
Varaston sähkö/tuote	0,113636	kWh	uusiutuva energia/helen
Lähetys asiakkaalle			
kuljetus -> myymälä	10	km	
myymälä -> asiakas (nouto)	20	km	pääkaupunkiseutu (10km + 10km)
myymälä -> asiakas (posti)	200	km	yksisuuntainen kuljetus esim: Hki -> Tre
Käyttövaihe			
laina-ajan pituus	1	kk	
pesukerrat kuukaudessa	2		Oletus
Tuotteen palautus			
asiakas -> pesula (nouto)	100	km	
asiakas -> pesula (posti)	200	km	
Pesulan käsittely			
Kuljetus takaisin varastolle		0	km

Jotta jokaisen elinkaaren vaiheen tuottamat päästöt voisi laskea ja verrata niitä toisiinsa, tarvitaan päästökertoimet. Päästökerroin eli ominaispäästö ilmoittaa päästön massana suhteessa toiminnalliseen yksikköön (OpenCO2.net 2022). Koska tarvittavat tiedot ja luvut käyttövaiheesta, pesulan käsittelystä ja kuljetusyritysten kuljetuksesta puuttuvat, keskitytään opinnäytetyössä tuotannon, noutokuljetusten sekä varaston sähkön ja lämmityksen päästöihin ja niiden vertaamiseen keskenään. Noutokuljetuksista tehtiin kolme eri versiota. Ensimmäisessä asiakas tulee pyörällä tai jalan, jolloin päästökerroin on nolla. Toisessa ja kolmannessa versiossa asiakas kulkee omalla autollaan tai kaupunkibussilla. Näihin päästökertoimet löydettiin VTT:n Lipasto-tietokannasta. Taulukossa 2 nähdään laskelmaan käytetyt päästökertoimet.

Taulukko 2. Päästölaskelmaan käytettävät päästökertoimet.

Päästökertoimet	Määrä	Yksikkö	Lisätieto ja lähteet:
posti kuljetus			Ei saatu selville
Kuljetukset autolla	159	gCO ₂ e/km	Käytetty oletuksena keskimääräistä tulosta bensinikäyttöiselle henkilöautolle maantie ja taajama ajossa: VTT n.d. Lipasto yksikköpäästötietokanta.
Kuljetukset kaupunkibussilla	28	gCO ₂ e/hkm	Käytetty oletuksena dieselkäyttöistä kaupunkibussia, joka on täysi (43 matk.): VTT n.d. Lipasto yksikköpäästötietokanta.
kuljetukset pyörällä/jalan	0	gCO ₂ e/km	
varaston kaukolämpö	182	gCO ₂ e/kwh	Helsingin ilmastovahti n.d. Kaukolämmön päästökerroin
varaston sähkö	99	gCO ₂ e/kWh	Helen Oy n.d. Energian ominaispäästöt.
pesu asiakkaalla			Ei saatu selville
pesulan prosessi			Ei saatu selville

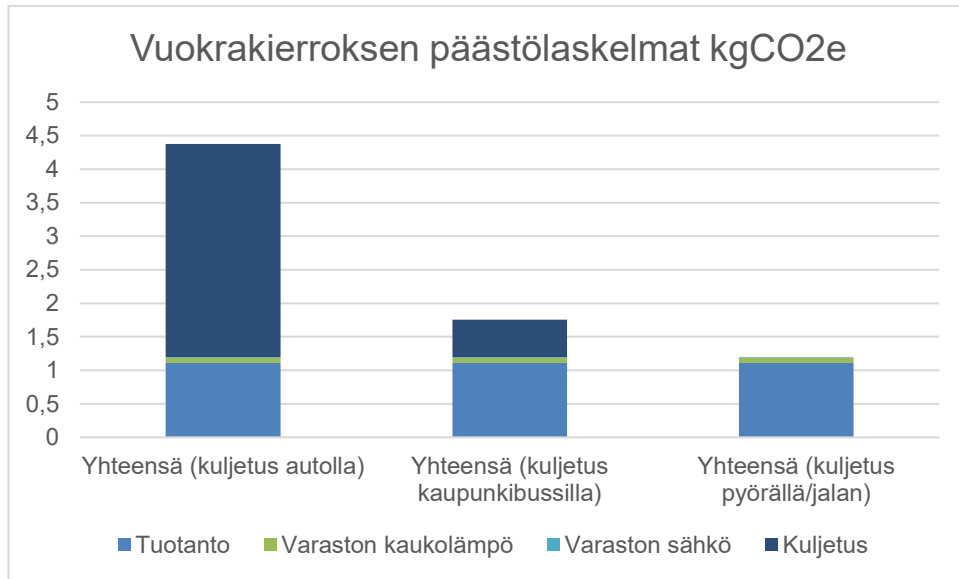
Taulukossa 3 esitetään päästölaskelman tulokset ja vaate palveluna -mallin kokeilun saamat päästöarvot. Päästöarvoja kerrotaan kgCO₂ tai kgCO₂e yksiköiden kanssa. Nämä merkitsevät hiilidioksidi- tai kasviuonekaasupäästöjen määrää kiloina, toiminnallista yksikköä kohden. Kaikki kasviuonekaasut on skaalattu niiden ilmastoa lämmittävän vaikutuksen perusteella hiilidioksidiekvivalenteiksi. Taulukkoon on laskettu kolmen eri noutotavan päästöarvot, varaston lämmityksen sekä sähkön päästöarvot sekä näytetty tuotannon päästöarvot, joka saatiin suoraan Pure Wasten vastuullisuusraportista. Näiden alle on laskettu päästöarvojen yhteissumma riippuen siitä, onko nouto ja palautus tehty autolla, kaupunkibussilla vai pyörällä tai kävellen.

Taulukko 3. Päästölaskelman tulokset.

Tulokset	Määrä	yksikkö
Tuotanto	1,11	kgCO ₂ e
Kuljetus autolla	3,18	kgCO ₂ e
Kuljetus kaupunkibussilla	0,56	kgCO ₂ e
Kuljetus pyörällä/jalan	0	KgCO ₂ e
Varaston kaukolämpö	0,074	kgCO ₂ e
Varaston sähkö	0,011	kgCO ₂ e
Yhteensä (kuljetus autolla)	4,376	kgCO₂e
Yhteensä (kuljetus kaupunkibussilla)	1,756	kgCO₂e
Yhteensä (kuljetus pyörällä/jalan)	1,196	kgCO₂e

4.4 Tulosten analysointi

Tulosten avulla huomattiin, kuinka vajanaisiksi päästölaskelman laskeminen tuli, kun koko elinkaaren vaiheiden toimintoja ei pystytty laskemaan. Tulosten avulla huomataan, kuinka vaatteiden hankintatapa myymälästä ja palautus vuokran jälkeen vaikuttaa eniten kokeilun päästöarvoihin. Kuljetus on varmasti myös isoimpia jollei isoin päästönaiheuttaja ja myös kynnyksysymys vaate palveluna -mallin kannattavuudelle ilmaston näkökulmasta. Kuvassa 5 on tarkasteltu kokeilusta tehtyjen eri kuljetusversioiden yhteispäästöarvoja. Kuvassa olevan pylväsdiagrammin avulla versioiden päästöjä pystytään helposti vertaamaan keskenään.



Kuva 5. Päästölaskelman päästöarvioiden vertailu eri kuljetustapojen mukaan.

Tarkempien tulosten saamiseksi olisi jatkossa hyvä tehdä elinkaariarvio useammasta vaate palveluna -mallin vaatteesta kerrallaan ja pidemmältä ajalta. Pidemmällä ajalla asiakkaalta saataisiin käyttövaiheesta erilaisia kokemuksia ja tietoja. Eri kuljetustapojen tiedot myös täsmentyvät ja kokeiluun saataisiin konkreettisempaa tietoa eri välimatkojen kuljetuksista ja kuljetustavoista. Mukaan saataisiin myös eri kuljetusyritysten käyttö ja vertailu, kun päästään pääkaupunkiseudulta kauemmaksi.

Päästölaskelmasta huomattiin kuljetusten päästöjen vaikuttavan paljon koko kokeilun päästölaskelman päästöarvoihin, jonka vuoksi olisi tärkeää saada tarkempaa tietoa kuljetuksista. Tarkemman tiedon avulla pystyttäisiin kehittämään kokeilua ja katsomaan, miten voitaisiin vähentää päästökijöitä. Tärkeää olisi saada myös lisätietoa käyttövaiheesta ja pesulan pesuprosessista, jolloin voitaisiin miettiä muun muassa käyttöikää ja vaatteiden kulumista sekä pesun veden kulutusta.

5 Yhteenveto

Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää Pure Wasten tuote palveluna -mallin keväällä 2022 kokeilun ilmastovaikutuksia. Päästölaskelman avulla tarkasteltiin kokeilun ilmastovaikutuksia ja pohdittiin kiertotalouden tuote palveluna -liiketoimintamallin vaikutusta vaateteollisuuteen.

Elinkaariarvion ollessa yleisluontoisempi ja rajattu, oli parempi puhua elinkaariarviosta päästölaskelmana. Päästölaskelmassa tarkasteltiin tuotannon, varastoinnin sekä valikoitujen vaatteiden lähettämistä asiakkaille ja takaisin, joka tässä kokeilussa tapahtui asiakkaan kautta: asiakas nouti ja palautti itse valitsemansa vaatteet. Tuloksia tarkastellessa isoimmaksi päästölähteeksi ilmeni asiakkaiden kulkemisen aiheuttamat päästöt. Päästölaskelman aikana asiakkaiden kulkemistapa ei ollut tiedossa, joten kulkemistavasta tehtiin kolme eri versiota. Ensimmäinen versio oli asiakkaan liikkuminen pyörällä tai kävellen, toinen oli liikkuminen kaupunkibussilla ja kolmas oli liikkuminen omalla autolla, jolla näistä versioista oli isoimmat päästöarvot eli tuotti eniten päästöjä.

Vaateteollisuuden isoimmat päästölähteet ovat tällä hetkellä vaatteiden tuotanto ja käyttövaihe. Käyttövaiheen, sekä poistotekstiilin käsittelyn tietojen puuttuessa elinkaariarvioinnin laskemisesta ei voida kuitenkaan tarkasti sanoa, olisiko vaatteiden kuljetus asiakkaille ja takaisin tuote palveluna -mallin kokeilun suurin päästölähde. Päästölaskelman laskemisesta puuttui myös kokeilun jälkeinen vaatteiden pesuprosessi pesulassa sekä vaihtoehtoinen kuljetusmuoto kuljetusyrittystä käyttäen, jos asiakas asuisikin kauempana Pure Wasten myymälästä. Vaatteiden käyttövaiheesta ja pesulan pesuprosessista saataisiin tärkeää tietoa vaateen kulumisesta sekä vaateen pesun ympäristövaikutuksista. Vaatteiden kuljetuksesta myymälästä kauemmaksi kuljetusyrittysten avulla saataisiin myös tarkempaa ja ehkä todellisempaa tietoa, minkälaisia päästöjä kuljetukset voisivat aiheuttaa verrattaessa tällä hetkellä vaateteollisuuden suurimpiin päästölähteisiin.

Tällä hetkellä olisi olennaista saada vaatteiden käyttöikää pidennettyä. Vaatteiden käyttöiän pidentämisellä pystyttäisiin vaikuttamaan vaatteiden

tuotantoon, tekstiilijätteen määrään, tuotannossa syntyviin päästöihin sekä vaatteiden valmistukseen kestävämmistä materiaaleista, joiden avulla saisimme hillittyä luonnonvarojen ylikuluttamista vaatteiden tarpeen vähentämisellä.

Tuote palveluna -mallilla on hyvä pyrkimys vaatteiden käyttöiän pidentämiseen muuttamalla vaatteiden omistuksen yritykselle tai yksityishenkilölle, jotka vuokraavat vaatteita asiakkailleen. Suomessa ja maailmalla erilaisia vaatevuokraamoja löytyy, joista esimerkkeinä on Vaatepuu ja työvaatteita vuokraava Touchpoint. Kuitenkin, jotta vaateteollisuuden päästöjä saataisiin vähennettyä tulisi keskittyä kaikkiin vaatteiden elinkaaren vaiheisiin niin kuin Pure Wasten kokeilun elinkaariarviosta huomattiin. Keskittyminen vaatteiden tuotantoon ja käyttövaiheeseen ei pelkästään riitä. Kokeilun elinkaariarviossa vaatteiden tuotannon prosenttiosuus kokonaispäästöistä oli huomattavasti pienempi kuin vaatteiden kuljetuksen.

Lähteet

Anniina Nurmi 2017. Vaate vuokralle. Viitattu 17.5.2022.
<https://www.anniinanurmi.fi/vaate-vuokralle/>

Bonic fashion rental n.d. Viitattu 20.5.2022. <https://bonic.fi/>

EcoReal 2020. Hiilijalanjäljen laskenta on ensimmäinen askel kohti päästöjen pienentämistä pysyvästi. Viitattu 31.5.2022. <https://www.ecoreal.fi/hiilijalanjaljen-laskenta-on-ensimmainen-askel-kohti-paastojen-pienentamista-pysyvasti/>

Ellen MacArthur Foundation n.d. Circular economy introduction. Viitattu 20.4.2022. <https://ellenmacarthurfoundation.org/topics/circular-economy-introduction/overview>

Helen Oy n.d. Energian ominaispäästöt. Viitattu 24.5.2022.
<https://www.helen.fi/helen-oy/energia/energiantuotanto/sahkon-ja-lammon-ominaispaastot>

Helsingin ilmastovahti n.d. Kaukolämmöntuotannon päästökerroin. Viitattu 24.5.2022. <https://ilmastovahti.hel.fi/indicators/9>

LAB-ammattikorkeakoulu 2020. Vaateteollisuuden kasvihuonekaasupäästöistä yli 40 prosenttia olisi ratkaistavissa kuluttajien valinnoilla. Viitattu 20.4.2022.
<https://lab.fi/fi/uutiset/vaateteollisuuden-kasvihuonepaastoista-yli-40-prosenttia-olisi-ratkaistavissa-kuluttajien>

OpenCO2.net 2022. Tutustu erilaisiin päästökertoimiin. Viitattu 25.5.2022.
<https://www.openco2.net/fi/paastokertoimien-yksikot>

Pure Waste n.d. LCA report V2. The Calculation of environmental impact of textile products. Viitattu 26.5.2022. <https://drive.google.com/file/d/13XR5y559QAJY-dKnFczX2ZqVPiExCAS/view>

Pure Waste n.d. Pure Waste -maailma, meistä. Viitattu 4.5.2022.
<https://www.purewaste.com/fi/purewaste-maailma/meista>

Pure Waste 2020. Vastuullisuusraportti. Viitattu 26.5.2022.
https://drive.google.com/file/d/1ddZ3FV7XWSP-npXGpEW-olSj3bzSQL_a/view

Suomen Standardisoimisliitto. SFS-EN ISO 14040:2006 + A1:2020. Ympäristöasioiden hallinta. Elinkaariarviointi. Periaatteet ja pääpiirteet. 3. painos.

Suomen Tekstiili & Muoti 2021. Noin puolet suomalaisen tekstiili- ja muotialan ilmastopäästöistä voitaisiin välttää tuplaamalla tuotteiden käyttöikä. Viitattu 20.4.2022.
<https://www.stjm.fi/uutiset/noin-puolet-suomalaisen-tekstiili-ja-muotialan-ilmastopaastoista-voitaisiin-valttaa-tuplaamalla-tuotteiden-kayttoika/>

Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy (VTT) n.d. LIPASTO yksikköpäästötietokanta. Päivitetty 2017. Viitattu 26.5.2022.
<http://lipasto.vtt.fi/yksikkopaastot/>

Telaketju 2021. Vaatteet palveluna – Minkälaista arvoa sillä voidaan luoda kuluttajille ja kiertotaloudelle? Viitattu 23.4.2022.
<https://telaketju.turkuamk.fi/webinaarit/vaatteet-palveluna-arvoa-kuluttajille-ja-kiertotaloudelle/>

Tilastokeskus n.d. Käsitteet. Hiilidioksidiekvivalentti. Viitattu 26.5.2022.
<https://www.stat.fi/meta/kas/hiilidioksidiek.html>

Touchpoint n.d. Sustainable Workwear. Meistä. Vastuulliset työvaatteet ovat intohimomme. Viitattu 20.5.2022. <https://www.touchpoint.fi/meista>

Vaatepuu n.d. Kestäviä pukeutumiskäytäntöjä. Viitattu 20.5.2022.
<https://vaatepuu.fi/>

Yle 2020. Iittala, Varusteleka, Zalando, Ikea.... Moni kauppa myy nyt myös käytettyä uuden rinnalla – second handissa on paljon hyvää, mutta siinä piilee myös ristiriita. Viitattu 23.4.2022. <https://yle.fi/uutiset/3-11634629>

Ympäristöhallinnon yhteinen verkkopalvelu. Suomen ympäristökeskus SYKE. Elinkaariarviointi, jalanjäljet ja panos-tuotusmalli. Päivitetty 2022. Viitattu 3.5.2022.
https://www.ymparisto.fi/fi-fi/kulutus_ja_tuotanto/tuotesuunnittelu_ja_tuotteet/elinkaariarviointi_jalanjaljet_ja_panostuotusmalli