



**telaketju**

# LCA-työkalujen vertailu

Kaisa Ahonen, Minna Ainonen, Enni Arvez,  
Aleksi Leppänen, Elina Lundén & Sofia Malin

# Esityksen sisältö



- Toimeksianto
- PEF-ohjeistus
- LCA-työkalut tarkemmin
- Tulokset
- Yhteenveto

# Toimeksianto



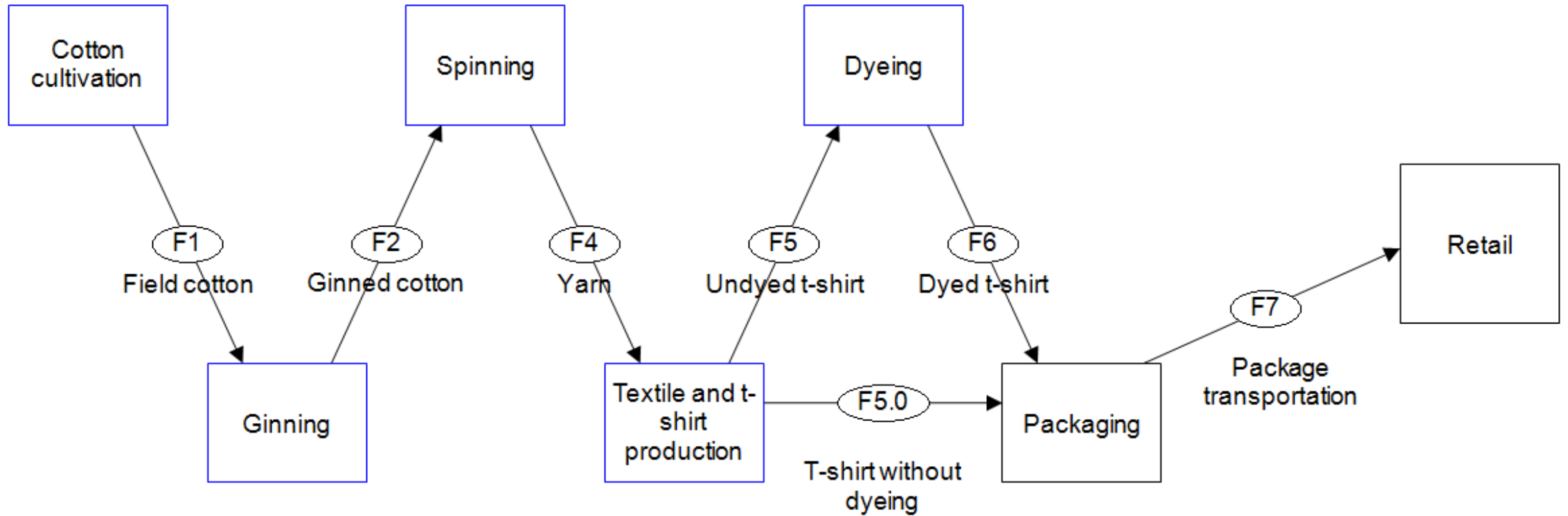
- Tehtävänä vertailla neljää eri ympäristövaikutusten laskentatyökalua
  - Noudattavatko PEF:iä (Product Environmental Footprint)?
  - Millaiseen käyttöön soveltuvat?
  - Kuinka helppokäyttöisiä ja luotettavia ovat?
  - Pystyykö vertailemaan kahta erilaista t-paitaa keskenään?
    1. Materiaali: mekaanisesti kierrätetty puuvilla 180 g/m<sup>2</sup> open-end
    2. Materiaali: neitseellinen puuvilla 130g/m<sup>2</sup> rengaskehrätty
- Rajaus: tuotteen elinkaari raaka-aineesta kauppaan (cradle-to-gate)
  - Kuluttajan osuus ja elinkaaren loppuvaiheet rajattiin pois
- Toimeksianto toteutettiin Turun ja LAB-ammattikorkeakoulujen opiskelijoiden yhteisenä tutkimuspajana

# PEF



- Tuotteen ympäristöjalanjälki (PEF, Product Environmental Footprint) on Euroopan komission kehittämä elinkaariarviointiin perustuva menetelmä
  - Tuotteiden ympäristövaikutuksia arvioidaan kuudessatoista eri ympäristövaikutusluokassa
  - Euroopan komission tavoitteena on, että tulevaisuudessa kaikki ympäristöviestintä EU:ssa pohjautuu PEF:iin → Tasavertaiset sisämarkkinat
- Eri tuoteryhmille, kuten t-paidoille, on luotu omat menetelmäsääntönsä (PEFCR, Product Environmental Footprint Category Rules)
  - T-paidan PEFCR: [https://ec.europa.eu/environment/eussd/smgp/pdf/PEFCR\\_tshirt.pdf](https://ec.europa.eu/environment/eussd/smgp/pdf/PEFCR_tshirt.pdf)
- T-paidan elinkaaren tärkeimmät ympäristövaikutusluokat PEFCR:n mukaan:
  - Happamoituminen
  - Ilmastonmuutos
  - Pienhiukkaset
  - Luonnonvarojen ehtyminen – fossiiliset luonnonvarat
  - Luonnonvarojen ehtyminen – vesi
  - Rehevöityminen – makea vesi
  - Rehevöityminen – merivesi

# Prosessikaavio (cradle-to-gate)



# Vertailussa mukana olleet työkalut



- GaBi
  - <https://www.gabi-software.com/overview/product-sustainability-performance/>
- OpenLCA
  - <http://www.openlca.org/>
- HIGG MSI
  - <https://apparelcoalition.org/higg-product-tools/>
- Suomen Tekstiili & Muoti ry:n ympäristölaskuri
  - <https://www.stjm.fi/toiminta-alueemme/vastuullisuus/ymparistolaskuri/>



# Laskureiden yleistiedot

# GaBi



- Hinta määräytyy tilaajakohtaisesti
  - Esimerkiksi yhden yrityksen ensimmäinen lisenssi maksoi 1200 €, jonka jälkeen seuraavat lisenssit halvempia, tässä tapauksessa 600 €
- Kuka tahansa voi ostaa lisenssin
- Data tulee GaBin omasta tietokannasta
  - Tietokannan primaaridata on muodostunut globaalissa yhteistyössä yritysten, yhdistysten ja julkisten elinten kanssa
  - Voi ostaa ulkopuolisia lisätietokantoja erilaisiin aiheisiin liittyen
- Ei ole toimialakohtainen



# OpenLCA



- Kaikille käyttäjille täysin ilmainen vapaan lähdekoodin ohjelmisto, jota kehittää ja ylläpitää GreenDelta
- Data tulee OpenLCA:n oman tietokannan lisäksi ohjelmaan syötettävillä ulkopuolisilla tietokannoilla, joista osa on ilmaisia ja osa maksullisia
- On ilmaisuudestaan huolimatta pätevä ohjelma, kunhan tietokannoista löytyy tarvittava data arviointien tekemiseen

# Higg MSI



- Higg Material Sustainability Index on suunnattu vaatetuksen, jalkineiden ja kodintekstiilien parissa toimivien yritysten käyttöön
- Vaatii rekisteröitymisen ja laskuria ylläpitävän SAC:n (Sustainable Apparel Coalition) hyväksynnän käyttäjäksi
- Voi käyttää rajoitetusti ilmaiseksi
  - Maksullisen lisenssin hinta alkaen 165 \$ (n. 140 €)
  - Hinta riippuu hankittujen moduulien ja ominaisuuksien määrästä
- Data sekä jäsenyritysten tuottamaa että ulkopuolisista tietokannoista, esim. GaBi



# STJM ympäristölaskuri

- Ei varsinainen LCA-työkalu, vain materiaalien ympäristövaikutusten arviointi
- Uusi työkalu: julkaistu elokuussa 2020
- Saatavilla Suomen Tekstiili & Muoti ry:n jäsenyrityksille ja alan oppilaitoksille
- Hinta: jäsenyrityksille jäsenmaksu (vuonna 2020: 300 € + 0,0035 % yrityksen liikevaihdosta), oppilaitoksille maksuton (mutta rajatut ominaisuudet)
- Data: Laskurin data on koottu useista erillisistä, julkisesti saatavilla olevista selvityksistä
  - Tiedot löytyvät laskurista sekä STJM:n nettisivuilta
  - Luvut ovat suuntaa antavia, eivät täytä hiilijalanjälkilaskennan ISO-standardia SFS-EN ISO 14067



# **Yleiset toimintaperiaatteet ja käyttö**

# GaBi



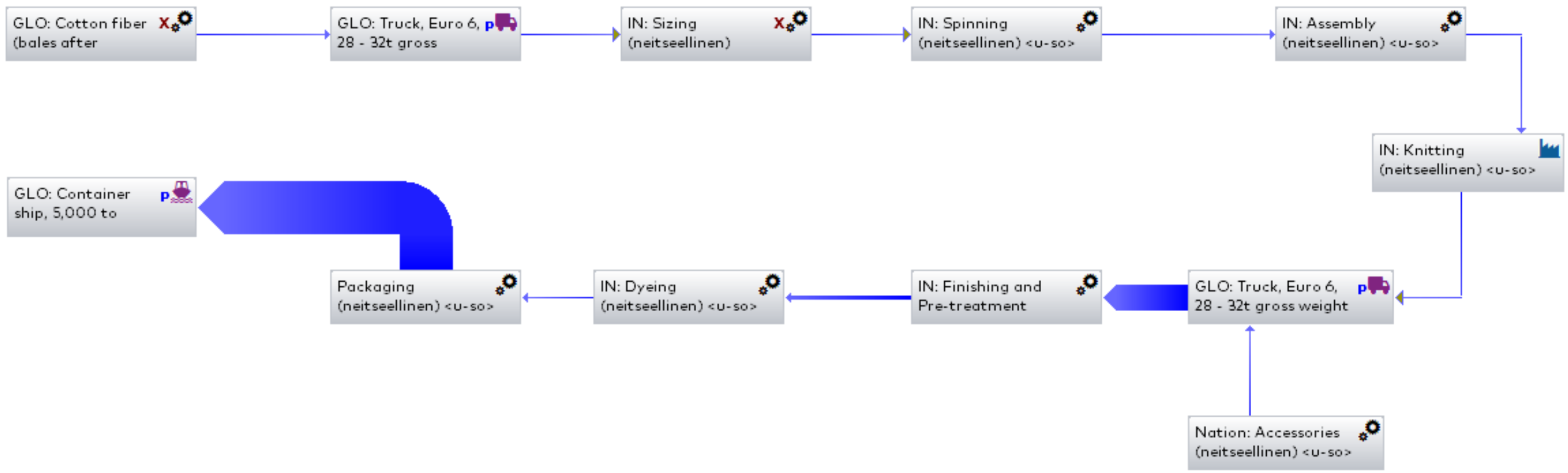
- Käyttö ilman minkäänlaista ohjausta ei ole helppoa
- Toimii verkkaisesti ja saattaa jäädä jumiin sekä ylikuormittua helposti
- Suhteellisen informatiivinen
- Ohjelman perusosaaminen on nopeasti omaksuttavissa ohjauksen avulla
- Tietoa on enemmän saatavilla kalliimman lisenssin avulla
- Pystytään hyödyntämään joko valmiita prosesseja tai luomaan omia prosesseja



Selection: T-paita (neitseel [...])

# T-paita (neitseellinen)

Process plan: Mass [kg]  
The names of the basic processes are shown.



# OpenLCA



- Käytön aloitus on hankalaa, mutta aloitusruudusta pääsee suoraan ohjeiden pariin
  - Aloitusruudusta löytyy myös linkki keskustelupalstalle, josta voi kysyä neuvoa
- Maksullisilla tietokannoilla pystytään tekemään arviointeja kattavasti ja tulokset ovat vertailukelpoisempia verrattuna ilmaisiin
- Ohjelmaan pystytään hyödyntämään valmista dataa ja muokkaamaan sitä sekä syöttämään omaa dataa, kuten prosesseja ja virtoja
- Ohjelma on hyvin monipuolinen, mutta käyttö saattaa olla hidasta ja haastavaa

# Higg MSI



- Soveltuu materiaalien ympäristövaikutusten arviointiin ja vertailuun, ei suoranaiseen LCA-laskentaan
- Melko nopeasti omaksuttava ja yksinkertainen
- Runsaasti muutettavia ominaisuuksia, esim. langan valmistusmenetelmät
- Yksityiskohtaiset käyttöohjeet



# STJM ympäristölaskuri



- Ympäristölaskurilla voi arvioida materiaalien ympäristövaikutuksia
- Kaksi toimintoa:
  1. tuotekohtainen materiaalien ympäristövaikutusten vertailu
  2. tuotevalikoiman ympäristövaikutusten arviointi (saatavilla vain jäsenyrityksille)
- Laskuriin syötettäviä tietoja ovat tuotteen nimi, mahdollinen koodi, paino, kappalemäärä sekä materiaali

# STJM ympäristölaskuri



## Tuotteen tiedot

Tuotteen nimi:	<input type="text" value="testituote"/>
Koodi:	<input type="text"/>
Paino (kg):	<input type="text" value="0.2"/>
Kappalemäärä / raportointijakso:	<input type="text" value="1.0"/>

## Ympäristövaikutukset

	Nykyinen koostumus	Vaihtoehtoinen koostumus	Erotus
Vedenkulutus / kpl:	620 L	0 L	-620 L
Päästöt ilmaan / kpl:	1 Kg CO2e	0 Kg CO2e	-1 Kg CO2e
Vedenkulutus / raportointijakso:	620 L	0 L	-620 L
Päästöt ilmaan / raportointijakso:	1 Kg CO2e	0 Kg CO2e	-1 Kg CO2e

## Koostumus

Materiaali	Koostumus nyt	Vaihtoehto
Puuvilla	<input type="text" value="100"/>	<input type="text" value="0"/>
Kierrätyspuuvilla	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="100"/>
Luomupuuvilla	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>
Polyesteri	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>
Kierrätyspolyesteri	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>
Polyamidi	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>
Villa	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>
Viskoosi	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>
Silkki	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>
Muu	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>
Yhteensä:	<input type="text" value="100"/>	<input type="text" value="100"/>

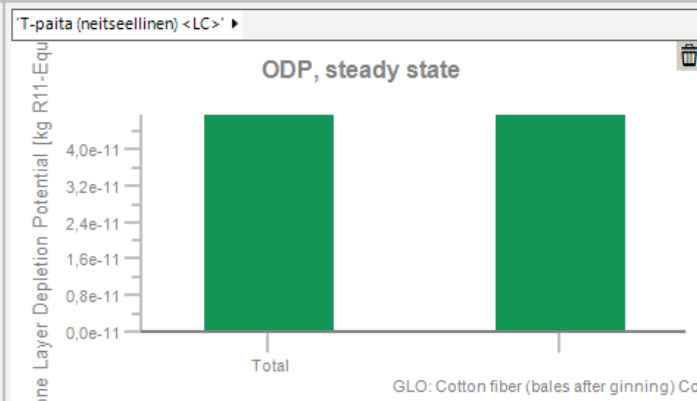
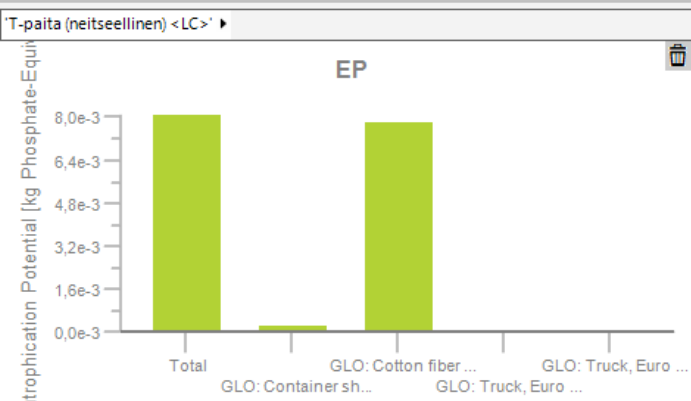
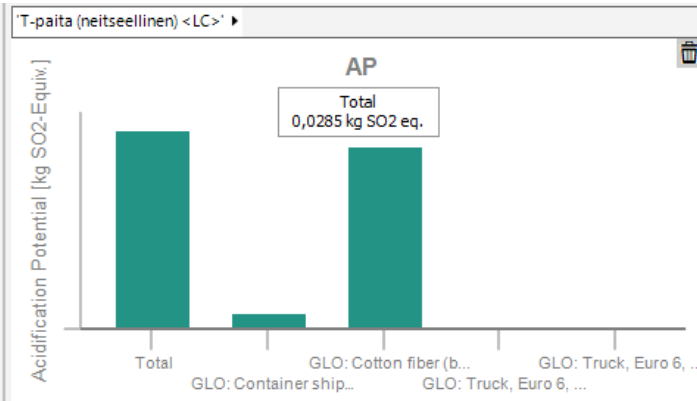
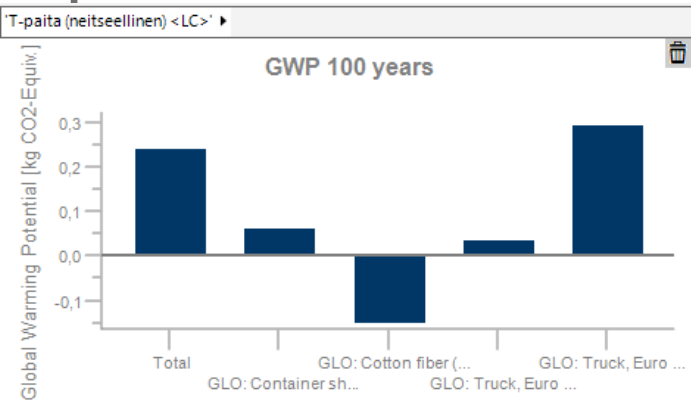


# Tulosten ilmoittaminen

# GaBi



- Tulokset ilmoitetaan diagrammeina sekä luettelona



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

# OpenLCA



- OpenLCA ilmoittaa tulokset riippuen käytetyistä tietokannoista
- Tulokset tulevat kaavioina sekä luetteloina

# Higg MSI



- Tulokset annetaan sekä Higg Co:n kehittämällä, omalla indeksillä (pisteytys per 1 kg materiaalia) sekä arvoina kunkin ympäristövaikutusluokan mukaan
- Huomioi neljä PEF:n ympäristövaikutusluokkaa:
  - Ilmaston lämpeneminen
  - Rehevöityminen
  - Luonnonvarojen ehtyminen – fossiiliset luonnonvarat
  - Luonnonvarojen ehtyminen – vesi
- Lisäksi kemialliset vaikutukset, joka on Higg-työryhmän itse kehittämä luokka



Material	Impact	Impact	Benchmark	Components	<input checked="" type="checkbox"/> MSI Score <input checked="" type="checkbox"/> Life Cycle Impact Assessment				
					Global Warming	Eutrophication	Water Scarcity	Resource Depletion, Fossil Fuels	Chemistry
<b>Cotton fabric</b> <a href="#">Raw Material Source</a> <a href="#">Yarn Formation Method</a> <a href="#">Textile Formation</a> <a href="#">Preparation</a> <a href="#">Coloration</a> <a href="#">Additional Coloration and Finishing</a> <a href="#">Chemistry Certifications</a>	100%	25.5							
		25.5	5.36	5.07	1.86	4.90	8.29		
			5.36	5.07	1.86	4.90	8.29	—	
			5.68 kg CO2 eq	0.005 kg PO4--- eq	4.06 m3	71.5 MJ	17.5 units		
			0.354	0.122	0.044	0.285	1.24		<a href="#">Cotton fiber, recycled</a>
			0.376 kg CO2 eq	1.167e-4 kg PO4--- eq	0.095 m3	4.16 MJ	2.61 units		
			1.46	0.562	0.189	1.06	1.11		<a href="#">Spinning, cotton, for knit, open e...</a>
			1.55 kg CO2 eq	5.364e-4 kg PO4--- eq	0.413 m3	15.4 MJ	2.35 units		
	100 %		0.196	0.114	0.016	0.107	1.04		<a href="#">Knitting, 300 DTEX-270 denier-2...</a>
			0.208 kg CO2 eq	1.085e-4 kg PO4--- eq	0.035 m3	1.57 MJ	2.20 units		
			0.776	1.05	0.579	0.845	2.06		<a href="#">Preparation for dye (scouring, et...</a>
			0.822 kg CO2 eq	9.974e-4 kg PO4--- eq	1.26 m3	12.3 MJ	4.35 units		
			2.57	3.23	1.03	2.61	2.84		<a href="#">Batch dyeing (incl. piece, jet, jig,...</a>
			2.73 kg CO2 eq	0.003 kg PO4--- eq	2.25 m3	36.1 MJ	6.00 units		
			0	0	0	0	0		<a href="#">No Process Currently Selected f...</a>
			0 kg CO2 eq	0 kg PO4--- eq	0 m3	0 MJ	0 units		
									<a href="#">No Chemistry Certifications Selected</a>



# STJM ympäristölaskuri

Tuotekohtaisesta materiaalien vertailusta:

- Tulokset kolmessa muodossa: nykyinen kulutus, vaihtoehtoinen kulutus ja näiden erotus
- Tulokset annetaan veden kulutuksesta (litra) ja päästöt ilmaan (kg CO<sub>2</sub>e)
  - Vaihtoehtoina kpl tai raportointijakso
- Laskee vain eri materiaalien ympäristövaikutukset, ei tuotteen koko elinkaarta
- Materiaalienkaan osalta ei huomioida esimerkiksi tuotantomaata, valmistuksessa käytettyjä energiamuotoja tai kuljetuksia





# Työkalut ja PEF



	<b>GaBi</b>	<b>OpenLCA</b>	<b>HIGG MSI</b>	<b>STJM</b>
Soveltuuko LCA-laskentaan?	X	X		
Noudattaako PEF:iä?	X	X		
Huomioidut ympäristöluokat	16/16	16/16	4/16	0/16



# T-paitojen vertailu

# GaBi



- Kahta eri t-paitaa ei pystynyt vertailemaan keskenään, koska käytössä ollut lisenssi ei mahdollistanut kierrätetyn puuvillan valitsemista raaka-aineeksi
- Kalliimmalla lisenssillä kierrätetyn puuvillan valitseminen raaka-aineeksi olisi mahdollista

# OpenLCA

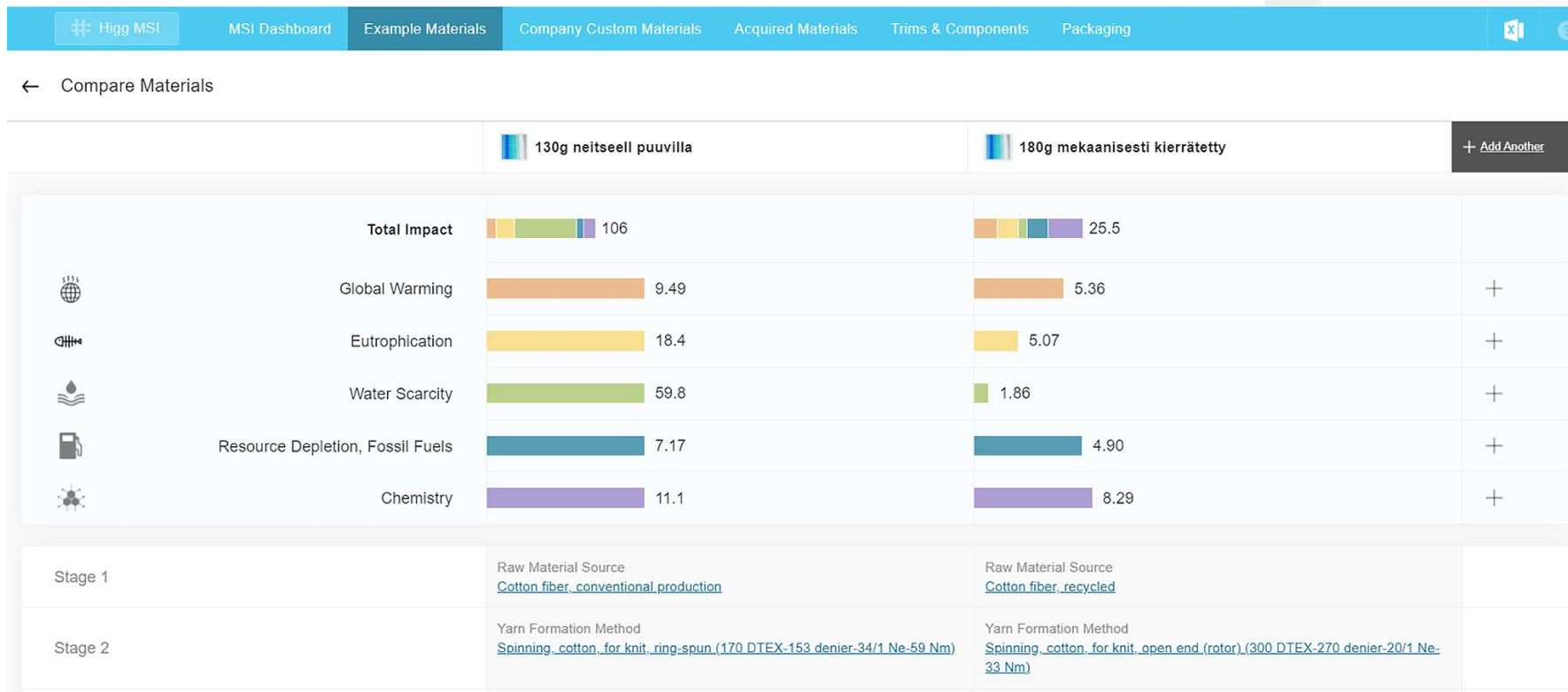


- T-paitojen vertailu ei onnistu ollenkaan, sillä saatavilla olleista tietokannoista ei löydy t-paidan valmistukseen liittyviä prosesseja ja virtoja
- Maksullisella tietokannalla t-paitojen vertailu olisi mahdollista

# Higg MSI



- Kahden erilaisen t-paitamateriaalin vertaileminen onnistuu, kun lähtötiedot ovat riittävän tarkat



# STJM ympäristölaskuri



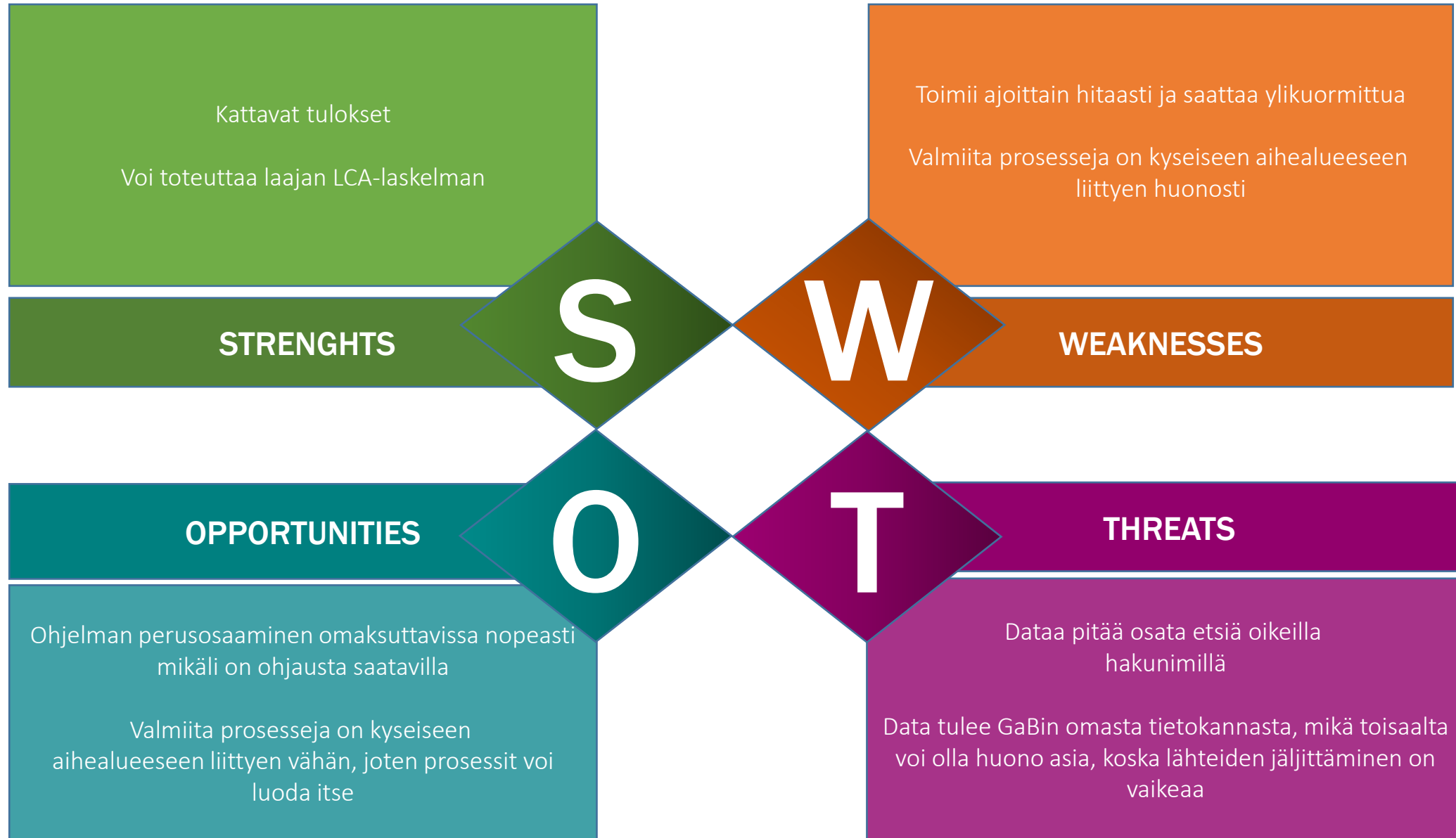
- T-paitojen eri materiaaleja pystyi vertailemaan keskenään laskurin avulla
  - Laskuriin voi kerralla syöttää kahden eri tuotteen materiaalit
- T-paitojen painot pystyi syöttämään vain 0,1 kg:n tarkkuudella, joten vertailussa olevien t-paitojen painoeroja ei voitu huomioida (t-paitojen painoero 58 g, molemmat pyöristyivät laskurissa 0,2 kg)
- Tulokset:
  - 100-prosenttisesti neitseellisestä puuvillasta valmistettu t-paita: vedenkulutus 620 litraa, kasvihuonekaasupäästöt ilmaan 1 kg CO<sub>2</sub>e
  - 100-prosenttisesti kierrätetystä puuvillasta valmistettu t-paita: vedenkulutus nolla litraa, päästöt nolla kg CO<sub>2</sub>e



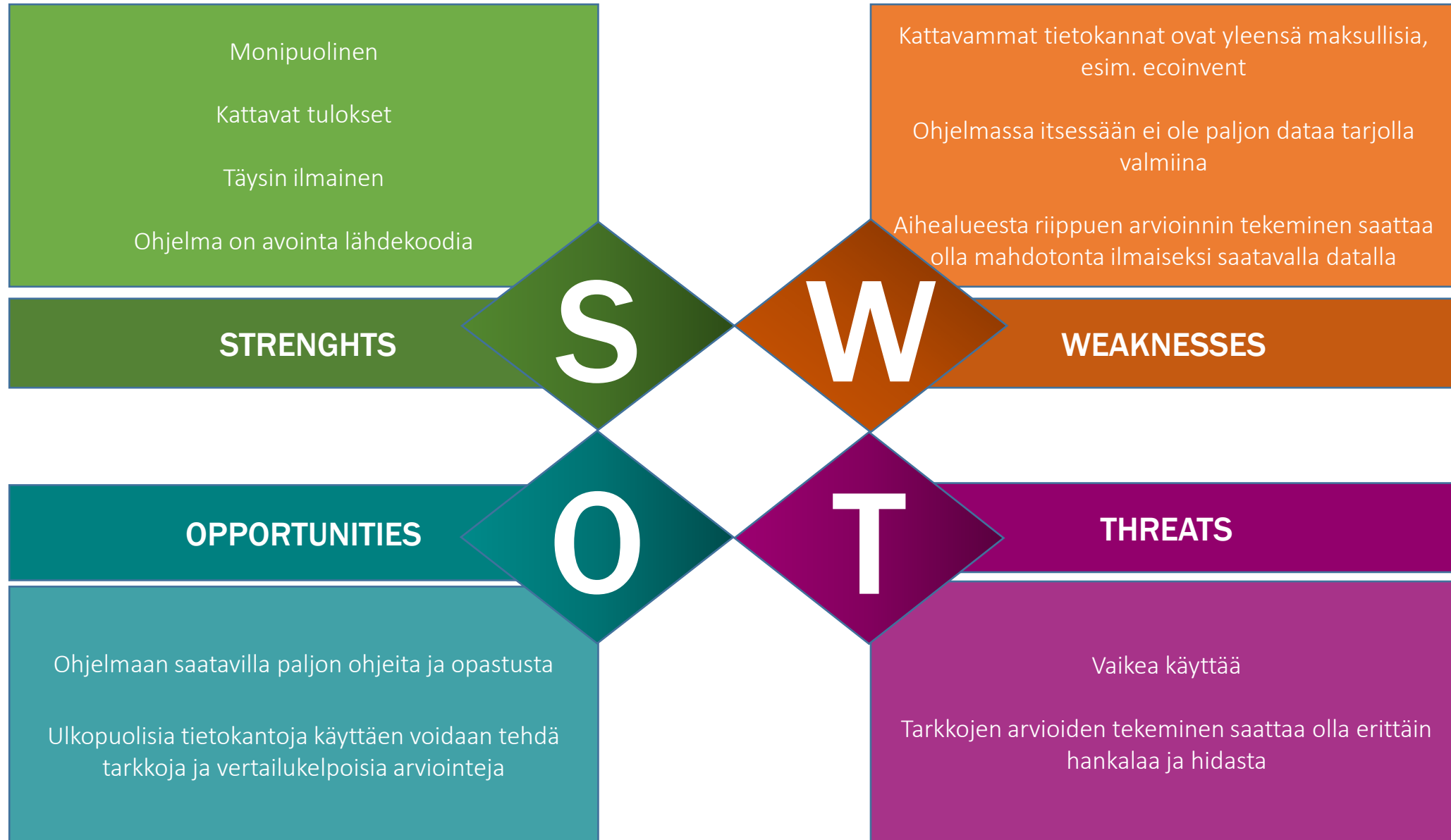
# Testaajien huomiot



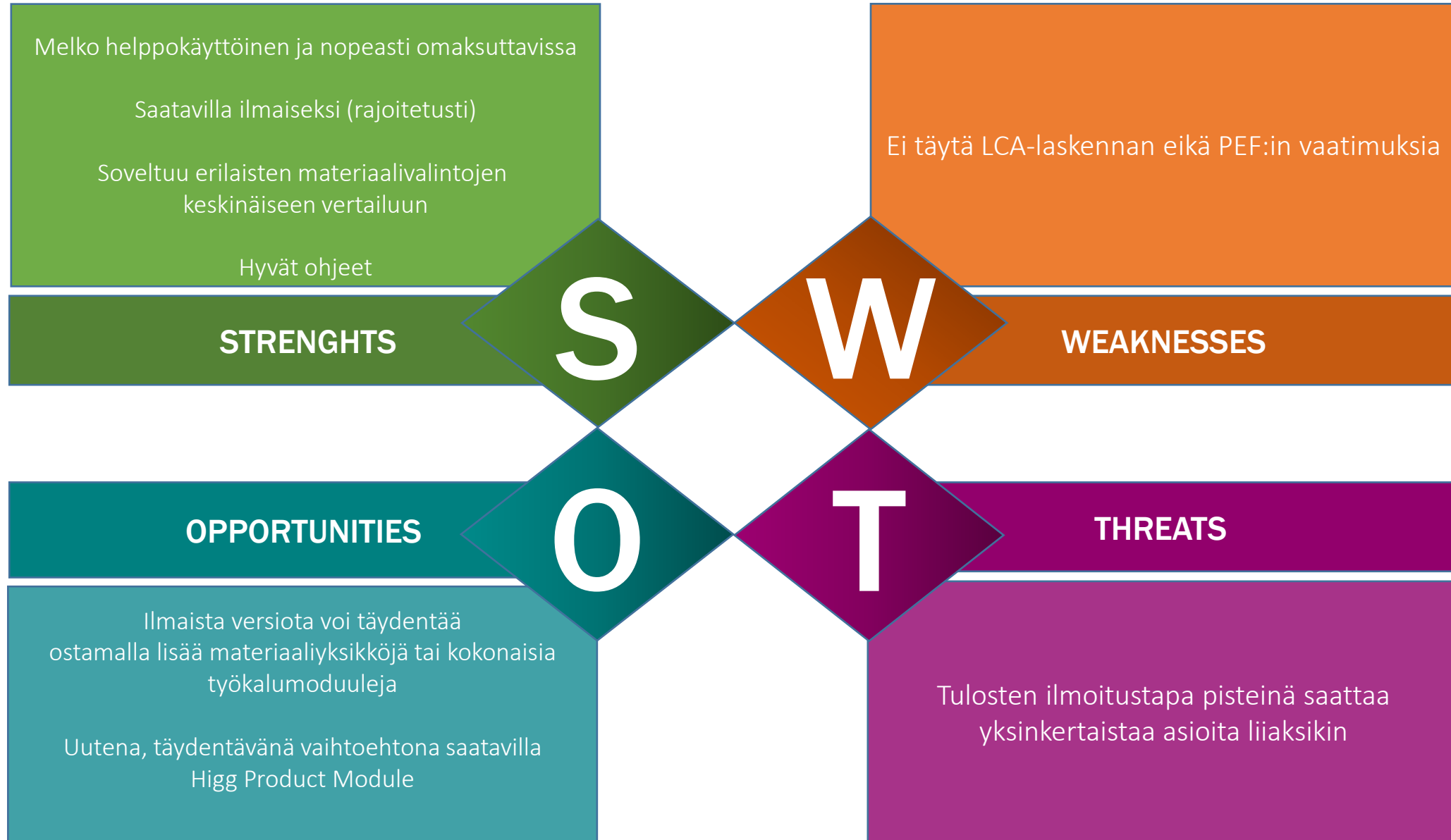
# GaBi



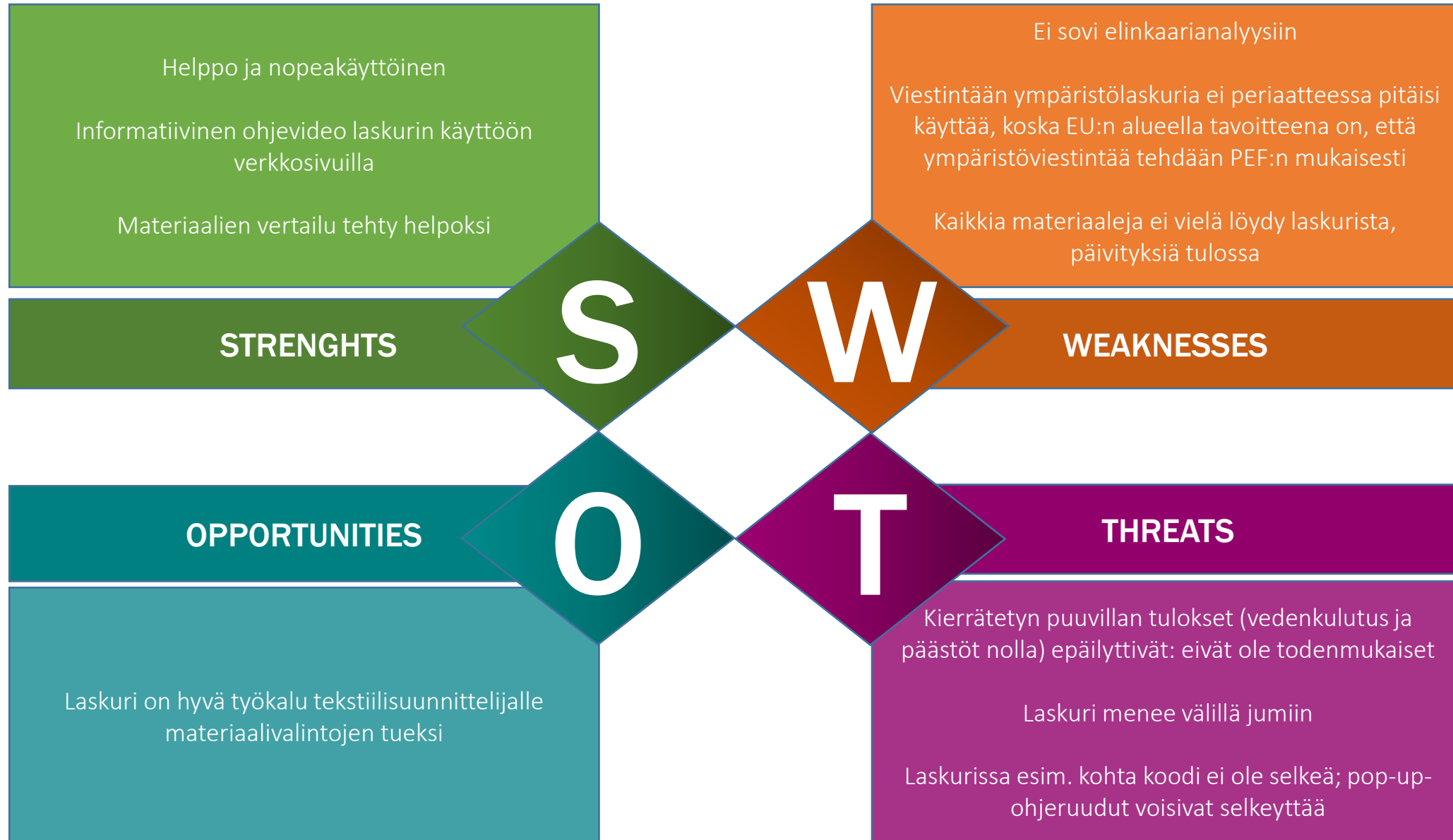
# OpenLCA



# Higg MSI



# STJM ympäristölaskuri



# Yhteenveto



- GaBi soveltuu hyvin tarkkoihin LCA-laskelmiin, joiden pohjana on PEF, mutta vaatii perehtymistä, aikaa ja rahaa
- OpenLCA soveltuu hyvin tarkkoihin LCA-laskelmiin, mutta käytössä vaaditaan kattavaa tietokantaa, jotta PEF:in kriteerit täyttyvät
  - Ohjelman käyttö vaatii todella paljon perehtymistä ja käyttö voi olla hidasta, jos halutaan saada tarkkoja tuloksia
- Higg MSI soveltuu materiaali- ja valmistusmenetelmien ympäristövaikutusten vertailuun
- STJM ympäristölaskuri sopii tekstiilialan yrityksille tekstiilien materiaalivalinnan tueksi
  - Ympäristövaikutusten viestintään pitäisi käyttää PEF:iä noudattavaa laskuria
- Tässä vertailussa mukana olleiden laskureiden lisäksi on paljon muitakin elinkaarilaskureita
  - Esimerkiksi GaBin lisäksi toinen suosittu kaupallinen LCA-työkalu on SimaPro
- LCA-arvioinnin hankkiminen palveluna on myös vaihtoehto

# Kiitos yhteistyöstä!



- Mentorit VTT:ltä: Tiina Pajula & Pirjo Heikkilä
- Ohjaajat Turun ammattikorkeakoulusta: Henna Knuutila & Inka Mäkiö  
[inka.makio@turkuamk.fi](mailto:inka.makio@turkuamk.fi)
- Ohjaaja LAB-ammattikorkeakoulusta: Kirsti Cura
- Pure Waste, Jukka Pesola
- STJM, Satumaija Mäki