



Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

Perttu Kuvaja

Hiilijalanjäljen laskentatyökalu Tekstiili- huoltoliitto ry:lle

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Energia- ja ympäristötekniikka

Insinöörityö

5.5.2021

Tekijä Otsikko Sivumäärä Aika	Perttu Kuvaja Hiilijalanjalan laskentatyökalu Tekstiilihuoltoliitto ry:lle 22 sivua + 3 liitettä 5.5.2021
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Energia- ja ympäristötekniikka
Ammatillinen pääaine	Energiantuotantomenetelmät
Ohjaajat	projektiasiantuntija Jenni Merjankari, Metropolia AMK hallituksen pj. Samuli Remes, Tekstiilihuoltoliitto
<p>Ympäristövaikutusten arviointi, laskenta ja raportointi yritystasolla ovat tärkeitä työkaluja ilmastonmuutoksen hillitsemisessä. Hiilijalanjalan selvittämisen ja tarkkailun avuksi on tehty standardisoituja laskentamalleja ja myös useita niihin perustuvia työkaluja, jotka eivät kuitenkaan sovellu kaikille toimialoille yhteiseksi, ja voivat olla vaikeaselkoisia asiaan perehtymättömälle.</p> <p>Insinööritöyön toimeksiantaja, Tekstiilihuoltoliitto ry, asetti työn tavoitteeksi luoda Suomen tekstiilihuoltoalan tarpeisiin räätälöity Excel-laskentatyökalu, jonka avulla jäsenyritykset voivat tarkastella ja vertailla toimintansa päästöjä ja kulutuksia. Alan merkittävimmät ilmastopäästöjen aiheuttajat ovat energiankulutus ja kuljetukset. Ilmastopäästöjen ohella ympäristökuormitusta aiheutuu myös pesuveden ja -kemikaalien kulutuksesta sekä tekstiilien alkutuotannosta.</p> <p>Työvaiheita olivat tekstiilihuoltoalaan ja teolliseen pesuprosessiin, sekä päästölaskennan standardeihin, kertoiimiin ja muihin päästölaskentatyökaluihin perehtyminen, jotka loivat pohjan oman työkalun suunnittelulle ja luomiselle Excelissä.</p> <p>Tuloksena syntyi GHG-protokollan ja ISO-14064-standardin ohjeistuksia noudattava TekstHiili-laskentatyökalu, joka vastasi sille määriteltyjä tavoitteita. Työkalu sisältää alan tärkeimmät päästölähteet ja uusimmat suomalaiset päästökertoimet. Täyttämällä laskuriin kulutustietonsa yritys saa arvion tuottamistaan kasvihuonekaasupäästöistä sekä pestyjen tekstiilien määrään suhteutetut päästö- ja kulutusluvut. Työkalu sisältää päästölaskurin lisäksi toimintoja tekstiilihuoltoliiton sisäiseen tulosten vertailuun, tilastointiin ja historiallisen kehityksen tarkasteluun.</p> <p>TekstHiili-työkalun päivittämistä ja kehitystä tullaan jatkamaan insinööritöyön jälkeen käyttäjäpalautteen ja kertyvän datan avulla. Mahdollisia tulevaisuudessa muuttuvia osia työkalussa voivat olla esimerkiksi päivittyvät päästökertoimet, yleiset käyttöliittymän parannukset sekä edistyneemmät data-analyysityökalut.</p>	
Avainsanat	Hiilijalanjälki, energiankulutus, kasvihuonekaasupäästöt, päästökertoimet, polttoaineiden lämpöarvot, Excel.

Author Title Number of Pages Date	Perttu Kuvaja Carbon footprint tool for the Finnish Textile care union 22 pages + 3 appendices 5.5.2021
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Energy- and environmental engineering
Professional Major	Energy technology
Instructors	Project specialist Jenni Merjankari, Metropolia UAS Chairman of the board Samuli Remes, Textile care union
<p>Corporate accounting, evaluation and reporting of environmental impacts are important tools in climate change mitigation. There are standardized methods for carbon footprint evaluation, as well as several different tools based on said standards. Unfortunately, most of these tools cannot be easily applied to all different industries and can be difficult to understand for those previously unacquainted with the subject.</p> <p>The client of this engineering thesis, the Finnish Textile care union, set the goal to develop a user-friendly emission calculator tool, tailor-made to suit the Finnish textile care business. With the tool, members of the union can calculate their emissions and consumptions. The most significant sources of greenhouse gases are energy consumption and logistics. Other environmental impacts include water and chemical use, and manufacturing of textiles.</p> <p>The thesis process started with an orientation to textile care business and industrial washing, as well as getting acquainted with emission factors, accounting standards and existing tools. The gathered information served as a foundation for designing and developing the tool in Excel.</p> <p>The end result was TekstHiili, a carbon footprint calculator for textile care businesses. The product meets the thesis goals, as well as the requirements of international standards: GHG-protocol and ISO-14064. All significant emission sources are included, and the selected emission factors are suitable for Finland. By inserting their consumption data, the company receives an estimate of their emissions, as well as consumption figures relative to the amount of washed textiles. The tool also includes features for comparing, compiling, and analyzing these results.</p> <p>Development of TekstHiili will continue after the thesis, with the help of user data and feedback. Future changes could be, for example, updated emission factors, general user interface improvements, and more sophisticated data analysis tools.</p>	
Keywords	Carbon footprint, energy consumption, greenhouse gas emissions, emission factors, heating values of fuels, Excel.

Sisällys

Lyhenteet ja terminologia

1	Johdanto	1
2	Tietoa tekstiilihuoltoalasta ja sen ympäristövaikutuksista	2
2.1	Lämmitys	2
2.2	Logistiikka	3
2.3	Ostoenergia	3
2.4	Vesi- ja jätehuolto	3
2.5	Kemikaali- ja materiaalihankinnat	4
3	Laskentamenetelmät ja -perusteet	4
3.1	Kasvihuonekaasut	4
3.2	Päästökertoimet	6
3.3	Standardien mukainen päästölaskenta	7
3.4	Vertailuluvut	10
3.5	TekstHiili-työkalun toimintaperiaate, käyttö ja rakenne	12
4	Työmenetelmät ja työn suoritus	14
4.1	Yhteistyöyritykset ja toimialaan tutustuminen	14
4.2	Valmiit päästölaskennan työkalut	16
4.3	TekstHiili-työkalun luominen	16
5	Tulokset	18
5.1	Tulosten luotettavuus ja käyttökelpoisuus	18
5.2	Mahdolliset virhelähteet ja ongelmakohdat	18
5.3	Tulosten merkittävyys ja soveltamismahdollisuudet	19
6	Yhteenveto	20
	Lähteet	21
	Liitteet	
	Liite 1. TekstHiili-laskuri	
	Liite 2. Päästökertoimet	
	Liite 3. Kyselylomake	

Lyhenteet ja terminologia

CO ₂ e	hiilidioksidiekvivalentti
ETSA	European Textile Service Association eli eurooppalainen tekstiilipalvelujärjestö
GHG	Greenhouse gas eli kasvihuonekaasu
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change eli hallitustenvälinen ilmastomuutospaneeli
Motiva	Valtion kestävän kehityksen yhtiö
pkg	pesukilo eli pestyt tekstiilit kilogrammoina
SYKE	Suomen ympäristökeskus
VTT	Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy
WECO	Water, Electricity, Chemicals and Oil/gas eli vesi, sähkö, kemikaalit ja lämmityspolttoaineet
WWF	World Wide Fund for nature eli Maailman luonnonsäätiö

1 Johdanto

Ihmisen toiminnasta syntyvät kasvihuonekaasut ja niiden aiheuttama ilmaston lämpeneminen on yksi nykymaailman suurimmista ja tärkeimmistä haasteista. Kiihtyvän lämpenemisen hidastaminen on välttämätöntä, jotta voidaan vaalia hyviä elinolosuhteita tulevaisuudessa ihmiskunnan ja luonnollisten ekosysteemien keskuudessa. Yksi tärkeä työkalu päästövähennysten tavoittelussa on omien ympäristövaikutusten havainnointi ja laskenta, joiden pohjalta voidaan suunnitella toimenpiteitä omien päästöjen vähentämiseksi.

Ilmastotietoisuus ja oman liiketoiminnan ympäristövaikutusten arviointi ovat myös yritysmaailmassa jatkuvasti kasvavia trendejä. Yhä useammat yhteisöt ja yritykset haluavat olla vastuullisia ympäristöasioissa sekä tietoisia omasta hiilijalanjäljestään, ja yli 500 työntekijän yritykset ovat nykyään myös EU-direktiivin velvoittamia raportoimaan päästöistään (1). Yhä useammin myös yrityksiltä palveluja ostavat tahot, kuluttajat ja muut sidosryhmät vaativat läpinäkyvää raportointia toiminnan ympäristövaikutuksista.

Insinööritoiminnan tavoitteena oli luoda tekstiilihuoltoalan rakenteisiin ja tarpeisiin räätälöity, käyttäjilleen helposti lähestyttävä taulukkolaskentatyökalu, työnimeltään TekstHiili. Sen tarkoituksena on auttaa tekstiilihuoltoyrityksiä hahmottamaan, tilastoimaan ja raportoimaan oman toimintansa ilmastopäästöjen sekä materiaali- ja energiavirtojen koostumus ja vertailla niitä toimialan keskiarvoihin. Päästölaskennan tulosten avulla yritysten on mahdollista havaita päästövähennyskohteita ja tukea päätöksiään puhtaampiin teknologioihin investoimisesta.

Työn toimeksiantajana oli Tekstiilihuoltoliitto ry. Liittoon kuuluu 35 jäsenyritystä, jotka tarjoavat pesula- ja vuokratekstiilipalveluja Suomessa. Esimerkkejä yritysten asiakaskunnasta ovat teollisuus, hotellit, ravintolat, sairaalat ja kotitaloudet. Yleisimpiä huollettavia ja vuokrattavia tekstiilejä ovat työvaatteet, matot, pyyhkeet ja liinavaatteet.

2 Tietoa tekstiilihuoltoalasta ja sen ympäristövaikutuksista

Elinkaaritarkastelujen perusteella tekstiilien merkittävimmät ympäristövaikutukset syntyvät energian ja veden kulutuksesta tekstiilien käyttövaiheessa, johon sisältyy tekstiilien pesu, kuivaus ja silytys, sekä raaka-aineiden, kuten puuvillan ja keinokuitujen tuotantovaiheessa. Tekstiilihuoltopalveluun kuuluu usein myös asiakkaan puolesta järjestetyt kuljetukset, ja logistiikan päästöt ovatkin monille alan toimijoille kohtalaisen merkittävä päästölähde. Tekstiilien ympäristökuormitusta voidaan vähentää esimerkiksi käyttämällä alhaisia pesulämpötiloja sekä suosimalla luomukuituja, kierrätysmateriaaleja ja mahdollisimman pitkäikäisiä tekstiilituotteita. (2.)

Tekstiilihuollon palveluilla on kiertotalousnäkökulmasta tärkeä rooli ja kokonaispäästöjä, tekstiilijätettä sekä energian ja veden kulutusta ja vähentävä vaikutus. Tekstiilien ammatimainen ja keskitetty ylläpito pidentää niiden elinkaarta, mahdollistaa vähemmän vesi- ja energiaintensiiviset pesuratkaisut, vastuullisemmat materiaalivalinnat ja kierrätyksen, sekä vähentää tarvetta uusien tekstiilien hankintaan.

Kasvihuonekaasulaskennassa tehdään niiden syntymekanismin ja -paikan mukainen jaottelu suoriin ja epäsuoriin päästöihin, jota käytetään myös tämän tekstiilihuoltoalan ja tämän insinöörityön osalta. Ympäristövaikutuksista huomioidaan kaikki merkittävät suorat ja epäsuorat ilmastopäästöt tai energian ja veden kulutusta aiheuttavat erät. Päästöjen määrään voidaan vaikuttaa mm. energiatehokkuuteen ja puhtaisiin teknologioihin investoimalla, sekä kiinnittämällä huomioita myös ostettujen palvelujen ja materiaalien päästövaikutuksiin.

2.1 Lämmitys

Jotta pesu-, kuivaus- ja silytysprosesseista saadaan hyvä lopputulos aikaiseksi, täytyy niihin tuoda lämpöenergiaa. Kotitalouksissa käytettävät sähkölämmitteiset pesukoneet ja kuivurit eivät ole kovinkaan energiatehokkaita, ja yleensä teollisessa mittakaavassa veden, höyryn ja lämmön tuotantoon on taloudellisempaa käyttää lämmityspolttoaineita kuten polttoöljyä, tai kaasua sähkön sijaan. Veden lämmitys voidaan tehdä esimerkiksi pesulaitoksen yhteydessä olevan lämmityskattilan avulla, kun taas kuivureiden ja mankelien rummut usein lämpiävät niihin integroitujen kaasupolttimien avulla.

Lämmityspolttoaineiden palamisessa syntyvät kasvihuonekaasut muodostavat suurimman yksittäisen suoran päästölähteen tekstiilihuoltoalalla. Madaltamalla pesulämpötiloja sekä hyödyntämällä esimerkiksi lämmön talteenottoa jätevesistä tai pesuvesien kierräystä, voidaan parantaa prosessin energiatehokkuutta ja siten pienentää polttoaineiden kulutusta.

2.2 Logistiikka

Usein tekstiilihuolto- ja pesulapalveluihin sisältyy tekstiilien toimitukset ja noudot asiakkaiden puolesta. Liikennepolttoaineiden palamisesta syntyviä päästöjä voidaan pienentää hankkimalla kalustoa, joka käyttää uusiutuvia tai pienipäästöisempiä polttoaineita, sekä tekemällä reittien suunnittelun ja optimoinnin siten, että ylimääräisiä tai turhia ajo-kilometrejä vajailla kuormilla tulisi mahdollisimman vähän.

2.3 Ostoenergia

Pesuloiden ja toimitilojen laitteet, valaistus, ilmanvaihto, pumpput, sekä joiltain osin myös pesuprosessin lämmöntuotto vaativat sähköä, joka ostetaan energiayhtiöltä. Muita ostoenergian muotoja tekstiilihuoltoalalla ovat niin ikään energiayhtiöiden toimittama kaukolämpö, kaukojäähdytys tai prosessihöyry. Ostoenergiasta muodostuvat päästöt syntyvät energiayhtiön käyttämän tuotantomuodon mukaan, ja energian kuluttajan näkökulmasta ne ovat siten epäsuoria päästölähteitä.

2.4 Vesi- ja jätehuolto

Tämän opinnäytetyön puitteissa keskitytään vain kasvihuonekaasupäästöihin ja yritysten energia- ja materiaalivirtoihin, joten pesulatoiminnan päästöjä vesistöihin tai maaperään ei analysoida tarkemmin. Vedenkäsittelyn vaatima sähkö huomioidaan epäsuorana päästölähteenä, kuten myös jätteiden kuljetusten, käsittelyn ja energiapolton aikana muodostuvat päästöt. Teolliset tekstiilihuoltopalvelut voivat optimoida vedenkäyttöään ja vedenkulutusnäkökulmasta se onkin huomattavasti parempi ja tehokkaampi vaihtoehto kuin hajautettu pesu, esimerkiksi niin että yritys pesee itse omat työvaatteensa.

2.5 Kemikaali- ja materiaalihankinnat

Kemikaalien ja tekstiilimateriaalien hankinnan päästöosuus on tämän työn tarkastelussa haastavin ryhmä. Päästötietojen helppo saatavuus tavarantoimittajilta ei aina ole etenkin pienimmille yrityksille aivan helppoa. Epäsuoria päästöjä näistä eristä syntyy tekstiilien ja kemikaalien tuotantovaiheessa. Myös haitallisten kemikaalien vapautuminen jätevesiin tai maaperään voi olla merkittävä ympäristövaikutus, mutta tässä opinnäytetyössä se rajataan tarkastelun ulkopuolelle ja keskitytään ilmastopäästöihin ja kulutukseen.

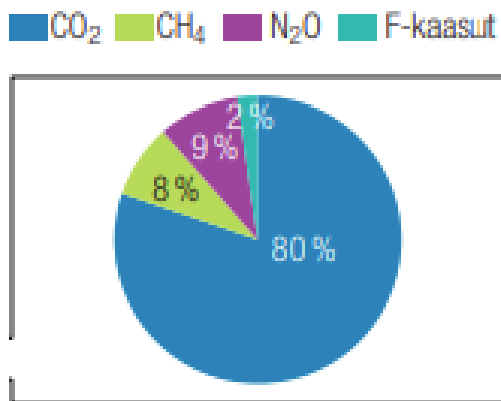
3 Laskentamenetelmät ja -perusteet

TekstHiili-työkalun suunnittelun ja päästölaskennan perusteina käytettiin kansainvälisiä päästölaskennan standardeja, jotka myös eurooppalainen tekstiilipalvelujärjestö ETSA on hyväksynyt yhteiseksi laskentametodiksi. Tässä luvussa esitellään käytetty tietopohja kasvihuonekaasujen, päästökertoimien ja standardien osalta, sekä tekstiilihuoltoliiton sisäistä vertailua ja tilastointia varten luodut vertailuluvut ja TekstHiili-työkalun toiminta- ja käyttöperiaatteet.

3.1 Kasvihuonekaasut

Kasvihuonekaasut lämmittävät ilmastoa sitomalla energiaa ja hidastamalla sen vapautumista avaruuteen muodostamalla kaasumaisen eristekerroksen ilmakehään. Kasvihuonekaasut eroavat toisistaan energian sitomiskapasiteettinsa sekä haihtuvuusaikansa osalta. (3.)

Pääasialliset kasvihuonekaasut ovat hiilidioksidi (CO_2), metaani (CH_4), typpioksiduuli (N_2O) sekä fluoratut kaasut, joiden osuudet Suomen kasvihuonekaasupäästöjen kokonaisuudesta on esitetty kuvassa 1. (4.) Kokonaispäästöt tulee ilmoittaa hiilidioksidiekvivalentteina (CO_2e), jossa eri kasvihuonekaasujen erilaiset ilmastoa lämmittävät vaikutukset on otettu huomioon kertoimien avulla ja laskettu yhteen. (3.)



Kuva 1. Kasvihuonekaasujen jakauma Suomessa vuonna 2019 (4, s. 12).

Pääasiallisten kasvihuonekaasujen ilmastoa lämmittävät potentiaalit (GWP, Global Warming Potential) ilmaistaan hiilidioksidiekvivalentin laskentaa varten seuraavina kertoina, jotka kuvastavat niiden vaikutusta sadan vuoden tarkastelujaksolla.

hiilidioksidi CO₂: GWP = 1

metaani CH₄: GWP = 28–36

typpioksiduuli N₂O: GWP = 265–268

Fluoratut kaasut voivat olla satoja tai jopa kymmeniä tuhansia kertoja hiilidioksidia voimakkaampia kasvihuonekaasuja. Fluorattujen kasvihuonekaasujen ryhmään kuuluvat fluorihiiilivedyt (HFC-yhdisteet), perfluorihiiilivedyt (PFC-yhdisteet), rikkiheksafluoridi (SF₆) ja typpitrifluoridi (NF₃). (5.)

3.2 Päästökertoimet

Päästölaskennan suoraviivaistamiseksi tässä insinööriyössä on hyödynnetty valmiita CO₂e-päästökertoimia, joita on laajalti saatavilla ja joista ylläpidetään päivittyviä tietokantoja. Laskurin päästökertoimet on kerätty mahdollisimman pitkälti suomalaisista tietolähteistä, jotta ne antaisivat tarkemman laskentatuloksen Suomessa toimiville tekstiilihuoltoyrityksille. Lähdemateriaalia hyödynnettiin seuraavasti:

- Tilastokeskuksen polttoaineluokituksesta saatiin lämpöarvot ja päästökertoimet lämmitys- ja liikennepolttoaineille.
- Motivan ilmoittamat suomalaisen energiantuotannon keskimääräiset päästökertoimet valittiin mukaan sähkön ja kaukolämmön osuuteen.
- VTT LIPASTO: Suomen liikenteen päästöt ja energiankulutus- tietokannasta saatiin erilaisille ajoneuvoille ajokilometrikohtaiset päästökertoimet.
- WWF Ilmastolaskurin laskentaperusteista saatiin jätteiden päästökertoimet, sekä ohjeistus huomioida biopolttoaineet laskennassa hiilineutraaleina.
- IPCC:n raportista Mitigation of Climate Change, Annex III: Technology specific cost and performance parameters otettiin vihreän sähköntuotannon elinkaaripäästökertoimet.
- EcoForum:n raportista Assessment of global warming potential of two textile services saatiin pesukemikaalien ja vedenkäsittelyn keskimääräiset päästökertoimet.

IPCC:n Suomea koskevan ohjeen mukaan bio- ja puuperäisten polttoaineiden energia- käyttö on nollapäästöistä, mutta päästöt tulisi laskea maankäyttösektorilla (6). Maankäyt- tösektorin tarkastelu ei kuitenkaan sisälly tämän työn aiherajaukseen. Uusiutuvien säh- kön tuotantomuotojen osalta ohjeistuksissa on vaihtelua. Joidenkin lähteiden mukaan ne tulisi huomioida laskennassa täysin päästöttöminä. Tämän opinnäytetyön laskuriin valit- tiin kuitenkin kertoimiksi IPCC:n raportoimat vähäpäästöisen sähköntuotannon elinkaa- ripäästöjen mediaanit (7).

Options	Direct emissions	Infrastructure & supply chain emissions	Methane emissions	Lifecycle emissions (incl. albedo effect)
	Min/Median/Max			Min/Median/Max
Hydropower	0	19	88	1.0/24/2200
Nuclear	0	18	0	3.7/12/110
Concentrated Solar Power	0	29	0	8.8/27/63
Solar PV—rooftop	0	42	0	26/41/60
Solar PV—utility	0	66	0	18/48/180
Wind onshore	0	15	0	7.0/11/56
Wind offshore	0	17	0	8.0/12/35

Kuva 2. Vihreän sähkön elinkaaripäästöt (7, s. 7).

3.3 Standardien mukainen päästölaskenta

Kasvihuonekaasupäästöjen laskennan perustana työkalussa on eurooppalaisen tekstii- lipalvelujärjestön ETSA:n yhteiseksi hiilijalanjäljen laskentametodologiaksi hyväksymä *Greenhouse Gas Protocol: A Corporate Accounting and Reporting Standard* sekä suo- malaiseksi kansalliseksi standardiksi vahvistettu eurooppalainen standardi *EN ISO 14064-1:2019: Kasvihuonekaasut. Osa 1: Määrittelyt ja opastusta kasvihuonekaasujen päästöjen ja poistojen laskennasta ja raportoinnista organisaatiotasolla*. Peruseriaat- teina standardin mukaisessa päästölaskennassa on kaikkien relevanttien päästölähtei- den huomiointi ja mahdollisimman tarkka, läpinäkyvä raportointi sekä mahdollisuus tehdä vertailuja. (8.)

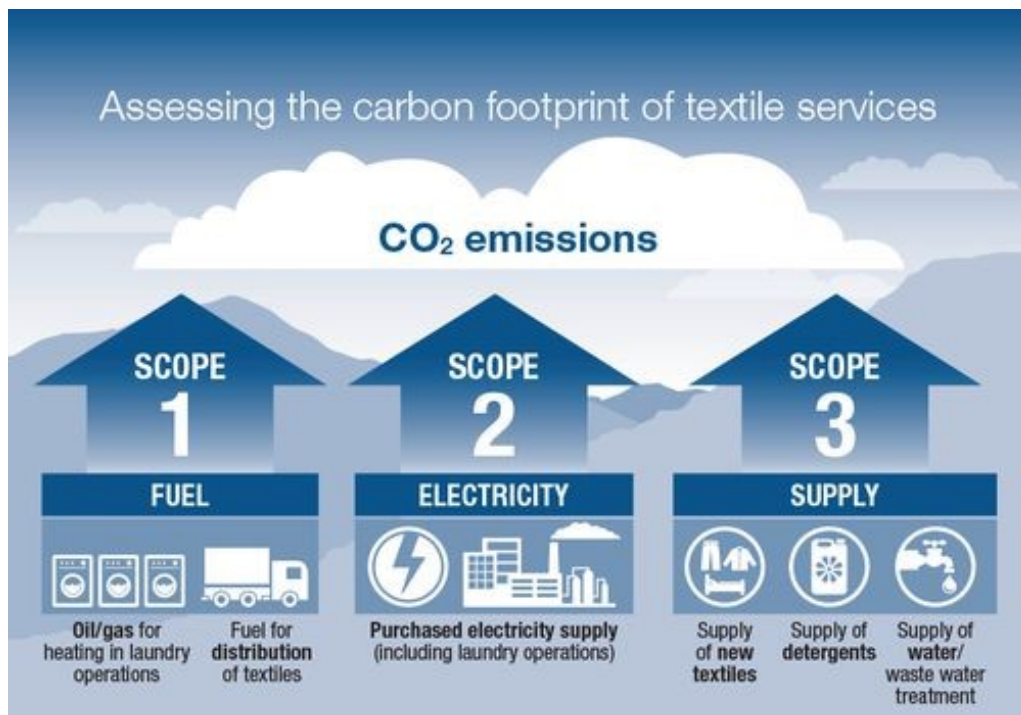
Standardeissa määritellään päästölaskennalle seuraavat rajaukset:

1. Organisaatorajojen määrittely: Rajataan organisaatio kasvihuonekaasuinven- taarion osalta vain niihin toimiin ja toimipisteisiin, joista sillä on taloudellinen tai operatiivinen kontrolli (8; 9.)

Tämän opinnäytetyön puitteissa organisaatorajaus tehdään Tekstiilihuoltoliiton jäsenyritysten Suomessa tapahtuvaan liiketoimintaan ja niihin sidosryhmiin, joita voidaan pitää merkittävänä päästölähteinä ja joihin yrityksillä on mahdollisuus vaikuttaa, kuten kuljetukset, energian, veden, jätehuollon ja kemikaalien toimittajat.

2. Operatiivisten rajojen määrittely: Päästölähteiden tunnistaminen, jaottelu suoriin ja epäsuoriin päästöihin, sekä tarkempi määrittely sille, mitä epäsuoria päästöjä laskennassa huomioidaan ja kuinka niistä raportoidaan. Kasvihuonekaasupäästöt tulee ilmoittaa CO₂e-tonneina, johon on huomioitu yhdistetysti kaikkien syntyvien kasvihuonekaasujen ilmastoa lämmittävä vaikutus. Mitään merkittäviä päästölähteitä ei tule rajata laskennan ulkopuolelle. (8; 9.)

GHG-protokollan mukainen päästölähteiden jaottelu tehdään tekstiilihuoltoalalla kuvassa 3 esitettyihin scope-laajuusalueisiin, joita kutsutaan tässä työssä jatkossa ryhmiksi 1,2 ja 3.



Kuva 3. Tekstiilihuollon hiilijalanjälkilaskenta (10.)

- Ryhmä 1: Päästöt, joihin yritys voi suoraan vaikuttaa ja joita yritys voi helpoimmin kontrolloida. Päästöt syntyvät paikan päällä yrityksen oman toiminnan seurauksena (1). Tähän laajuusalueeseen sisältyvät yrityksen käyttämien lämmitys- ja liikennepolttoaineiden aiheuttamat päästöt.
- Ryhmä 2: Päästöt, jotka syntyvät ostetun energian tuotannossa. Myös lämpöenergia ja prosessihöyry kuuluvat tähän laajuusalueeseen, mikäli ne on ostettu ulkopuoliselta tuottajalta.
- Ryhmä 3: Tavaroiden ja palveluiden hankinnasta syntyneet päästöt eli kaikki epäsuorat päästöt. Näitä ovat mm. jätehuolto, vesihuolto, logistiikka ja materiaalien hankinta. Ryhmä 3-tarkasteluun voidaan valita yrityksen tai yhteisön kannalta keskeisimmät kategoriat ja keskittyä niiden päästöjen selvittämiseen. (1.)

Kun rajaukset on määritelty, valitaan kaikki tekstiilihuoltoalalla merkittävänä pidettävät päästölähteet mukaan ja jaetaan ne edellä mainittuihin ryhmiin. TekstHiili-laskurin täytettävät taulukot on ryhmitelty tämän jaottelun mukaisesti, ja käyttäjän tulee syöttää kaikki päästöjä aiheuttavat erät mahdollisimman tarkkaan.

- Ryhmä 1: Oma lämmöntuotanto energiankulutuksen (MWh) tai polttoaineen määrällisen kulutuksen mukaan (esim. kg nestekaasua).

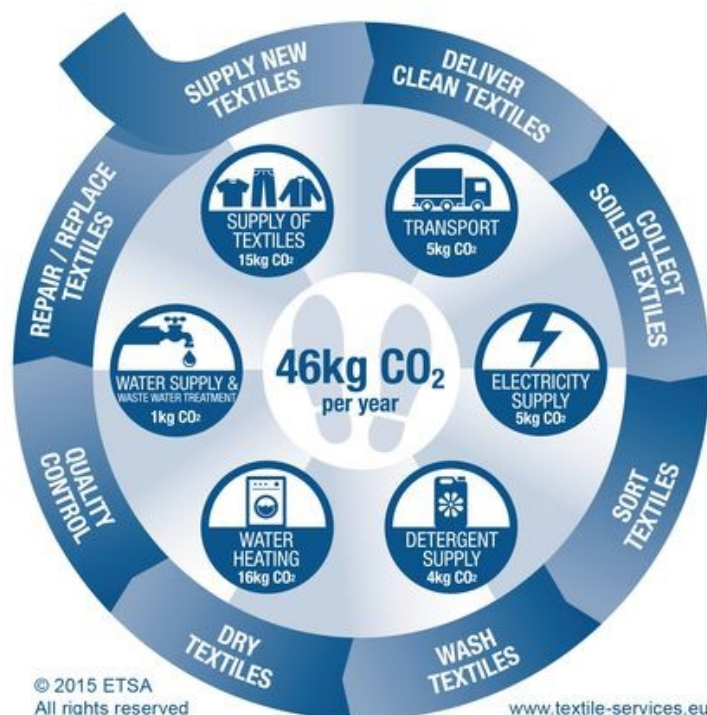
Logistiikka (poislukien henkilöstön yksityisautoilu ja ulkoistetut kuljetuspalvelut), voidaan täyttää joko ajoneuvotyyppin ja ajokilometrien mukaan tai polttoaineen määrällisten kulutusten mukaan (esim. litraa bensiiniä).

- Ryhmä 2: Ostoenergia, joka sisältää ostetun sähkön ja mahdollistaa sen erittelyn tuotantomuodon mukaan, kaukolämmön ja -jäähdytyksen sekä ostetun höyryn.
- Ryhmä 3: Muut epäsuorat päästöt, jotka syntyvät veden ja jätteiden käsittelystä sekä materiaalihankinnoista kuten kemikaalien ja tekstiilien tuotannosta.

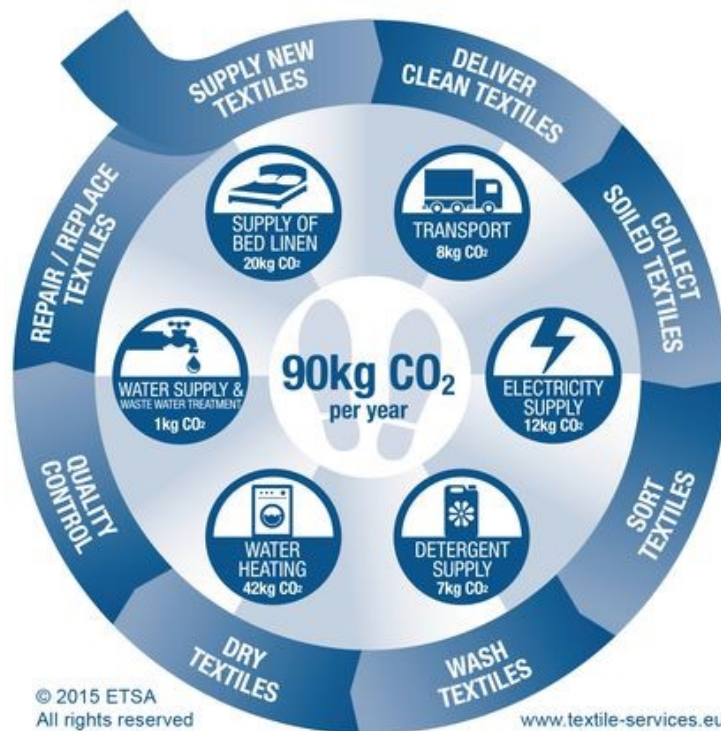
3.4 Vertailuluvut

Kuvissa 4 ja 5 on havainnollistettu ETSA:n WECO-kyselyn keskimääräiset vuotuiset hiilijalanjäljet yhdelle tekstiilipalveluna toimitettavalle ja huollettavalle työvaatteelle ja yhden hotellisängyn liinavaatteille. Kyselyssä oli mukana 96 työvaatteisiin, ja 63 liinavaatteisiin erikoistunutta eurooppalaista pesulaa, joiden veden, sähkön, kemikaalien ja lämmityspolttoaineiden kulutus selvitettiin. (10.) Tämän insinööriyön vertailuluvuksi on valittu yksittäisen työ- tai liinavaatteen sijaan yleisluontoisempi luku, yksi kilo pestyä tekstiiliä (pkg). Yleisluontoisuutensa takia se on väistämättä myös hieman epätarkempi, mutta Tekstiilihuoltoliiton 35 jäsenyrityksen tuotantorakenteissa esiintyvän vaihtelun vuoksi parhaaksi katsottiin valita laskuriin kaikille soveltuva vertailuluku, joka ei riipu siitä mitä tekstiililajia kukin yritys käsittelee.

Kaikista tarkimpaan tulokseen päästäisiin, jos räätälöitäisiin jokaiselle yritykselle yksilöllinen päästölaskenta. TekstHiili-työkalun lähtökohtana oli kuitenkin luoda liiton yhteinen työkalu, joten on tarjottava vaihtoehtoja erilaiset tuotantorakenteet huomioon ottaen. Suurimmat erot tulevat siitä, onko yrityksellä tekstiilinvuokrauspalveluita, kuljetuksia tai omaa lämmöntuotantoa polttoaineilla, ja onko pesun painopiste kemiallisessa vai vesipesussa.



Kuva 4. Yhden työntekijän työvaatteiden vuotuinen hiilijalanjälki (10.)



Kuva 5. Yhden hotellisängyn liinavaatteiden vuotuinen hiilijalanjälki (10.)

Laskuriin sisältyvään vertailutaulukkoon on tarkoitus kerätä kaikkien Tekstiilihuoltoliiton jäsenyritysten laskurista saamat tulokset, jotta yritykset voivat tarkastella omia lukujaan suhteessa muihin alan toimijoihin, muutamiin valikoituihin ruoka- ja yleishyödykkeisiin, liiton keskimääräisiin lukuihin sekä WECO-kyselyn keskimääräisiin tuloksiin.

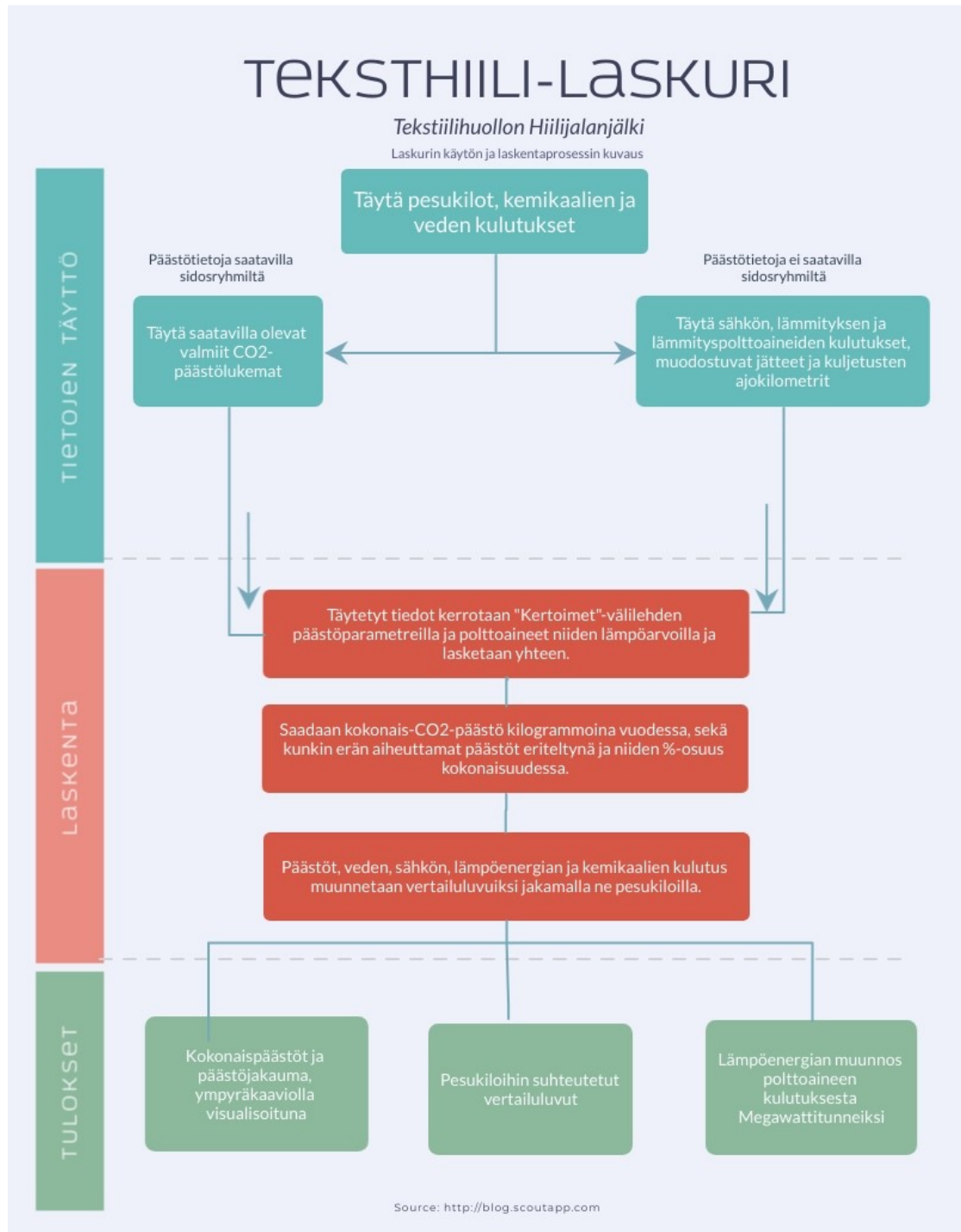
Kokonaispäästöjen lisäksi lasketaan pesukiloihin suhteutetut vertailuluvut

- päästöt kg CO₂e/pkg
- veden kulutus l/pkg
- sähkön kulutus kWh/pkg
- lämpöenergian kulutus kWh/pkg
- kemikaalien kulutus g/pkg.

Päästöt/pkg vertailuluvussa on huomioitu ainoastaan suoraan pesuprosessiin liitännäiset päästöt eli vesi, kemikaalit ja energia, ei logistiikkaa, jätteenkäsittelyä tai uuden tekstiilitavaran hiilijalanjälkeä.

3.5 TekstHiili-työkalun toimintaperiaate, käyttö ja rakenne

Kuvassa 6 on esitetty TekstHiili-laskurin prosessi tietojen täyttämisestä tuloksiin.



Kuva 6. TekstHiili-laskurin prosessikuvaus.

Käyttäjä syöttää tarkasteluvuotensa tiedot laskurivälilehden taulukoihin noudattaen työkalusta löytyviä ohjeita. Mikäli energiayhtiöiltä tai miltä tahansa muulta sidosryhmältä on saatavilla valmiita päästölukuja, niitä tulee käyttää, jolloin päästölaskenta on tarkempaa. Niiltä osin, kun sidosryhmien tietoja ei ole saatavilla, käyttäjän tulee täyttää tietonsa taulukoissa annettujen vaihtoehtojen mukaisesti. Laskurivälilehden rakennetta voi tarkastella liitteestä 1.

Täytettyjen kulutus- ja päästötietojen sekä kertoimet-välilehdelle (liite 2) koottujen päästöparametrien ja lämpöarvojen tulona laskuri antaa kunkin erän päästöt kilogrammoina CO₂-ekvivalenttia vuodessa sekä niiden summana kokonaispäästöt. Lisäksi laskuri näyttää kunkin erän prosenttiosuuden kokonaispäästöistä ja muuntaa käytetyn polttoaineen määrän lämpöenergiaksi megawattitunteina. Saatuja tuloksia on havainnollistettu laskurivälilehdellä päästöjakauma-tilaston sekä ympyräkaavion avulla. Vertailulukuja varten laskuri jakaa päästöt, veden-, sähkön-, lämpöenergian sekä kemikaalien kulutukset annetuilla pesukiloilla. Nämä vertailuluvut esitetään myös laskurivälilehden tulostaulukossa. Laskurivälilehti on salasanasuojattu rakenteellisilta muutoksilta ja virhetäytöiltä, ja käyttäjät voivat muuttaa ainoastaan syöttöarvoja omien kulutuksiansa ja päästötietojensa osalta.

Oma tilastointi-välilehti on yksittäisen jäsenyrityksen omaa vuositilastointia varten. Taulukkoon voidaan koota kaikki laskurivälilehdeltä saatavat tulokset vuosittain, ja nähdä kehityskäyrien muodostuminen. Aikaisimpana vertailuvuotena tulisi käyttää mahdollisimman varhaista ajankohtaa, josta on saatavilla laskennan kannalta kaikki tarvittavat päästötiedot. Sivun suojaukset on jätetty avoimeksi, jotta yritykset voivat halutessaan muuttaa taulukkoa, kaavioita tai ulkoasua omiin käyttötarpeisiinsa soveltuvammaksi.

Vertailuvälilehdelle on tarkoitus koota kaikkien TekstHiili-laskuria käyttäneiden yritysten tulokset tuoreimman tarkasteluvuoden osalta. Sivulle on koottu mittakaavan hahmottamisen avuksi myös joitakin ruoka- ja tekstiilituotannon päästökertoimia (kg CO₂e/tuotettu kg) sekä vedenkulutuksia (litraa/kg) sekä WECO-kyselyn keskimääräiset tulokset. Taulukon alimmalle riville on koostettu myös suuntaa antavat päästö- ja kulutusarvot kotona 40 celsiusasteessa pestävälle pyykille. Liiton kokonaispäästövälilehden tarkoituksena puolestaan on tilastoida vuosittain kaikkien jäsenyritysten kokonaispäästöt (CO₂e). Kummassakin edellä mainitussa välilehdessä on käytetty visualisointiin ehdollista muotoilua,

joka suhteuttaa kunkin solun lukuarvon sarakkeen keskimääräisiin tuloksiin. Keskiarvon ylittävät päästö- ja kulutustulokset värjäytyvät automaattisesti kohti punaisia sävyjä, ja keskiarvon alittavat kohti vihreää. Vertailu- ja päästötilastovälilehdet on salasanasuojattu siten, että kuka tahansa ei pääse muokkaamaan sen tietoja tai rakennetta. Salasana on Tekstiilihuoltoliiton hallituksen käytettävissä, jotta jäsenyrityksiltä saadut laskentatulokset voidaan koota yhteen vuosittain. Tarvittaessa salasananhaltijat voivat myös lisätä työkaluun ominaisuuksia, kuten pivot-taulukkoja ja kaavioita.

4 Työmenetelmät ja työn suoritus

Pääasiallinen työväline oli Microsoft Excel, jossa päästölaskentatyökalu luotiin, ja joka toimii käyttöliittymänä myös laskurin käyttäjille. Excel valittiin selkeytensä ja helpon muokattavuutensa takia. Tutkimus- ja työmenetelmiä olivat tekstiilihuoltoalaan, kasvihuonekaasupäästölaskennan kansainvälisiin standardeihin, olemassa oleviin päästölaskentatyökaluihin ja aihetta käsitteleviin opinnäytetöihin sekä päästökertoimia tilastoiviin tietokantoihin perehtyminen. Päämääränä oli näiden menetelmien avulla saada koostettua Suomen Tekstiilihuoltoalalle soveltuva Excel-päästölaskuri. Tekstiilihuoltoliiton jäsenyrityksiltä myös selvitettiin päästötietojen saatavuutta sidosryhmiltä sekä yrityksissä käytettyjä energiamuotoja Google Forms-kyselylomakkeen (liite 3) avulla, mutta vastausvaste jäi alhaiseksi.

4.1 Yhteistyöyritykset ja toimialaan tutustuminen

Opinnäytetyön yritysohjaajana toimi Laatupesä Ky:n toimitusjohtaja ja Tekstiilihuoltoliitto ry:n hallituksen puheenjohtaja Samuli Remes. Laatupesä Ky tarjosi tuotantolukuaan ja asiantuntijanäkemyksiä työkalun suunnittelun avuksi. Laatupesä Ky:n lisäksi toimialaan tutustuttiin vierailukäynneillä kolmen pääkaupunkiseudulla toimivan tekstiilihuoltoyrityksen toimipisteissä. Yritykset erosivat hieman toisistaan palvelukonseptiltaan, tuotannon volyymiltaan, asiakaskunnaltaan ja siten myös päivittäiseltä toiminnaltaan ja tuotantoprosesseiltaan. Yhteistä näille yrityksille ympäristövaikutusten osalta on se, että lämmityksen aiheuttama hiilijalanjälki on selvästi suurin. Muita merkittäviä päästöeriä aiheuttavat tekstiilien kuljetukset, sähkön kulutus ja tekstiilien ja kemikaalien valmistus epäsuorina päästöinä. Näitä vaikutuksia voidaan pienentää mukailemalla prosessia energian-

ja vedenkäytön osalta tehokkaammaksi, optimoimalla kuljetusreittejä, valitsemalla puhtaampia polttoaineita, tekstiilejä ja kemikaaleja.

Laatupesu Ky on vuonna 1959 perustettu tekstiilihuoltoalan perheyryitys, joka tarjoaa tekstiilihuoltoa yrityksille ja kotitalouksille. Palveluihin kuuluu työvaatehuolto, vaihtomatopalvelu, saniteetti- ja hygieniatuotteet, vesi- ja kemiallinen pesu, sekä tekstiilien viimeistely ja korjauspalvelu. (11.)

Tuusulassa toimiva Elis Textile Service Oy on osa globaalia Elis-konsernia, joka on maailman toiseksi suurin toimija tekstiilihuoltoalalla. Se tarjoaa kokonaisvaltaista tekstiilipalvelua kuljetuksineen teollisuus-, kiinteistö-, hotelli- ja ravintola-alan asiakkailleen. Palveluun sisältyy muun muassa tekstiilivuokraus, yritysten tiloissa käytettävät matot, WC-hygieniapalvelut, työvaatteet, teollisuuspyyhkeet ja mopit. (12.) Pesuprosessin yhteydessä tuotetaan lämpöä polttamalla maakaasua kattilassa ja kuivureiden polttimoissa. Työvaatteiden pesulinjalla kerran käytetty vesi kierrätetään suureen mattopesukoneeseen esipesuvedeksi, ja näin saadaan pienennettyä puhtaan veden kulutusta. Yritys hoitaa tekstiilien koko elinkaaren ja kuljetukset, joten logistiikan optimointi on tärkeää päästönäkökulmasta.

Laivapesu Oy Finnwash on vuodesta 1956 asti toiminut yritys on erikoistunut huoltamaan hotellien ja ravintoloiden liinavaatteita, pöytätekstiilejä sekä työvaatteita, sekä myymään ja vuokraamaan ammattitekstiilejä. (13.) Pesuprosessin vaatima lämpö ja höyry tuotetaan polttamalla propaania kattilassa, jonka tilalla oli aiemmin käytetty raskasta polttoöljyä. Prosessissa otettiin myös jätevedestä lämpöä talteen lämmönvaihtimen avulla ja käytettiin sitä uudelleen pesuvesien lämmityksessä, mikä tekee prosessista energiatehokkaamman ja vähentää polttoaineen käytöstä aiheutuvia päästöjä. Kuivureissa ja mankeleissa niin ikään poltettiin propaania lämmönlähteenä. Tuotantolaitoksen katolla on oma aurinkovoimala, jonka tuotanto vuonna 2019 oli noin 9,8 MWh, noin 4,6 % laitoksen kokonaissähkönkulutuksesta. Ulkoinen kuljetusyritys hoitaa Laivapesu Oy:n logistiikan. (14.)

Mr. Washingman Oy on siisteys- ja pesulapalveluja tarjoava yritys, jonka asiakkaina on muun muassa ravintoloita ja kotitalouksia. Suurin osa pesuista keittiövaatteita lukuun ottamatta tehdään matalissa, 30–40 °C:n lämpötiloissa. Pesuihin otetaan kylmää ja

kuumaa sekoitevettä, jotta pesuveden lämmitys olisi nopeaa ja samalla taloudellista. Pesukoneet lämmittävät sähköllä. (15.) Kuivureiden ja mankelin polttimissa palaa verkosta otettava maakaasu. Yritys hoitaa tekstiilien kuljetukset säännöllisesti kerran viikossa ajettavana, hyvin suunniteltuna reittinä.

4.2 Valmiit päästölaskennan työkalut

Työkalun suunnittelun ja kehittämisen alkuvaiheessa tutustuttiin muihin hiilijalanjäljen laskennasta tehtyihin opinnäytetöihin, jotka myös sisälsivät Excel-pohjaisia päästölaskennan työkaluja. Niissäkin laskenta perustui GHG Protocol- ja ISO-14064- standardeihin.

Laskentamenetelmiin ja lähdemateriaaleihin tutustuminen sekä SYKE:n Y-Hiilari-työkalun kokeileminen auttoivat valitsemaan sopivimmat menetelmät ja päästöparametrit tekstiilihuoltoalan työkalua varten. Tämän insinööritoiminnan pyrkimyksenä oli erottautua olemassa olevista työkaluista niin, että se palvelee paremmin tekstiilihuoltoalan tarpeita ja toimeksiantajan toiveita.

4.3 TekstHiili-työkalun käyttöliittymä

Excel-työkalun luomisessa on ensiaskelista alkaen panostettu mahdollisimman helppoon ymmärrettävyyteen ja käytettävyyteen, niin että käyttäjät voivat kohtuullisella ajankäytöllä ja ilman ulkopuolista ohjausta täyttää omat tietonsa ja saada tulokset ja vertailut käyttöönsä. Laskenta ja tulosten ilmoittaminen noudattavat aiemmissa luvuissa esiteltyjä standardeja ja menetelmiä.

Käyttäjä ohjataan ohjetekstien, väreillä korostettujen syöttösolujen sekä suojausten ja kelpoisuustarkistusten avulla täyttämään laskurivälilehdelle oman tuotantonsa lukuarvot. Päästökertoimet ja lämpöarvot on koottu kokonaan omalle sivulleen, jotta ne eivät ole tarpeettomasti sekoittamassa käyttäjää, jonka tehtävänä on vain täyttää omat tietonsa ja tarkastella tuloksia. Laskenta on toteutettu yksinkertaisilla funktioilla, joita ovat

- kertolaskut:

$$\text{käyttäjän syöttöarvot} * \text{päästökertoimet} * \text{lämpöarvot} = \text{päästö (kg CO}_2\text{e)}$$

- yhteenlaskut: välisummat päästölähteittäin, laajuusalueittain sekä kokonaispäästöt
- jakolaskut: $\text{yksittäinen päästölähde} / \text{kokonaispäästöt} = \text{päästölähteen \% - osuus kokonaispäästöistä}$

sekä

$$\frac{\text{päästöt tai kulutuserät}}{\text{pesukilot}} = \frac{\text{päästö tai kulutuserä}}{\text{pkg}}.$$

Visualisointi on toteutettu Excelin muotoilutyökalujen ja värien avulla, jotta käyttäjän on selkeämpi erottaa ohjetekstit, Scope-laajuusalueet ja päästölähteet sekä tulokset toisistaan ja hahmottaa osakokonaisuuksia. Taulukot sekä ympyrä- ja viivakaaviot auttavat hahmottamaan päästöjen jakautumista ja muuttumista vuosien mittaan. Vertailu- ja tilastovälilehdillä on hyödynnetty taulukoiden pikasuodatusominaisuutta sekä ehdollista muotoilua, jotta tuloksia ja niiden suhteita muiden yritysten tuloksiin tai muiden vuosien tuloksiin voidaan hahmottaa ja tarkastella helpommin.

5 Tulokset

Insinööriyön tuotteena syntyi Excel-pohjainen TekstHiili-päästölaskenta- ja vertailutyökalu Tekstiilihuoltoliiton jäsenyritysten käyttöön. Tuotteessa ilmenevät kehityskohdat ja mahdolliset viat ilmenevät kuitenkin vasta laajemman käyttöönoton yhteydessä, joka tapahtuu insinööriyön kirjoittamisen jälkeen.

5.1 Tulosten luotettavuus ja käyttökelpoisuus

Laskentatyökalussa on käytetty uusimmista luotettavista lähteistä kerättyjä päästöparametreja sekä lämpöarvoja, ja sekä tekijä että yrityshajaaja on tarkistanut työkirjan kaavat. Tarkistuslaskennassa on hyödynnetty myös SYKEN Y-Hiilaria niiltä osin, kuin se oli mahdollista. Tältä pohjalta laskurista saatavia tuloksia voidaan pitää luotettavina ja käyttökelpoisina, kun tarkastelurajauksena on luvussa 2.2 esitelty laskentamalli, ja oletetaan että käyttäjä ei tee virheitä tai laiminlyöntejä täyttäessään päästötietojaan.

Vertailuluvut pesukiloihin suhteutettuna ovat käyttökelpoisia ainoastaan Tekstiilihuoltoliiton jäsenyritysten sisäisessä vertailussa, tarkoituksen ja tehtävänannon mukaisesti. Luvut ovat sitä paremmin vertailukelpoisia, mitä enemmän yhtäläisyyksiä vertailtavien yritysten tuotannossa on keskenään. Mikäli verrataan keskenään kahta hyvin erilaista yritystä, kuten esimerkiksi pientä kemiallista pesulaa, jolla ei ole omaa kuljetuskalustoa ja suurta tekstiilipalvelua, jolla on lämmityskattilat, suuri vedenkulutus ja omat kuljetukset, tulee vertailulukuihin suhtautua kriittisemmin ja pohtia, ovatko tulokset keskenään vertailukelpoiset. Vertailulukujen tarkkuus voidaan havaita lopullisesti vasta, kun työkalu lanseerataan käyttöön ja aletaan saamaan eri yrityksiltä tuloksia.

5.2 Mahdolliset virhelähteet ja ongelmakohdat

Käyttäjävirheet on pyritty minimoimaan yksiselitteisellä sanallisella ohjeistuksella, työkirjan ja taulukoiden suojauksilla niin, ettei työkalua pääse muokkaamaan, sekä täytettävien solujen kelpoisuustarkistuksilla niin, että niihin voi syöttää vain positiivisia lukuarvoja. Jää kuitenkin käyttäjän vastuulle huolehtia, että täytetyt tiedot ovat todenmukaisia ja täydellisiä, eikä merkittäviä päästölähteitä jätetä huomioimatta.

Ongelmakohtia tulosten vertailukelpoisuudessa voi ilmetä myös silloin, jos yksittäisen tekstiilihuoltoyrityksen toiminta poikkeaa merkittävästi alan standardista, tai jos yrityksen toiminnassa on merkittävä painopiste tekstiilien vuokraustoiminnassa. Sellaisen yrityksen tulisi sisällyttää myös tekstiilituotannon elinkaaripäästöt omaan päästölaskentaansa, koska ne voivat vuokraukseen keskittyvässä yrityksessä muodostaa merkittävän päästölähteen, jopa yli 10 % kokonaispäästöistä (10; 16.)

5.3 Tulosten merkittävyys ja soveltamismahdollisuudet

Saadut kokonaispäästölukemat voivat olla hyödyllisiä, jos esimerkiksi tulevaisuudessa tekstiilihuoltoyrityksen yhteistyökumppani tai asiakas haluaa saada tietää tekstiilihuollon ilmastovaikutuksista. Laskurin avulla voidaan saadut tulokset sekä siinä huomioidut päästölähteet ja kertoimet esitellä perusteluina. Myös omien ympäristötavoitteiden lähtökohdiksi voidaan määritellä laskurista saadut tulokset ja suunnitella tavoitteet päästöjen pienentämiseksi niiden pohjalta.

Pääasiallinen merkittävyys tuloksilla on kuitenkin vain alan sisäisessä ja tekstiilihuoltoalton jäsenyritysten välisessä vertailussa, jossa pesukiloihin suhteutetut luvut tarjoavat vertailukelpoisuutta, vaikka yritykset eroavatkin palvelukonsepteiltaan ja tuotantorakenteiltaan. Nykymuotoisen työkalun muut soveltamismahdollisuudet ovat melko rajalliset, sillä työkalu on suunniteltu nimenomaan tekstiilihuoltoalaa silmällä pitäen. Teoriassa sillä onnistuisi myös muunlaisten pienyritysten suuntaa antava päästölaskenta, mutta tähän tarkoitukseen voisi olla suositeltavampaa käyttää esimerkiksi SYKEN Y-Hiilaria tai yrityskohtaisesti räätälöityjä laskentamenetelmiä, sillä pesukiloihin suhteutetuilla vertailuluvuilla ei ole tekstiilihuoltoalan ulkopuolella lisäarvoa. Mainittakoon kuitenkin, että TekstHiili-työkalusta saisi myös muihin yrityskäyttötarkoituksiin soveltuvan hiilijalanjälki-laskurin muokattua kohtuullisella vaivalla.

6 Yhteenveto

Työlle asetetut tavoitteet saavutettiin. TekstHiili-päästölaskentatyökalu saatiin valmiiksi aikataulussa, siihen saatiin sisällytettyä Tekstiilihuoltoliiton toivomat ominaisuudet ja kaikki standardien mukaisesti merkittävät päästölähteet, ja alustavan palautteen perusteella tavoiteltu selkeys ja helppokäyttöisyys saavutettiin. Työkalu voidaan toimittaa täytettäväksi liiton jäsenyrityksille, ja ne saavat sen avulla yleiskuvan ja arvion oman toimintansa päästöistä ja voivat sitä mukaa vertailla tuloksiaan muihin, kun vertailutaulukkoon saadaan koottua tuloksia.

Työkalun kehittäminen ja raportin koostaminen syvensi huomattavasti tekijän ymmärrystä kasvihuonekaasulaskennasta, tekstiilihuoltoalasta ja sen ympäristökuormasta. Projekti harjaannutti Excelin käyttötaitoja sekä moneen lähteeseen hajautetun tiedon hankintaa ja suodatusta.

TekstHiili-laskuria voidaan jatkossa helposti päivittää päästökertoimien osalta ajan tasalle, ja siihen on mahdollista tarvittaessa lisätä ominaisuuksia, kuten erilaisten tarkemmat vertailutyökalut ja kaaviot. Työkalun päivittäminen jatkuu käyttäjäpalautteen ja kokemuksen pohjalta sitä mukaa, kun alan toimijat ovat antaneet omia näkemyksiään työkalun käytettävyydestä ja esittäneet ehdotuksia lisäominaisuuksista, sekä täyttäneet päästödataa laskuriin.

Lähteet

- 1 Mikä ihmeen scope 1,2,3? Verkkoaineisto. GreenCarbon. <<https://greencarbon.fi/mika-ihmeen-scope-1-2-3>>. Luettu 10.4.2021.
- 2 Tekstiilien ympäristövaikutukset. Verkkoaineisto. Motiva Oy. <https://www.motiva.fi/julkinen_sektori/kestavat_julkiset_hankinnat/tietopankki/tekstiilit>. Luettu 18.3.2021.
- 3 Understanding global warming potentials. Verkkoaineisto. Yhdysvaltain ympäristönsuojeluvirasto EPA. <<https://www.epa.gov/ghgemissions/understanding-global-warming-potentials>>. Luettu 10.4.2021.
- 4 Suomen kasvihuonekaasupäästöt. 2020. Vuosittain julkaistava yhteenvetoreportti. Tilastokeskus. Päivitetty 2020. Luettu 10.4.2021.
- 5 Fluorattujen kasvihuonekaasujen ominaisuudet ja päästöt. 2014. Verkkoaineisto. Ympäristöhallinto. <https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Ilmasto_ja_ilma/Kasvi-huonekaasupaastojen_raportointi_ja_seuranta/Kasvihuonekaasupaastojen_seuranta_Suomessa/Fkaasujen_ominaisuudet_ja_paastot>. Päivitetty 7.4.2021. Luettu 10.4.2021.
- 6 WWF:n ilmastolaskurin laskentaperusteet. 2018. Verkkotietokanta. WWF. <<http://www.ilmastolaskuri.fi/fi/calculation-basis>>. Päivitetty 2021. Luettu 1.4.2021.
- 7 Mitigation of climate change. 2014. IPCC. Annex III: Technology-specific Cost and Performance Parameters. Table A.III.2: Emissions of selected electricity supply technologies.
- 8 SFS-EN ISO 14064-1. Kasvihuonekaasut. Osa 1: Määrittelyt ja opastusta kasvihuonekaasujen päästöjen ja poistojen laskennasta ja raportoinnista organisaatiotasolla. 2019. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS.
- 9 The Greenhouse Gas Protocol: A Corporate Accounting and Reporting Standard, Revised edition. 2015.
- 10 Be aware of your footprint. 2015. Verkkoaineisto. European Textile Service Association. <https://www.textile-services.eu/be_aware_of_your_footprint>. Luettu 11.3.2021.
- 11 Tietoa meistä. Verkkoaineisto. LaatuPESU Ky. <<https://www.laatuPESU.fi/tietoa-meista>>. Luettu 8.3.2021.

- 12 Berendsen Oy:n verkkosivut. Verkkoaineisto. <<https://www.berendsen.fi>>. Luettu 8.3.2021.
- 13 Laivapesu Oy:n verkkosivut. Verkkoaineisto. <<http://laivapesu.fi>>. Luettu 8.3.2021.
- 14 Hyyrynen, Janne. 2021. Tuotantojohtaja, Laivapesu Finnwash Oy, Helsinki. Keskustelu 2.2.2021.
- 15 Mansikkamäki, Päivi. 2021. Tuotantojohtaja, Mr Washingman Oy, Helsinki. Keskustelu 19.1.2021.
- 16 Vastuullisuuslaskuri. Lindström Group. Verkkoaineisto. <<https://lindstrom-group.com/fi/vastuullisuuslaskuri/>>. Luettu 13.4.2021.

TekstHiili-laskuri

Esimerkkitiedoilla täydennetyt lomakkeet ja niillä saadut tulokset.

TekstHiili	Tekstiilihuollon hiilijalanjälkilaskuri, Perttu Kuvaja 2021.	
<p>OHJE: täytä alla olevien taulukoiden värjättyihin soluihin tuotantosi, kulutuksesi ja päästöjä aiheuttavat erät yhden tarkkailuvuoden ajalta mahdollisimman tarkkaan.</p> <p>Logistiikan osiossa ei huomioida henkilöstön työmatkoja, vain yrityksen omistamat autot.</p> <p>Lopputuloksena saat vuoden aikana syntyneet kasvihuonepäästöt (CO₂e) ja kunkin erän prosenttiosuuden kokonaispäästöistä, sekä vertailuluvut päästöistä ja kulutuksista suhteessa pesulan tuotantoon. Muilla välilehdillä voit tilastoida ja vertailla tuloksia.</p>		
Yrityksesi nimi:	Esimerkkipesula Oy	
Vertailulukuja varten, täytä tähän:	Määrä	Yksikkö
Pestyt tekstiilit vuodessa	534000	kg
Puhtaan veden kulutus vuodessa	6900	m ³

Scope 1: Suorat päästöt polttoaineista

Täytä oma lämmöntuotantosi polttoaineiden energiasisältö- tai kulutusperusteisesti ja logistiikka ajokilometri- tai kulutusperusteisesti. Vältä kaksoislaskentaa.

Lämmityspolttoaineet energiana	Kulutus	Yksikkö	kg CO ₂ e/a	Päästöosuus
Kevyt polttoöljy	0	MWh	0,0	0,00 %
Raskas polttoöljy	0	MWh	0,0	0,00 %
Nesteytetty maakaasu (LNG)	0	MWh	0,0	0,00 %
Nestekaasu (Propaani, LPG)	0	MWh	0,0	0,00 %
Turve	0	MWh	0,0	0,00 %
Maakaasu verkosta	0	MWh	0,0	0,00 %
Biometaani verkosta	0	MWh	0	0
Muut biokaasut	0	MWh	0	0
Nestekaasu, bio (LBG)	0	MWh	0	0
Puu- tai bioperäiset polttoaineet	0	MWh	0	0
TAI yksikkömääräisinä kulutuksina	Kulutus	Yksikkö	kg CO ₂ e/a	Päästöosuus
Kevyt polttoöljy	0	kg	0,0	0,00 %
Raskas polttoöljy	0	kg	0,0	0,00 %
Nesteytetty maakaasu (LNG)	0	kg	0,0	0,00 %
Nestekaasu (Propaani, LPG)	88100	kg	264705,6	71,50 %
Turve	0	kg	0,0	0,00 %
Maakaasu verkosta	0	m ³	0,0	0,00 %
Biometaani verkosta	0	m ³	0	0
Muut biokaasut	0	m ³	0	0
Nestekaasu, bio (LBG)	0	kg	0	0
Puu- tai bioperäiset polttoaineet	0	kg	0	0
Lämmityspolttoaineiden päästöt yhteensä			264705,6	71,50 %

Logistiikka ajokilometreinä	Ajo	Yksikkö	kg CO ₂ e/a	Päästöosuus
Henkilöauto (benssiini)	0	km	0,0	0,00 %
Henkilöauto (diesel)	20000	km	2820,0	0,76 %
Henkilöauto (kaasu, CNG)	0	km	0,0	0,00 %
Henkilöauto (kaasu, BIO)	0	km	0,0	0,00 %
Henkilöauto (sähkö)	0	km	0,0	0,00 %
Pakettiauto	65000	km	16770,0	4,53 %
Jakelukuorma-auto (pieni, 6t)	80000	km	29120,0	7,87 %
Jakelukuorma-auto (suuri, 15t)	1000	km	606,0	0,16 %
TAI polttoaineen kulutuksena	Kulutus	Yksikkö	kg CO ₂ e/a	Päästöosuus
Bensiini	0	l	0,00	0,00
Diesel	0	l	0,00	0,00
Maakaasu (CNG)	0	kg	0,00	0,00
Maakaasu (LNG)	0	kg	0,00	0,00
Biodiesel	0	l	0,00	0,00
Bioetanoli	0	l	0,00	0,00
Biokaasu (CBG)	0	kg	0,00	0,00
Nestekaasu, bio (LBG)	0	kg	0,00	0,00
Logistiikan päästöt yhteensä			49316,0	13,32 %
Scope 1 päästöt yhteensä: 314022 kg CO₂e/a, joka on noin 85 % kokonaispäästöistäsi.				

Scope 2: Ostetun energian epäsuorat päästöt

Käytä energiyhtiöiden ilmoittamia päästökertoimia niiltä osin kuin saatavilla, vältä kaksoislaskentaa.

Päästökerroin energiyhtiöltä (D-sarake)	Kulutus	Yksikkö	kg CO ₂ e/MWh	kg CO ₂ e/a	Päästöosuus
Höyry	0	MWh	0,0	0	0,00 %
Kaukolämpö	0	MWh	0,0	0	0,00 %
Sähkö	151	MWh	198,0	29898	8,08 %

Energia-yhtiö ei ilmoita päästökertoimia	Kulutus	Yksikkö	kg CO ₂ e/a	Päästöosuus
Kaukojäähdytys	0	MWh	0	0,00 %
Kaukolämpö*	0	MWh	0	0,00 %
Yleissähkö**	0	MWh	0,0	0,00 %
Aurinkosähkö	0	MWh	0,0	0,00 %
Tuulisähkö	0	MWh	0,0	0,00 %
Vesivoima	0	MWh	0,0	0,00 %
Ydinvoima	0	MWh	0,0	0,00 %
Ostoenergian päästöt yhteensä			29898,0	8,08 %

* Suomessa tuotettu kaukolämpö keskimäärin, 3 vuoden liukuva keskiarvo.

** Suomessa tuotettu sähkö keskimäärin, 3 vuoden liukuva keskiarvo.

Scope 2 päästöt yhteensä: 29898 kg CO₂e/a, joka on noin 8 % kokonaispäästöistäsi.

Scope 3: Muut epäsuorat päästöt

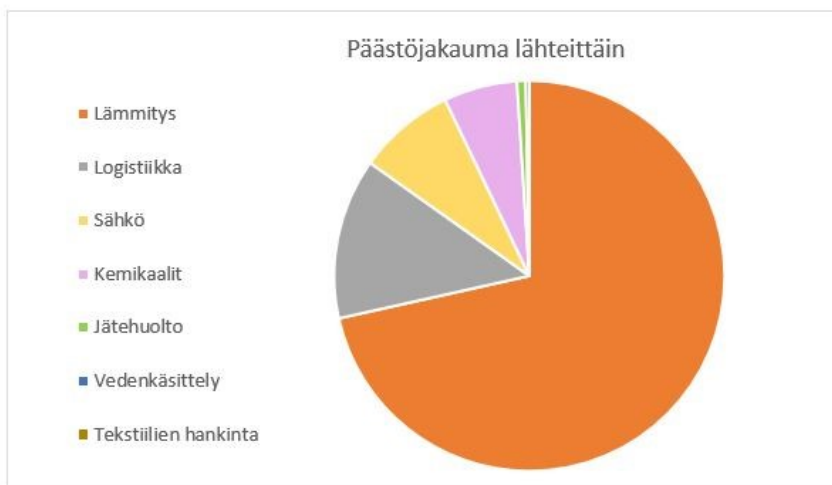
Käytä sidosryhmien ilmoittamia päästöarvioita niiltä osin kuin saatavilla, vältä kaksoislaskentaa.

Päästöarviot sidosryhmiltä (D-sarake)	Määrä	Yksikkö	kg CO ₂ e/a	Päästöosuus
Jäteveden käsittely	0	m ³	0,0	0,00 %
Kemikaalitoimittaja	0	kg	0,0	0,00 %
Tekstiilitavarantoimittaja			0,0	0,00 %
Kuljetusyhtiö			0,0	0,00 %
Jätehuoltoyhtiö			0,0	0,00 %
Päästötietoja ei saatavilla sidosryhmiltä	Määrä	Yksikkö	kg CO ₂ e/a	Päästöosuus
Jätevesi	6900	m ³	1070,19	0,29 %
Pesukemikaalit	9500	kg	22515	6,08 %
Toimipisteissä muodostuva jäte	Määrä	Yksikkö	kg CO ₂ e/a	Päästöosuus
Biojäte	0	kg	0,0	0,00 %
Energiajäte (sekajäte)	4900	kg	2009,0	0,54 %
Kartonki ja pahvi	500	kg	30,0	0,01 %
Lasi	0	kg	0,0	0,00 %
Metalli	1000	kg	130,0	0,04 %
Muovi	500	kg	35,0	0,01 %
Paperi	198	kg	207,9	0,06 %
Puu	0	kg	0,0	0,00 %
Sähkölaitteet	0	kg	0,0	0,00 %
Vaarallinen jäte	200	kg	282,0	0,08 %
Jätteiden päästöt yhteensä			2693,9	0,73 %
Vaihtoehtosähkö ja -lämpö (oma tuotanto)	Tuotanto	Yksikkö	kg CO ₂ e/a	Päästöosuus
Aurinkosähkö	100,0	MWh	4100,0	1,11 %
Tuulisähkö	100,0	MWh	1100,0	0,30 %
Aurinkolämpö	100,0	MWh	0,0	0,00 %
Maa- tai ilmalämpö	0,0	MWh	0,0	0,00 %
Sähkölämmitys	1,0	MWh	0,0	0,00 %

Scope 3 päästöt yhteensä: **26279** kg CO₂e/a, joka on noin
7 % kokonaispäästöistäsi.

TULOKSET		
Esimerkkipesula Oy		
8.4.2021		
	Kokonaispäästöt	Yksikkö
	370199	kg CO ₂ e/a
=	370,2	t CO ₂ e/a
Pesukiloihin suhteutettuna		Yksikkö
Hiilijalanjälki	0,60	kg CO ₂ e/pkg
Vedenkulutus	12,92	litraa/pkg
Sähkönkulutus	0,66	kWh/pkg
Lämpöenergian kulutus	2,13	kWh/pkg
Kemikaalien kulutus	17,79	g/pkg
Tilastoi nämä tarkasteluvuoden tulokset seuraavan välilehden taulukkoon.		

Päästöjakauma lähteittäin	kg CO ₂ e/a	Päästöosuus
Lämmitys	264706	71,50 %
Logistiikka	49316	13,32 %
Sähkö	29898	8,08 %
Kemikaalit	22515	6,08 %
Jätehuolto	2694	0,73 %
Vedenkäsittely	1070	0,29 %
Tekstiilien hankinta	0	0,00 %
Yhteensä	370199	100,00 %



Päästöjakauma vaikutusalueittain	kg CO ₂ e/a	Päästöosuus
Scope 1	314022	84,83 %
Scope 2	29898	8,08 %
Scope 3	26279	7,10 %
Summa	370199	100,00 %



Lämpöenergian kulutuserittely	MWh/a	Osuus lämmöstä
Kaukolämpö	0,0	0,0 %
Kevyt polttoöljy	0,0	0,0 %
Raskas polttoöljy	0,0	0,0 %
Nesteytetty maakaasu (LNG)	0,0	0,0 %
Nestekaasu (Propani, LPG)	1133,1	99,8 %
Turve	0,0	0,0 %
Maakaasu verkosta	0,0	0,0 %
Biometaani verkosta	0,0	0,0 %
Muut biokaasut	0,0	0,0 %
Nestekaasu, bio (LBG)	0,0	0,0 %
Puu- tai bioperäiset polttoaineet	0,0	0,0 %
Aurinkokeräimet	1,0	0,1 %
Maa- tai ilmalämpöpumppu	0,0	0,0 %
Sähkölämmitys	1,0	0,1 %
Yhteensä	1135,1	100 %

Päästökertoimet

Scope 1: Oma energiantuotanto ja logistiikka

Lämmityspolttoaineet	Päästökerroin		Lämpöarvo käyttötilassa	Yksikkö	Lähde	Vuosi
Kevyt polttoöljy	2,55E+02	kg CO ₂ e/MWh	0,01181	MWh/kg	Tilastokeskus, Polttoaineluokitus ⁴	2021
Raskas polttoöljy	2,81E+02	kg CO ₂ e/MWh	0,01130	MWh/kg	Tilastokeskus, Polttoaineluokitus ⁴	2020
Nesteytetty maakaasu (LNG)	2,01E+02	kg CO ₂ e/MWh	0,01286	MWh/kg	Tilastokeskus, Polttoaineluokitus ⁴	2021
Nestekaasu (Propani, LPG)	2,34E+02	kg CO ₂ e/MWh	0,01286	MWh/kg	Tilastokeskus, Polttoaineluokitus ⁴	2019
Turve	3,79E+02	kg CO ₂ e/MWh	0,00115	MWh/kg	Tilastokeskus, Polttoaineluokitus ⁴	2020
Maakaasu verkosta	1,99E+02	kg CO ₂ e/MWh	0,01127	MWh/m ³	Tilastokeskus, Polttoaineluokitus ⁴	2021
Biometaanin verkosta	0,00E+00	kg CO ₂ e/MWh	0,01080	MWh/m ³	Tilastokeskus, Polttoaineluokitus ⁴	2020
Muut biokaasut	0,00E+00	kg CO ₂ e/MWh	0,00556	MWh/m ³	Tilastokeskus, Polttoaineluokitus ⁴	2020
Nestekaasu, bio (LBG)	0,00E+00	kg CO ₂ e/MWh	0,01286	MWh/kg	Tilastokeskus, Polttoaineluokitus ⁴	2020
Puu- tai biopäriset polttoaineet	0,00E+00	kg CO ₂ e/MWh	0,00472	MWh/kg	Tilastokeskus, Polttoaineluokitus ⁴	2019
Logistiikka ajokilometreinä	Päästökerroin		Kuorma	Ajo	Lähde	Vuosi
Henkilöauto (bensini)***	1,59E-01	kg CO ₂ e/km	1,7 hlö	Yhdistetty	VTT LIPASTO ⁶	2016
Henkilöauto (diesel)***	1,41E-01	kg CO ₂ e/km	1,7 hlö	Yhdistetty	VTT LIPASTO ⁶	2016
Henkilöauto (hybridi)***	1,00E-01	kg CO ₂ e/km	1,7 hlö	Yhdistetty	WWF Ilmastolaskuri ⁵	2016
Henkilöauto (maakaasu, CNG)***	7,01E-02	kg CO ₂ e/km	1,7 hlö	Yhdistetty	VTT LIPASTO ⁶	2019
Henkilöauto (FlexFuel)***	3,00E-02	kg CO ₂ e/km	1,7 hlö	Yhdistetty	VTT LIPASTO ⁶	2016
Henkilöauto (biokaasu, CBG)	0,00E+00	kg CO ₂ e/km	1,7 hlö	Yhdistetty	WWF Ilmastolaskuri ⁵	2019
Henkilöauto (sähkö)***	0,00E+00	kg CO ₂ e/km	1,7 hlö	Yhdistetty	VTT LIPASTO ⁶	2016
Pakettiauto****	2,58E-01	kg CO ₂ e/km	1,2 t	Jakelu	VTT LIPASTO ⁶	2016
Jakelu kuorma-auto (pieni, 6t)****	3,64E-01	kg CO ₂ e/km	3,5 t	Jakelu	VTT LIPASTO ⁶	2016
Jakelu kuorma-auto (suuri, 15t)****	6,06E-01	kg CO ₂ e/km	9 t	Jakelu	VTT LIPASTO ⁶	2016
TAI Polttoaineen kulutuksena			Lämpöarvo käyttötilassa	Yksikkö	Lähde	Vuosi
Bensiini	6,63E-02	kg CO ₂ e/MJ	31,425	MJ/l	Tilastokeskus, Polttoaineluokitus ⁴	2020
Diesel	6,47E-02	kg CO ₂ e/MJ	34,24	MJ/l	Tilastokeskus, Polttoaineluokitus ⁴	2021
Maakaasu (CNG)	5,58E-02	kg CO ₂ e/MJ	35,916	MJ/kg	Tilastokeskus, Polttoaineluokitus ⁴	2020
Maakaasu (LNG)	5,58E-02	kg CO ₂ e/MJ	54,66	MJ/kg	Tilastokeskus, Polttoaineluokitus ⁴	2020
Biodiesel	0,00E+00	kg CO ₂ e/MJ	35,04	MJ/l	Tilastokeskus, Polttoaineluokitus ⁴	2020
Bioetanoli	0,00E+00	kg CO ₂ e/MJ	20,9874	MJ/l	Tilastokeskus, Polttoaineluokitus ⁴	2020
Biokaasu (CBG)	0,00E+00	kg CO ₂ e/MJ	35,916	MJ/kg	Tilastokeskus, Polttoaineluokitus ⁴	2020
Nestekaasu, bio (LBG)	0,00E+00	kg CO ₂ e/MJ	55,3	MJ/kg	Tilastokeskus, Polttoaineluokitus ⁴	2021

Scope 2: Ostoenergia

Energiamuoto	Päästökerroin		Huomioituiden päästöt	Lähde	Vuosi
Kaukojäähdytys	1,53E+02	kg CO ₂ e/MWh	Tuotannossa syntyvät keskimääräiset	Helen	2019
Kaukolämpö*	1,54E+02	kg CO ₂ e/MWh	Tuotannossa syntyvät keskimääräiset	Motiva ²	2018
Yleissähkö**	1,41E+02	kg CO ₂ e/MWh	Tuotannossa syntyvät keskimääräiset	Motiva ²	2018
Aurinkosähkö (Voimalaitos)	4,80E+01	kg CO ₂ e/MWh	Elinkaaren aikaiset (globaali mediaani)	IPCC ³	2014
Tuulisähkö	1,15E+01	kg CO ₂ e/MWh	Elinkaaren aikaiset (globaali mediaani)	IPCC ³	2014
Vesivoima	2,40E+01	kg CO ₂ e/MWh	Elinkaaren aikaiset (globaali mediaani)	IPCC ³	2014
Ydinvoima	1,20E+01	kg CO ₂ e/MWh	Elinkaaren aikaiset (globaali mediaani)	IPCC ³	2014

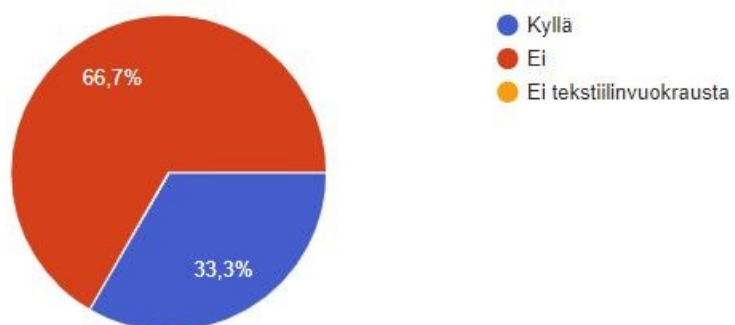
Scope 3: Muut epäsuorat päästöt

Vesi ja kemikaalit	Päästökerroin			Lähde	Vuosi
Pesuiaineet keskimäärin	2,37E+00	kg CO ₂ e/kg		EcoForum ¹	2012
Vedenkäyttö	1,55E-01	kg CO ₂ e/m ³		EcoForum ¹	2013
Jäte	Päästökerroin			Lähde	Vuosi
Biojäte	6,90E-02	kg CO ₂ e/kg		WWF Ilmastolaskuri ⁵	2018
Energiajäte (seka-jäte)	4,10E-01	kg CO ₂ e/kg		WWF Ilmastolaskuri ⁵	2018
Kartonki ja pahvi	6,00E-02	kg CO ₂ e/kg		WWF Ilmastolaskuri ⁵	2018
Lasi	5,70E-01	kg CO ₂ e/kg		WWF Ilmastolaskuri ⁵	2018
Metalli	1,30E-01	kg CO ₂ e/kg		WWF Ilmastolaskuri ⁵	2018
Muovi	7,00E-02	kg CO ₂ e/kg		WWF Ilmastolaskuri ⁵	2018
Paperi	1,05E+00	kg CO ₂ e/kg		WWF Ilmastolaskuri ⁵	2018
Puu	1,43E-01	kg CO ₂ e/kg		Tilastokeskus, Polttoaineluokitus ⁴	2019
Sähkölaitteet	7,20E-01	kg CO ₂ e/kg		WWF Ilmastolaskuri ⁵	2018
Vaarallinen jäte	1,41E+00	kg CO ₂ e/kg		WWF Ilmastolaskuri ⁵	2018
Vaihtoehtosähkö ja -lämpö	Päästökerroin		Huomioituiden päästöt	Lähde	Vuosi
Aurinkosähkö	4,10E+01	kg CO ₂ e/MWh	Elinkaaren aikaiset (globaali mediaani)	IPCC ³	2014
Tuulisähkö	1,10E+01	kg CO ₂ e/MWh	Elinkaaren aikaiset (globaali mediaani)	IPCC ³	2014
Aurinkolämpö	0,00E+00	kg CO ₂ e/MWh	Elinkaaren aikaiset (globaali mediaani)	WWF Ilmastolaskuri ⁵	2015
Maa- tai ilmalämpö	0,00E+00	kg CO ₂ e/MWh	Elinkaaren aikaiset (globaali mediaani)	WWF Ilmastolaskuri ⁵	2016

Kyselylomake

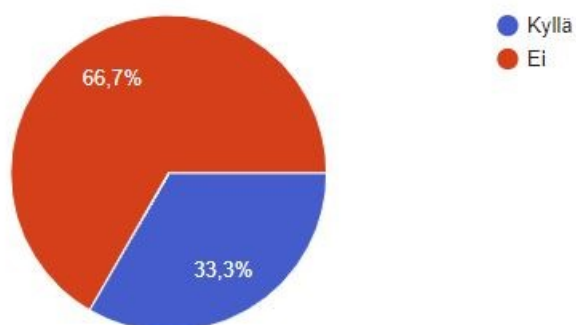
Jos yritykselläsi on tekstiilien vuokraustoimintaa, onko tavarantoimittajaltasi helposti saatavilla tietoa tekstiilihankintojen hiilijalanjäljestä?

3 vastausta



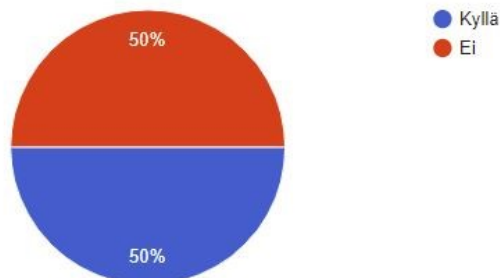
Onko kemikaalien toimittajiltasi helposti saatavilla tietoa aineiden valmistuksen hiilijalanjäljestä?

3 vastausta



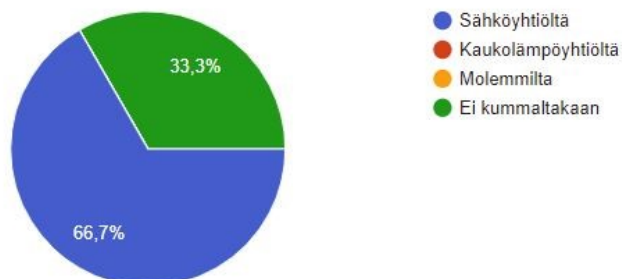
Onko vesi-yhtiöltäsi helposti saatavilla tietoa vedenkulutuksestasi aiheutuvasta hiilijalanjäljestä?

2 vastausta



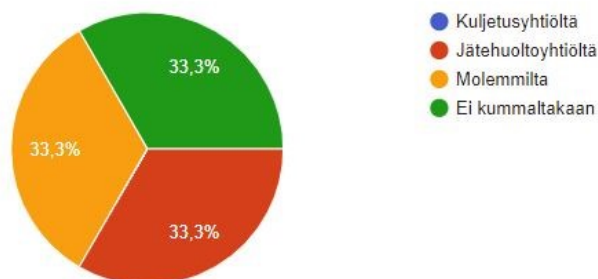
Onko sähkö- tai kaukolämpö-yhtiöltäsi helposti saatavilla tietoa yrityksellesi toimitetun energian hiilijalanjäljestä?

3 vastausta



Onko kuljetus- tai jätehuolto-yhtiöltäsi helposti saatavilla tietoa yrityksellesi toimitetun kuljetuspalvelun hiilijalanjäljestä?

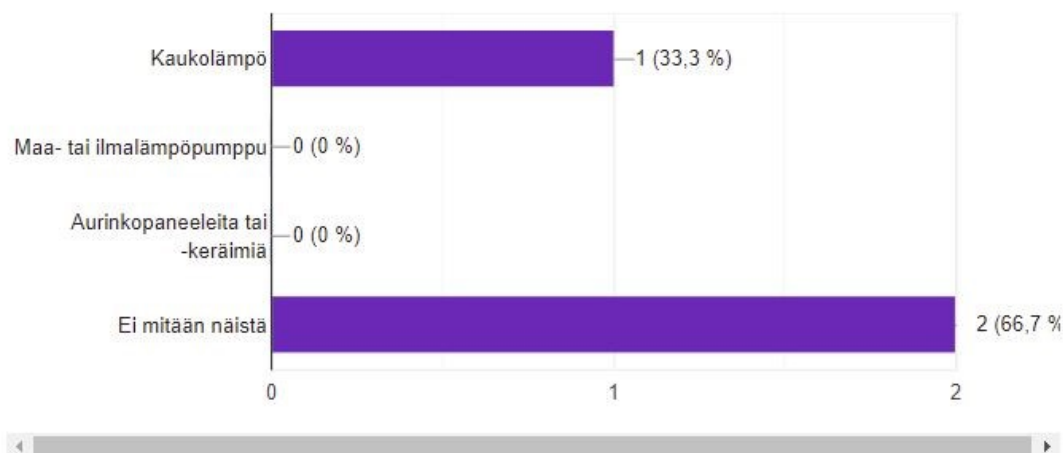
3 vastausta



Onko yritykselläsi käytössä yksi tai useampi seuraavista energiamuodoista?



3 vastausta



Jos yritykselläsi on omaa lämmöntuotantoa, valitse käytetyt polttoaineet.

3 vastausta

