

Opinnäytetyö (AMK)

Energia- ja ympäristötekniikka

2021

Alexi Leppänen

KOKEMUKSIA
YMPÄRISTÖTYÖKALUISTA
TEKSTIILIALAN
NÄKÖKULMASTA

Aleksi Leppänen

KOKEMUKSIA YMPÄRISTÖTYÖKALUISTA TEKSTIILIALAN NÄKÖKULMASTA

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää, millaisia ympäristötyökaluja on saatavilla ja mitä niillä voidaan tehdä tekstiilialan näkökulmasta tarkasteltuna. Työstä saatua tietoa ja kokemuksia voivat koulut ja muut tahot käyttää hyväkseen, kun tehdään uusia ympäristötyökaluhankintoja. Työn toimeksiantajana toimi Telaketju-verkosto ja työtä oli tekemässä opinäytetyön tekijän lisäksi pieni työryhmä, joka muodostettiin Turun ammattikorkeakoulun ja LAB-ammattikorkeakoulun opiskelijoista.

Työryhmä selvitti neljän eri ympäristötyökalun ominaisuuksia ja toimintaperiaatteita. Työssä tarkasteltiin käyttökokemusten lisäksi sitä, voiko ympäristötyökaluilla saada EU:n komission luomaa PEF-ohjeistusta (Product Environmental Footprint) noudattavia tuloksia. Valituilla ympäristötyökaluilla tarkasteltiin myös, voiko kahta erilaisilla menetelmillä valmistettua t-paitaa vertailla keskenään, sekä sopivatko ympäristötyökalut elinkaariarvioinnin tekemiseen.

Saatujen tulosten perusteella, voitiin todeta, että ympäristötyökaluilla on eroja ja ne soveltuvat erilaisiin tilanteisiin käyttäjän tarpeiden mukaan. Osa ympäristötyökaluista oli kevyempiä ja helppokäyttöisempiä, mutta saadut tulokset olivat myös suppeampia. Osa työkaluista taas oli monimutkaisempia ja hitaampia käyttää, mutta niillä voitiin tehdä kattavaa elinkaariarviointia PEF-ohjeistusta noudattaen. Voidaan todeta, että kevyemmistä työkaluista voi olla apua esimerkiksi materiaalivalintoja tehdessä, mutta kattavammalla ympäristötyökalulla voidaan arvioida koko tuotteen elinkaaren aikaiset ympäristövaikutukset.

ASIASANAT:

ympäristötyökalut, elinkaariarviointi, LCA, tekstiiliteollisuus, ympäristövaikutukset

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Energy- and environmental technology

2021 | 24 pages

Aleksi Leppänen

EXPERIENCES OF USING ENVIRONMENTAL TOOLS FROM TEXTILE INDUSTRY PERSPECTIVE

The aim of this thesis was to find out what kind of environmental tools are available and what can be done with them from the perspective of the textile industry. The knowledge and experience gained from this work can be used by schools and other facets when making new acquisitions of environmental tools. The work was commissioned by the Telaketju network, and in addition to the author of the thesis, a small working group was formed, consisting of students from Turku University of Applied Sciences and LAB University of Applied Sciences.

The working group examined the features and principles of four different environmental tools. In addition to user experience, the work examined whether the chosen environmental tools could provide results in accordance with the PEF (Product Environmental Footprint) guidelines created by the EU Commission. The selected environmental tools were also used to examine whether the two t-shirts made by different methods could be compared with each other, and whether the environmental tools were suitable for conducting a comprehensive life cycle assessment.

Based on the results obtained, it could be concluded that environmental tools have differences and are suitable for different situations according to the needs of the user. Some of the environmental tools were lighter and easier to use, but the results obtained were also more limited. Some of the tools, on the other hand, were more complex and slower to use, but they could be used to perform a comprehensive life cycle assessment following the PEF guidelines. It can be said that simpler tools can be helpful when making material choices, for example, but a more comprehensive environmental tool can be used to assess the environmental impact of a product throughout its whole life cycle.

KEYWORDS:

environmental tools, life-cycle assessment, LCA, textile industry, environmental impact

SISÄLTÖ

| | |
|--|-----------|
| 1 JOHDANTO..... | 6 |
| 2 TOIMEKSIANTO..... | 8 |
| 2.1 PEF..... | 8 |
| 3 TYÖRYHMÄ JA VERKOSTO..... | 10 |
| 3.1 Telaketju-yhteistyöverkosto..... | 10 |
| 3.2 Työryhmä..... | 11 |
| 4 VALITUT YMPÄRISTÖTYÖKALUT..... | 12 |
| 4.1 GaBi..... | 12 |
| 4.2 OpenLCA..... | 13 |
| 4.3 Higg MSI..... | 14 |
| 4.4 STJM-ympäristölaskuri..... | 14 |
| 5 YMPÄRISTÖTYÖKALUJEN VERTAILU..... | 15 |
| 5.1 Yleiset toimintaperiaatteet..... | 15 |
| 5.1.1 GaBi..... | 15 |
| 5.1.2 OpenLCA..... | 15 |
| 5.1.3 Higg MSI..... | 16 |
| 5.1.4 STJM-ympäristölaskuri..... | 16 |
| 5.2 Tulosten esittäminen..... | 16 |
| 5.2.1 GaBi..... | 16 |
| 5.2.2 OpenLCA..... | 18 |
| 5.2.3 Higg MSI..... | 19 |
| 5.2.4 STJM-ympäristölaskuri..... | 20 |
| 5.3 T-paitojen vertailu..... | 20 |
| 6 YHTEENVETO..... | 22 |
| LÄHTEET..... | 24 |

SANASTO JA LYHENTEET

Sanasto

Ympäristötyökalu Ympäristötyökalut ovat mekanismeja ympäristötavoitteiden ja tulosten saavuttamiseksi. Ne on suunniteltu edistämään ympäristön kannalta toivottavaa käyttäytymistä. (Alberta 2021)

Elinkaariarviointi Elinkaariarviointi eli LCA (Life Cycle Assessment) on menetelmä tuotteen tai palvelun koko elinkaaren aikaisten ympäristövaikutusten analysointiin ja arviointiin. (Suomen Ympäristökeskus SYKE 2013)

Lyhenteet

LCA Life Cycle Assessment, elinkaariarviointi

LCIA Life cycle impact assessment, elinkaarivaikutusarviointi

LSJH Lounais-Suomen Jätehuolto Oy, kunnallinen jätehuoltoyhtiö

PEF Product Environmental Footprint, EU:n komission luoma ohjeistus elinkaariarviointiin

SAC The Sustainable Apparel Coalition, maailmanlaajuinen kestävän kehityksen tekstiili- ja vaatealan yhdistys

STJM Suomen Tekstiili ja Muoti ry, tekstiili-, vaate-, ja muotialan yritysten järjestö

VTT Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy

1 JOHDANTO

Ympäristön kantokyvyn arviointi on nykyään tärkeä aihe. Ympäristön kannalta kestävämmät ratkaisut aiheuttavat paljon vakavia ongelmia, kuten ilmastonmuutosta, otsonikatoa, ympäristön happamoitumista, myrkyllisten saasteiden leviämistä, luonnon monimuotoisuuden heikentymistä, metsien häviämistä, maan pilaantumista, sekä fossiilisten polttoaineiden ja mineraalien loppumista. Uudelleenkäyttö, kierrätys, uusiutuvien resurssien käyttö, sekä tuote- ja palvelusuunnittelu ovat tulleet yhä tärkeimmiksi aiheiksi nykyään ympäristöasioita mietittäessä.

Erilaisten tuotteiden, palveluiden, prosessien, energiamuotojen ja raaka-aineiden vertailu on mahdollista käyttämällä saatavilla olevia ympäristötyökaluja. LCA:lla ja ympäristötyökaluilla pystytään selvittämään, miten tuotteita ja palveluita pystytään tuottamaan mahdollisimman ympäristöystävällisesti. Niiden avulla voidaan tehdä kestäviä materiaalivalintoja ja tunnistaa prosesseista ympäristöä kuormittavat tekijät ja vaikuttaa niihin jo suunnitteluvaiheessa.

Ensimmäisiä tuotteiden ympäristövaikutusten arviointeja on tehty 1960-luvun lopussa ja 1970-luvun alussa, kun energiatehokkuudesta sekä saasteiden ja jätteiden hallinnasta tuli julkisia huolenaiheita, mutta siihen aikaan tehdyt arvioinnit eivät vielä olleet vielä kovin kattavia. Virallisesti ensimmäiset kunnolliset LCA-metodit kehitettiin 1980 ja 1990-luvulla ja ne ovat kehittyneet vähitellen vuosikymmenten aikana. LCA:n käyttö on kasvanut merkittävästi 2000-luvulta tähän päivään saakka. (American Chemical Society 2011, 90–91.)

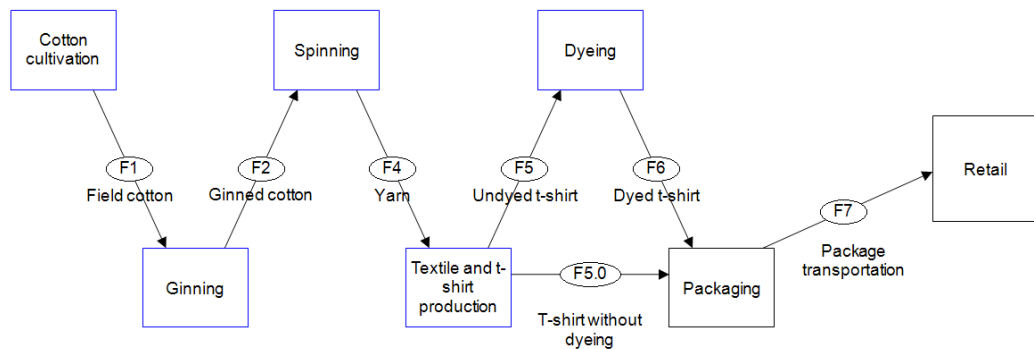
Nykyään löytyy useita eri ympäristötyökaluja, joilla voidaan arvioida tuotteiden ja palveluiden ympäristövaikutuksia. Tässä työssä käytetyt ympäristötyökalut ovat tietokoneohjelmistoja, joissa voidaan hyödyntää ympäristöön, tuotteisiin ja palveluihin liittyvää tietoa. Tiedot voivat olla mitä tahansa tuotteisiin ja palveluihin liittyvää tietoa, kuten tuotteen paino, valmistusprosessin vedenkulutus tai vaikka rahdin aiheuttamat kasvihuonepäästöt. Saatavilla olevalla tiedolla voidaan arvioida tuotteisiin ja palveluihin liittyviä ympäristövaikutuksia. Tietyillä ohjelmistoilla voidaan myös luoda infografiikkaa, joilla voidaan selkeämmin esittää saatuja tuloksia.

Tässä opinnäytetyössä tarkastellaan ja vertaillaan neljän eri ympäristötyökalun ominaisuuksia. Tarkastelulle on tarve, jotta koulut ja muut organisaatiot saisivat tietoa siitä, millaisia ympäristötyökaluja on saatavilla ja mitä niillä voi tehdä. Ympäristövaikutusten arvioinnin tärkeys ja tiukentunut ympäristölainsäädäntö on havahduttanut yritykset ja koulut siihen, kuinka hyödyllisiä erilaiset ympäristötyökalut voivat olla palvelu- ja tuotesuunnittelussa. Tarkastelussa selvitettiin myös, mitkä työkaluista sopivat LCA:han.

Oppinäytetyön toimeksiantajana toimi kestävää tekstiiliteollisuutta edistävä Telaketju -verkosto, jonka hankkeissa opinnäytetyön tekijä on työskennellyt opiskelija-assistenttina 2019–2020. Tästä syystä ympäristötyökaluja on tarkasteltu tekstiiliteollisuuden näkökulmasta. Ympäristötyökalujen tarkastelua varten koottiin kuusihenkinen työryhmä, johon kuului Turun ammattikorkeakoulun ja LAB-ammattikorkeakoulun opiskelijoita.

2 TOIMEKSIANTO

Toimeksiantona oli vertailla neljää eri ympäristötyökalua keskenään. Vertailussa selvitettiin, voidaanko työkaluilla soveltaa EU:n komission luomaa PEF ohjeistusta (katso luku 2.1). Tehtävänä oli myös selvittää, millaiseen käyttöön työkalut soveltuvat ja kuinka helppokäyttöisiä ja luotettavia ne ovat. Lisäksi selvitettiin, pystyykö työkaluilla vertailemaan kahta erilaista t-paitaa keskenään. T-paidoista toinen on mekaanisesti kierrätettyä puuvillaa (180g/m² open-end) ja toinen neitseellistä puuvillaa (130g/m² rengaskehrätty). T-paitojen tarkastelu rajattiin raaka-aineesta kauppaan (cradle-to-gate), eli kuluttajan osuus ja elinkaaren loppuvaiheet jätettiin tarkastelun ulkopuolelle (kuva 1).



Kuva 1. T-paitojen tarkastelun rajaus (cradle-to-gate)

2.1 PEF

PEF on Euroopan komission kehittämä elinkaariarviointiin perustuva menetelmä ja ohjeistus (taulukko 1). Euroopan komission tavoitteena on, että tulevaisuudessa kaikki ympäristöviestintä EU:ssa pohjautuu PEFiin. Tällä edistetään tasavertaisia sisämarkkinoita. Eri tuoteryhmille on luotu omat menetelmäsääntönsä. Yksi tuoteryhmistä on t-paidat. Tuotteiden ympäristövaikutuksia arvioidaan kuudessatoista eri ympäristövaikutusluokassa. (Pesnel & Payet 2019.)

Taulukko 1. PEF ympäristövaikutusluokat (Pesnel & Payet 2019)

| |
|---|
| 1. Ilmastonmuutos |
| 2. Otsonikato |
| 3. Ekotoksisuus makeassa vedessä |
| 4. Toksisuus ihmiselle - syöpää aiheuttavat vaikutukset |
| 5. Toksisuus ihmiselle - muut kuin syöpää aiheuttavat vaikutukset |
| 6. Pienhiukkaset |
| 7. Ionisoiva säteily - vaikutukset ihmisen terveyteen |
| 8. Alailmakehän otsonin muodostuminen |
| 9. Happamoituminen |
| 10. Rehevöityminen maalla |
| 11. Rehevöityminen makeassa vedessä |
| 12. Rehevöityminen merivedessä |
| 13. Luonnonvarojen ehtyminen - vesi |
| 14. Luonnonvarojen ehtyminen - mineraalit |
| 15. Luonnonvarojen ehtyminen - fossiiliset luonnonvarat |
| 16. Maankäytön muutokset |

3 TYÖRYHMÄ JA VERKOSTO

Ympäristötyökalujen vertailu tehtiin Telaketju-yhteistyöverkoston puitteissa tutkimuspaikana ja sen tekemiseen osallistui opiskelijoita Turun ammattikorkeakoulusta ja LAB-ammattikorkeakoulusta. Työn ohjauksesta vastasi Turun ammattikorkeakoulu ja mentoointia järjesti VTT.

3.1 Telaketju-yhteistyöverkosto

Vuonna 2016 järjestettiin Teskstiili 2.0 niminen pilottihanke poistotekstiilien keräystä ja lajittelua varten Varsinais-Suomen alueella. Hanke oli Turun ammattikorkeakoulun ja Lounais-Suomen Jätehuolto Oy:n vetämä. Pilotin jälkeen luotiin Telaketju-yhteistyöverkosto, koska huomattiin, kuinka paljon Suomessa on kiinnostusta tekstiilien kiertotalouden kehittämiseksi. Telaketjun ensimmäinen vaihe oli Lounais-Suomen Jätehuolto Oy:n ja VTT:n koordinoima, ja se päättyi tammikuussa 2019. (Telaketju 2021b.)

Toukokuussa 2019 alkoi Telaketjun toinen vaihe, jota lähti rahoittamaan Business Finland yhdessä yli 20 yrityksen ja organisaation kanssa. Toisen vaiheen teemana oli tekstiilien kiertotalouden kokonaisuus ja uudet liiketoimintamallit. Vaihe koostuu Turun AMK:n, LAMK:n ja VTT:n tekemästä julkisesta tutkimuksesta, sekä yhteensä viidestä yritysten kehitysprojektista. Kehitysprojektit ovat (Telaketju 2021a.):

- Telaketju 2 BF
 - o Liiketoimintaa tekstiilien kiertotaloudesta -hanke pitää sisällään kierrätysliiketoiminnan, sekä materiaalitehokkuuteen ja tekstiilien elinkaaren pidentämiseen tähtäävät uudentyyppiset tekstiilien liiketoimintamallit. (Telaketju 2021a.)
- Telaketju TEM
 - o Hankkeen tavoitteena on käynnistää Lounais-Suomen Jätehuolto Oy:n poistotekstiilin jalostuslaitos. Tukea siihen on myöntänyt Työ- ja elinkeinoministeriö, mikä on kiertotalouden investointi- ja kehittämishankkeisiin suunnattua tukea. (Telaketju 2021a.)
- Telaketju Tekes

- o Hankkeessa keskitytään tekstiilien arvoketjun eri vaiheiden prosessien kehittämiseen, sekä uusien hyödyntäjien ja hyödyntämistapojen löytämiseen erilaisille tekstiilijakeille. (Telaketju 2021a.)
- Telaketju YM
 - o Tavoitteena kokeiluhankkeessa on kehittää Suomeen kattava poistotekstiilin keräys- ja lajittelujärjestelmä, sekä tehostaa poistotekstiilin prosessointia kierrätystä ja uudelleenkäyttöä varten. (Telaketju 2021a.)
- Telaketju AIKO
 - o Hankkeessa tuetaan kotimaisen poistotekstiilin jalostuslaitoksen ensimmäisen vaiheen toteutusta Varsinais-Suomeen, sekä myöhempien vaiheiden suunnittelua. AIKO-rahoitus on myönnetty Lounais-Suomen Jätehuolto Oy:lle Varsinais-Suomen Liiton toimesta. (Telaketju 2021a.)

3.2 Työryhmä

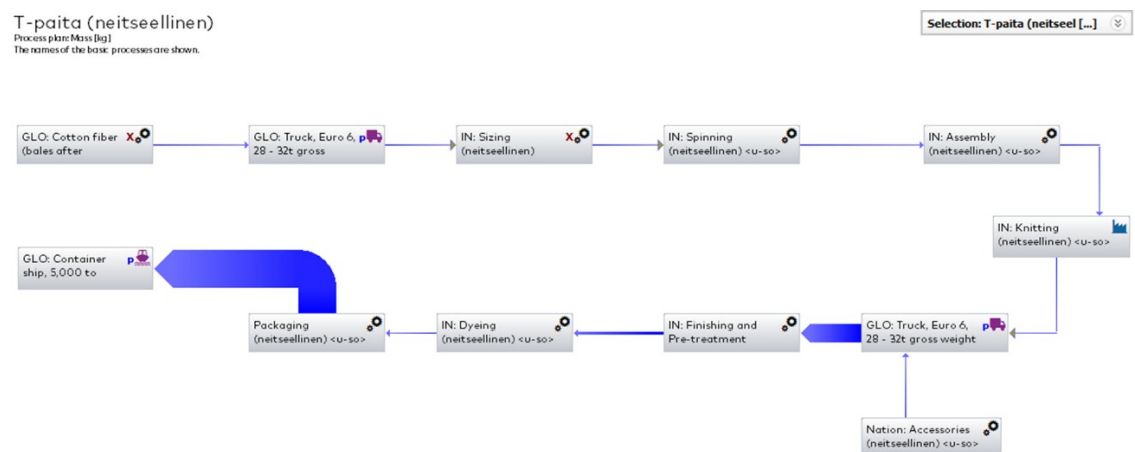
Työryhmään kuuluivat lisäksi Kaisa Ahonen, Elina Lundén ja Minna Ainonen Turun ammattikorkeakoulusta, sekä Enni Arvez ja Sofia Malin LAB-ammattikorkeakoulusta. Kaikki ovat energia- ja ympäristötekniikan opiskelijoita. Työtä ohjasi palvelusuunnittelija Inka Mäkiö ja lehtori Henna Knuutila Turun ammattikorkeakoulusta. Mentorina toimi Tiina Pajula VTT:ltä.

4 VALITUT YMPÄRISTÖTYÖKALUT

Työn ohjaajat valitsivat ympäristötyökalut ja niitä valikoitui työtä varten neljä kappaletta. Valintaan vaikutti työryhmän koko ja työhön varattu aika. Suurin osa työryhmästä ei ollut myöskään koskaan aikaisemmin käyttänyt työhön valittuja ympäristötyökaluja.

4.1 GaBi

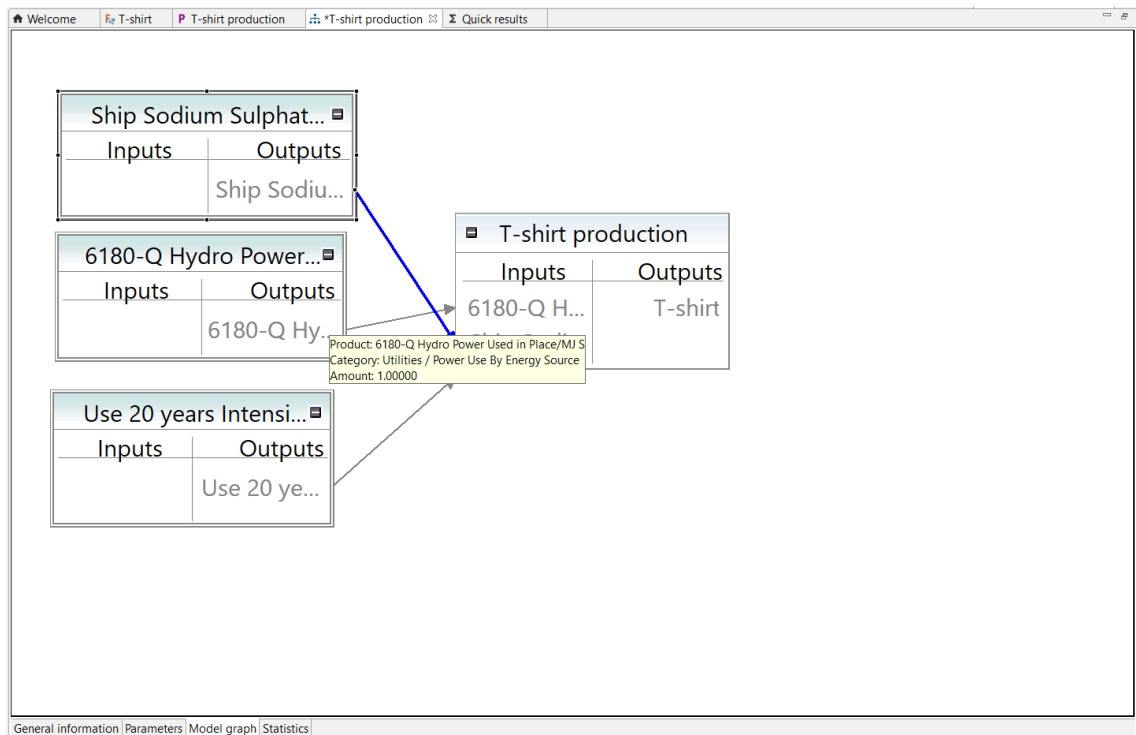
GaBia kehittää saksalainen Sphera Solutions GmbH ja siihen voi ostaa lisenssin kuka tahansa. Ohjelman käyttämä data tulee GaBin omasta tietokannasta, jonka primaaridata on kerätty globaalissa yhteistyössä erilaisten yritysten, yhdistysten ja julkisten elinten kanssa. GaBi ei ole toimialakohtainen, vaan tietokannasta löytyy dataa monista eri teollisuuden aloista. GaBiin on myös mahdollista ostaa ulkopuolisia lisätietokantoja käyttäjän tarpeiden mukaan. (GaBi 2021.)



Kuva 2. Esimerkki t-paidan valmistuksen prosessikaaviosta esitettynä GaBissa

4.2 OpenLCA

OpenLCA on saksalaisen kestävän kehityksen konsultointi- ja ohjelmistoyritys Green-Delta:n kehittämä ja se julkaistiin alun perin 2006. Se on avointa lähdekoodia, ilmainen, sekä kaikkien käytettävissä ja muokattavissa. OpenLCA ei ole toimialakohtainen, vaan soveltuu laajalle alalle eri liiketoiminnan muotoja. OpenLCA:n omat tietokannat ovat ilmaisia, mutta eivät kovin kattavia. Ohjelmaan on mahdollista hankkia ulkopuolisia tietokantoja, joita on mahdollista ostaa kolmansilta osapuolilta ja joitakin voi ladata myös ilmaiseksi. (OpenLCA 2021.)



Kuva 3. Esimerkki kaavion tekemisestä OpenLCA:ssa

4.3 Higg MSI

Higg Material Sustainability Index on suunniteltu vaatetuksen, jalkineiden ja kodintekstiilien ympäristövaikutusten arviointiin. Sen on alun perin kehittänyt Nike ja vuonna 2012 sen otti haltuunsa SAC. Higg MSI ei sovellu LCA:han, mutta se soveltuu materiaalien ympäristövaikutusten arviointiin ja vertailuun. Sitä voi käyttää rajoitetusti ilmaiseksi, ja lisenssin hinta on alkaen noin 140 €. Data on SAC:n jäsenyritysten tuottamaa ja ulkopuolisista tietokannoista kerättyä. (Sustainable Apparel Coalition 2021.)

4.4 STJM-ympäristölaskuri

STJM on suomalainen tekstiili-, vaate-, ja muotialan yritysten järjestö, joka julkaisi elokuussa 2020 uuden ympäristölaskurin materiaalien ympäristövaikutusten arviointiin. Se ei ole LCA-työkalu. STJM-ympäristölaskuri on luotu avuksi suunnittelijoille kestävien materiaalivalintojen tekemiseen. Laskurin data on koottu useista julkisesti saatavilla olevista selvityksistä. (Mäki 2021.)

5 YMPÄRISTÖTYÖKALUJEN VERTAILU

Työryhmä päätti, että jokaista valittua ympäristötyökalua varten valitaan yksi ryhmän jäsen, joka testaa kyseistä työkalua. Lopulta päädyttiin ratkaisuun, jossa opinnäytetyön tekijä testasi OpenLCA:ta, Sofia Malin GaBi:a, Elina Lundén Higg MSI:tä ja Minna Aionon STJM ry:n ympäristölaskuria. Jokainen ympäristötyökaluja kokeillut teki ympäristötyökalun testauksen henkilökohtaisesti. Työn aikana pidettiin myös palavereja ja työn etenemisestä raportoitiin muulle työryhmälle säännöllisesti. Työ suoritettiin kokonaan etänä vallitsevan pandemian ja välimatkojen takia.

5.1 Yleiset toimintaperiaatteet

5.1.1 GaBi

Gabin käytön aloitus voi olla haastavaa. Ohjauksen ja opetuksen avulla ohjelman perustoiminnot ovat omaksuttavissa kuitenkin melko nopeasti. Gabi on suhteellisen informatiivinen LCA-työkalu, mutta toimii ohjelmaa testanneen koneella verkkaisesti, ylikuormittui ja jäi välillä kokonaan jumiin.

Ohjelmaan on olemassa erilaisia maksullisia lisenssejä, joiden avulla ohjelman tietokantaa pystytään laajentamaan. Ohjelmassa pystytään hyödyntämään valmiita prosesseja, mutta myös omia prosesseja on mahdollista luoda.

5.1.2 OpenLCA

OpenLCA:n käytön aloitus on hankalaa, mutta jo heti ohjelman aloitusruudulta pääsee lukemaan ohjeita. Aloitusruudulta löytyy myös linkki keskustelupalstalle, josta on mahdollista kysyä neuvoa ja lukea muiden käyttäjien kokemuksia. OpenLCA on hyvin monipuolinen LCA-työkalu, mutta käyttö saattaa olla hidasta ja haastavaa.

OpenLCA sisältää oman ilmaisen tietokannan, joka ei kuitenkaan ole erityisen kattava. Muitakin ilmaisia kolmannen osapuolen tietokantoja on saatavilla. Maksullisilla kolmannen osapuolen tietokannoilla pystytään tekemään kattavampia arviointeja ja laskelmia.

Ohjelmassa pystytään hyödyntämään valmista dataa, muokkaamaan sitä, sekä syöttämään omaa dataa, kuten prosesseja ja virtoja.

5.1.3 Higg MSI

Higg MSI on yksinkertainen käyttää ja melko nopeasti omaksuttavissa. Se sisältää kuitenkin runsaasti muutettavia ominaisuuksia. Siihen löytyy myös yksityiskohtaiset käyttöohjeet.

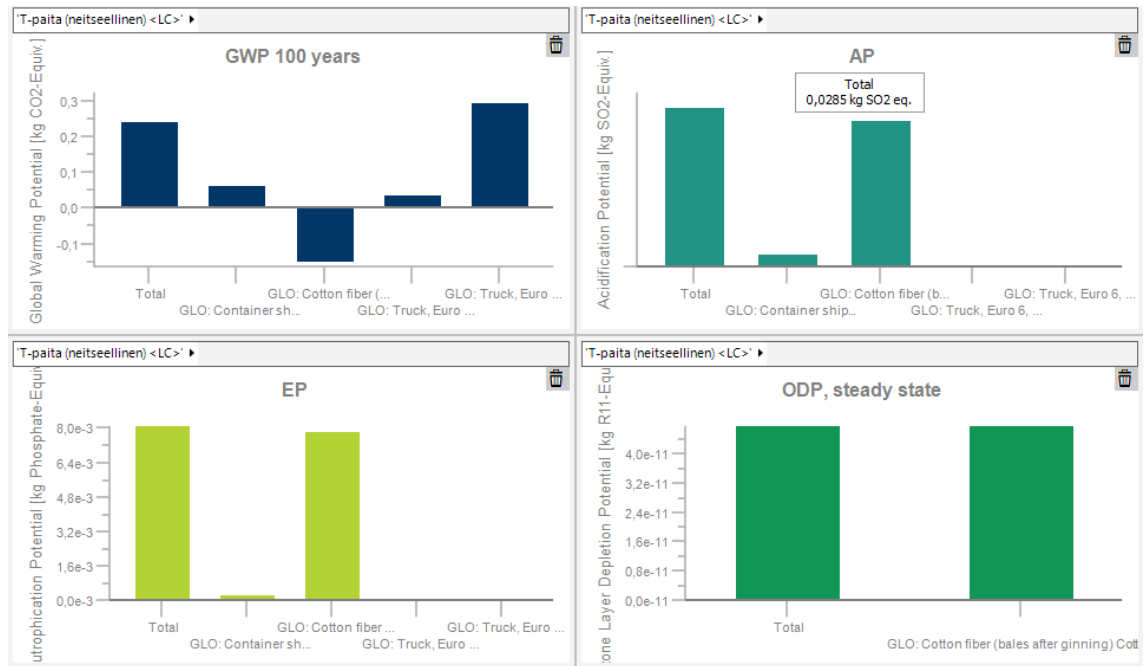
5.1.4 STJM-ympäristölaskuri

STJM-ympäristölaskurilla voidaan arvioida materiaalien ympäristövaikutuksia ja siinä on kaksi toimintoa, jotka ovat tuotekohtainen materiaalien ympäristövaikutusten vertailu, sekä tuotevalikoiman ympäristövaikutusten arviointi. Jälkimmäinen on saatavilla ainoastaan jäsenyrityksille. Laskuriin syötettäviä tietoja ovat tuotteen nimi, mahdollinen koodi, paino, kappalemäärä, sekä materiaali.

5.2 Tulosten esittäminen

5.2.1 GaBi

Gabi ilmoittaa saadut tulokset kaavioina ja luetteloina.



Kuva 4. Esimerkki kaavioiden esittämisestä Gabi:ssa

| | T-paita (neitse |
|---|------------------|
| Flows | 1,25E004 |
| Resources | 6,3E003 |
| Energy resources | 58,8 |
| Land use | |
| Material resources | 6,24E003 |
| Deposited goods | 2,38 |
| Stockpile goods | 2,38 |
| Emissions to air | 5,56E003 |
| Emissions to fresh water | 644 |
| Emissions to sea water | 2,62 |
| Emissions to agricultural soil | -11 |
| Heavy metals to agricultural soil | 4,92E-008 |
| Inorganic emissions to agricultural soil | -10 |
| Organic emissions to agricultural soil | -1 |
| Emissions to industrial soil | 3,06E-005 |
| Heavy metals to industrial soil | 3,11E-009 |
| Inorganic emissions to industrial soil | 3,06E-005 |
| Organic emissions to industrial soil | 1E-010 |

Kuva 5. Esimerkki tulosten esittämisestä luettelon muodossa Gabi:ssa

5.2.2 OpenLCA

OpenLCA:ssa käytettävät tietokannat vaikuttavat siihen, miten tulokset esitetään. Tulokset tulevat kaavioina ja luetteloina. OpenLCA tarjoaa ilmaiseksi LCIA-tietokannan tulosten monipuolisempaa ja graafisempaa esittämistä varten.



Kuva 6. Esimerkki tulosten esittämisestä kaaviona OpenLCA:ssa

5.2.3 Higg MSI

Tulokset annetaan Higg Co:n kehittämällä omalla indeksillä, sekä arvoina kunkin ympäristövaikutusluokan mukaan.

The figure shows a screenshot of the Higg MSI software interface. The main table displays impact results for 'Cotton fabric' across various categories. The table has columns for 'Impact', 'Benchmark', 'Components', 'MSI Score', and 'Life Cycle Impact Assessment'. The 'Impact' column shows a value of 25.5 for 'Cotton fabric' and 100% for 'Textile Formation'. The 'Benchmark' column shows values for 'Global Warming', 'Eutrophication', 'Water Scarcity', 'Resource Depletion, Fossil Fuels', and 'Chemistry'. The 'Components' column shows values for '5.36', '5.07', '1.86', '4.90', and '8.29'. The 'MSI Score' column shows values for '5.68 kg CO2 eq', '0.376 kg CO2 eq', '1.46', '0.196', '0.776', '2.57', and '0'. The 'Life Cycle Impact Assessment' column shows values for '0.905 kg PO4--- eq', '0.044', '0.285', '1.11', '2.06', '2.84', and '0'. The table also includes links for 'Raw Material Source', 'Yarn Formation Method', 'Textile Formation', 'Preparation', 'Coloration', and 'Additional Coloration and Finishing'.

| Material | Impact | Benchmark | Components | MSI Score | Life Cycle Impact Assessment | |
|-------------------------------------|--------|-----------|------------|-----------|------------------------------|------|
| Cotton fabric | 25.5 | 5.36 | 5.07 | 1.86 | 4.90 | 8.29 |
| Raw Material Source | 0.354 | 0.122 | 0.044 | 0.285 | 1.24 | 2.61 |
| Yarn Formation Method | 1.46 | 0.562 | 0.189 | 1.06 | 1.11 | 2.35 |
| Textile Formation | 0.196 | 0.114 | 0.016 | 0.107 | 1.04 | 2.20 |
| Preparation | 0.776 | 1.05 | 0.579 | 0.845 | 2.06 | 4.35 |
| Coloration | 2.57 | 3.23 | 1.03 | 2.61 | 2.84 | 6.00 |
| Additional Coloration and Finishing | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Chemistry Certifications | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Kuva 7. Esimerkki tulosten esittämisestä Higg MSI:ssa

5.2.4 STJM-ympäristölaskuri

Tuotekohtaisessa materiaalien vertailussa tulokset esitetään kolmessa eri muodossa, joita ovat nykyinen kulutus, vaihtoehtoinen kulutus ja näiden erotus. Laskuri laskee vain eri materiaalien ympäristövaikutukset, mutta ei tuotteen koko elinkaarta.

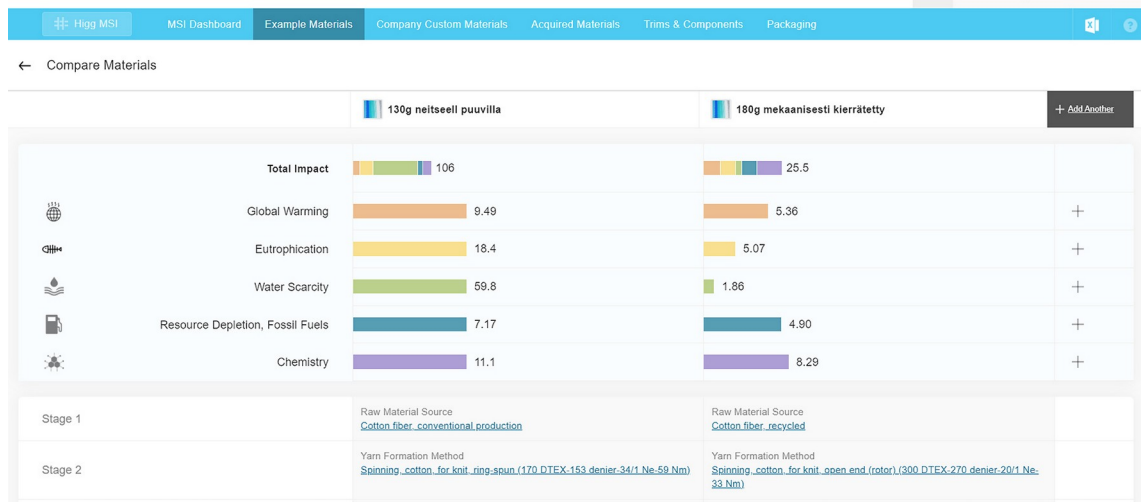
5.3 T-paitojen vertailu

Työryhmä kokeili testinä, onnistuisiko kahden eri t-paidan ympäristövaikutusten vertailu keskenään ja voidaanko ohjelmalla saada PEF-ohjeistusta noudattavat tulokset (taulukko 2.).

Taulukko 2. Ympäristötyökalujen soveltuvuus PEF-ohjeistuksen noudattamiseen ja t-paitojen vertailuun

| | GaBi | OpenLCA | Higg MSI | STJM Ympäristölaskuri |
|---------------------------------------|---|--|---|--|
| Soveltuvuuko LCA:han? | Kyllä | Kyllä | Ei | Ei |
| Voidaanko noudattaa PEF:iä? | Kyllä | Kyllä | Ei | Ei |
| Huomioidut PEF-ympäristöluokat | 16/16 | 16/16 | 4/16 | 0/16 |
| T-paitojen vertailu | Käytössä olleella lisenssillä ei löytynyt kierrätettyä puuvillaa. Näin oleen vertailua ei voinut tehdä. | Ilmaiseksi saatavilla olleista tietokannoista ei löytynyt ollenkaan tarvittavia t-paidan valmistamiseen liittyviä prosesseja ja virtoja. | Kahden erilaisen t-paitamateriaalin vertaileminen onnistuu Higg MSI:ssa, kun lähtötiedot ovat riittävän tarkat. | Kahden eri tuotteen materiaaleja pystyy vertailemaan keskenään. Laskurissa on kuitenkin vielä toistaiseksi paljon rajoitteita. |
| Mahdolliset lisäpalvelut | Kalliimmalla lisenssillä tarvittavat tiedot olisi löytynyt. | On olemassa maksullisia tietokantoja, joista näitä tietoja olisi löytynyt ja t-paitojen vertailu olisi ollut | - | - |

| | | | | |
|--|--|----------------------|--|--|
| | | silloin mahdollista. | | |
|--|--|----------------------|--|--|



Kuva 8. T-paitojen materiaalien vertailu Higg MSI:ssa

6 YHTEENVETO

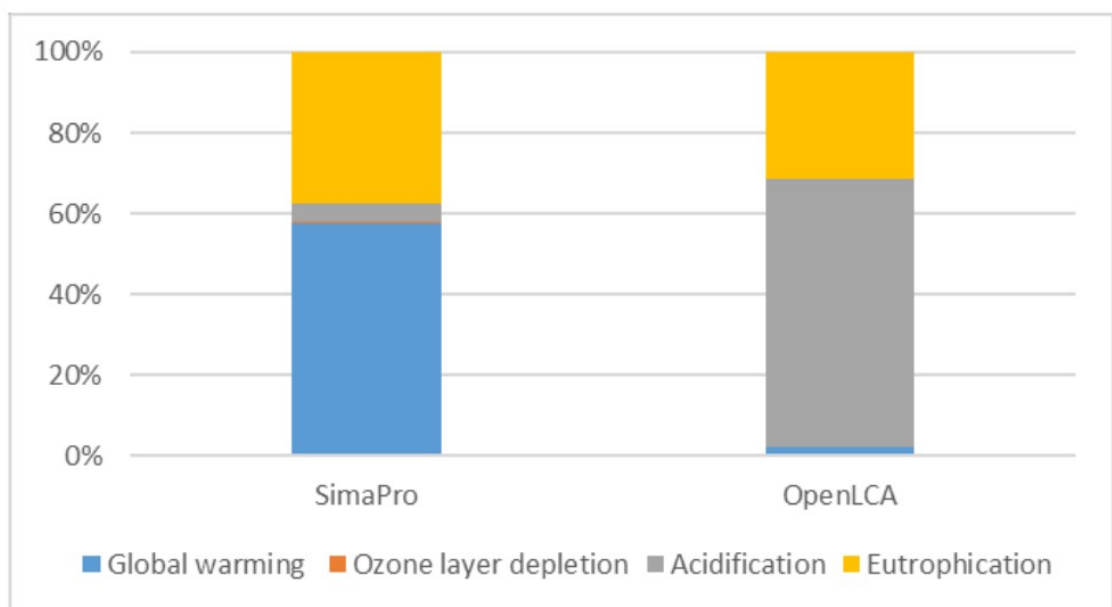
Työn tavoitteena oli vertailla neljää erilaista ympäristötyökalua ja tarkastella, miten ne eroavat toisistaan tekstiilialan näkökulmasta tarkasteltuna. Tavoitteena oli myös tuoda lisätietoa kouluille, jotta olisi tietoa siitä, millaisia ympäristötyökaluja on olemassa ja mitä niillä voi tehdä.

Käytettyjen metodien perusteella voidaan todeta, että monet työryhmän ympäristötyökalujen käytöstä saadut kokemukset ovat subjektiivisia ja voivat vaihdella käyttäjästä riippuen. Yksi esimerkki subjektiivisesta käyttökokemuksesta on ohjelmiston helppokäyttöisyys. Myös käytössä oleva tietokone ja käyttöjärjestelmä voivat vaikuttaa siihen, kuinka sujuvasti ympäristötyökalua voidaan käyttää. Kuitenkin monia ominaisuuksia voidaan tutkailla objektiivisestakin näkökulmasta. Näitä ominaisuuksia ovat esimerkiksi se, voiko työkalulla saada PEFiä noudattavia tuloksia, voiko sillä verrata kahta erilaista t-paitaa keskenään tai ovatko saadut tulokset vertailukelpoisia ja todenmukaisia.

Jos halutaan saada vielä saatuja tuloksia parempia tuloksia, tarvittaisiin työn tekemiseen isompi työryhmä. Jokaista työkalua voisi myös testata isompi joukko ihmisiä, jolloin saatuja käyttökokemuksiakin olisi enemmän jokaista ympäristötyökalua kohden. Työryhmällä ei myöskään ollut juurikaan aikaisempia käyttökokemuksia ympäristötyökaluista, joten kokeneempi testaaja saattaisi huomioida eri asioita ympäristötyökaluista.

Työryhmän ja opinnäytetyön kirjoittajan ympäristötyökalujen käyttökokemusten perusteella voidaan todeta, että tarkastelluilla työkaluilla on eroja. GaBi ja OpenLCA muistuttavat paljon toisiaan, ja molemmat on virallisesti suunniteltu LCA:n tekemiseen. Higg MSI- ja STJM-ympäristötyökalut taas olivat paljon yksinkertaisempia ja niistä voi olla apua muun muassa vaatesuunnittelijoille materiaalivalintoja tehdessä niiden keveyden ja helppokäyttöisyyden takia, vaikka ne eivät itsessään sovellukaan kattavan LCA:n tekemiseen.

Kun tarkastellaan muiden käyttäjien kokemuksia LCA-työkaluista, suurin merkitys tuloksien luotettavuuden kannalta on käytettävien tietokantojen laatu ja kattavuus. Vuonna 2019 tehdyssä tutkimuksessa todettiin, että LCA:n tulokset SimaPro nimisen LCA-työkalun ja OpenLCA:n välillä vaihtelivat suuresti (Iswara ym. 2019, 1–7). Samaan johtopäätökseen on myös tultu vuonna 2014, kun tarkasteltiin GaBi:n ja SimaPro:n eroja (Herrmann & Moltensen 2014, 163–169). Erot johtuvat yleensä tietokantojen virheistä ja tietojen eroavaisuuksista. Tietokannasta riippuen tietojen arvot voivat vaihdella merkittävästi. Siksi on myös hyvä, että tuloksia tarkastellaan kriittisesti, jotta tulleita virhearviointoja voidaan tunnistaa ja korjata.



Kuva 9. Eroavaisuuksia SimaPro:n ja OpenLCA:n antamissa tuloksissa, kun ohjelmaan syötetyt arvot ovat olleet samoja (Iswara ym. 2019, 7).

Nyt saatuja tuloksia voidaan hyödyntää, kun organisaatio tai yksityishenkilö on hankkimassa ympäristötyökaluja käyttöönsä ja tarvitsee lisää tietoa niiden toimintaperiaatteista ja ominaisuuksista. Työ tehtiin tekstiilialan näkökulmasta, joten siitä on varmasti eniten hyötyä tekstiili- ja ympäristöalan ammattilaisille ja opiskelijoille, jotka tarvitsevat tietoa saatavilla olevista ympäristötyökaluista.

LÄHTEET

Alberta 2021. Environmental Tools Guide – Overview. Viitattu 8.5.2021. <https://www.alberta.ca/environmental-tools-guide-overview.aspx>

GaBi 2021. Gabi LCA Databases. Sphera. Viitattu 11.4.2021. <http://www.gabi-software.com/nw-eu-english/databases/gabi-databases/>

Guinée, J., Heijungs, R., Huppes, G., Zamagni, A., Masoni, P., Buonamici, R., Ekvall, T. & Rydberg, T 2011. Life Cycle Assessment: Past, Present, and Future. Environmental Science & Technology. Vol 45, No 1.

Herrmann, I. & Moltensen, A 2014. Does it matter which Life Cycle Assessment (LCA) tool you choose? a comparative assessment of SimaPro and GaBi. Journal of Cleaner Production.

Iswara, A P., Farahdiba A U., Nadhifatin E N., Piradi F., Andhikaputra G., Muflihah I. & Boedi-santoso R 2019. A Comparative Study of Life Cycle Impact Assessment using Different Software Programs. IOP Publishing.

Mäki, S 2021. Ympäristölaskuri. Viitattu 11.4.2021. <https://www.stjm.fi/toiminta-alueemme/vas-tuullisuus/ymparistolaskuri/>

OpenLCA 2021. The world's leading, high performance, open source Life Cycle Assessment software. GreenDelta. Viitattu 11.4.2021 <https://www.openlca.org/>

Pesnel, S. & Payet, J 2019. Product Environmental Footprint Category Rules (PEFCR) – T-shirts. Cycleco.

Suomen ympäristökeskus SYKE 2013. Elinkaariarviointi, jalanjäljet ja panos-tuotosmalli. Viitattu 8.5.2021. https://www.ymparisto.fi/fi-fi/kulutus_ja_tuotanto/tuotesuunnittelu_ja_tuotteet/elinkaari-arviointi_jalanjaljet_ja_panostuotosmalli

Sustainable Apparel Coalition 2021. Higg Product Tools. Viitattu 11.4.2021 <https://apparelcoalition.org/higg-product-tools/>

Telaketju 2021a. Hanke-esittely. Viitattu 11.4.2021. <https://telaketju.turkuamk.fi/hanke-esittely/>

Telaketju 2021b. Mitä Telaketju tekee?. Viitattu 11.4.2021. https://telaketju.turkuamk.fi/mita_telaketju_tekee/