

Elinkaariajattelu pk- ja startup-yritysten ympäristövaikutusten arvioinnissa ja tuotekehityksen tukena

**Johanna Niemistö, Tanja Myllyviita, Anne Holma, Jáchym Judl,
Susanna Sironen, Riina Antikainen ja Pekka Leskinen**



Elinkaariajattelu pk- ja startup-yritysten ympäristövaikutusten arvioinnissa ja tuotekehityksen tukena

Toimintamalli yritysten elinkaaristen ympäristövaikutusten kehittämiseksi (MALLI-Y) -hankkeen loppuraportti

Johanna Niemistö, Tanja Myllyviita, Anne Holma, Jáchym Judl, Susanna Sironen, Riina Antikainen ja Pekka Leskinen



Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020



SUOMEN YMPÄRISTÖKESKUKSEN RAPORTTEJA 34 | 2017

Suomen ympäristökeskus
Kulutuksen ja tuotannon keskus

Kirjoittajat: Johanna Niemistö, Tanja Myllyviita, Anne Holma, Jáchym Judl, Susanna Sironen,
Riina Antikainen, Pekka Leskinen

Vastaava erikoistoimittaja: Jari Lyytimäki
Rahoittaja/toimeksiantaja: Euroopan aluekehitysrahasto (EAKR), kansallisena rahoittajana Etelä-Savon
ELY-keskus, ja Suomen ympäristökeskus

Julkaisija ja kustantaja: Suomen ympäristökeskus (SYKE)
PL 140, 00251 Helsinki, puh. 0295 251 000, syke.fi

Taitto: Johanna Niemistö
Kannen kuva: Johanna Niemistö

Julkaisu on saatavana veloitusetta internetistä: www.syke.fi/julkaisut | helda.helsinki.fi/syke sekä
ostettavissa painettuna SYKEN verkkokaupasta: syke.juvenesprint.fi

ISBN 978-952-11-4887-3 (nid.)
ISBN 978-952-11-4888-0 (PDF)
ISSN 1796-1718 (pain.)
ISSN 1796-1726 (verkkoj.)

Julkaisuvuosi: 2017

TIIVISTELMÄ

Elinkaariajattelu pk- ja startup-yritysten ympäristövaikutusten arvioinnissa ja tuotekehityksen tukena

Pienet ja keskisuuret (pk) yritykset ovat avainasemassa vähähiilisen, kestävästi luonnonvaroja hyödyntävän ja resurssiviisaan yhteiskunnan saavuttamisessa. Erityisesti startup-yrityksillä on hyvät mahdollisuudet vaikuttaa ympäristövaikutuksiinsa jo toimintansa alkuvaiheessa. Pk-yritysten osaaminen, työkalut sekä ajalliset ja rahalliset resurssit toimintansa ympäristövaikutusten arvioimiseen ovat kuitenkin hyvin rajalliset.

Toimintamalli yritysten elinkaaristen ympäristövaikutusten kehittämiseksi (MALLI-Y) -hankkeen aikana testattiin ja edistettiin Suomen ympäristökeskuksessa (SYKE) kehitettyä elinkaariklinikka-toimintamallia. Elinkaariklinikka perustuu elinkaariarviointiin (Life Cycle Assessment, LCA) ja se toteutetaan asiantuntijatyönä tiiviissä yhteistyössä yrittäjän kanssa hyödyntäen elinkaariarviointiohjelmistoa ja elinkaaritietokantoja. Elinkaariklinikka koostuu neljästä vaiheesta. Valmistautumisvaiheessa elinkaariarvioinnista ja -klinikasta tarjotaan pohjatietoa yrittäjälle ja lisäksi kerätään arvioinnin kohteena olevan tuotteen tai palvelun tuotantoprosessin esi- ja materiaalitiedot. Elinkaariklinikkaistunnon aikana arvioitavan tuotteen tai palvelun tuotantoon liittyvät materiaalitiedot tarkistetaan yhdessä yrittäjän kanssa. Tämän jälkeen tuotteen tai palvelun ympäristövaikutukset mallinnetaan elinkaariohjelmiston avulla. Tulokset dokumentoidaan ja niiden pohjalta yrittäjälle laaditaan ehdotuksia toiminnan kehittämiseksi ja ympäristövaikutusten vähentämiseksi. Elinkaariklinikasta laaditaan raportti yrityksen sisäiseen käyttöön ja tuotekehityksen tueksi. Toimintamallin kehitystyön aikana toteutettiin elinkaariklinikka 30:lle Pohjois-Karjalan alueella toimivalle pk-yritykselle. Arvioinneissa keskityttiin ilmastovaikutuksiin ja tulokset ilmoitettiin yhteismitallistettuna hiilidioksidiekvivalenttina (CO₂-ekv.) sekä suhteutettuna henkilöauton päästöihin kilometriä kohden.

Elinkaariklinikan avulla voidaan arvioida tuotantoprosessien ympäristövaikutuksia ja löytää keinoja edistää yritysten resurssitehokkuutta vähentäen samalla toiminnan aiheuttamaa ympäristökuormitusta. Elinkaariklinikka toimii hyvin etenkin suoraviivaisille, perusraaka-aineisiin perustuville tuotantoprosesseille. Joissakin tapauksissa elinkaaritietokantojen puutteet tai sopivien raaka-ainetietojen valinta useista eri vaihtoehdoista aiheuttaa haasteita arvioinnille vaatien elinkaariklinikan toteuttajalta materiaali-osuamista ja eri vaihtoehtojen herkkyytarkasteluja. Yrittäjät kokivat elinkaariklinikan mielenkiintoisena ja hyödyllisenä lähestymistapana, ja osa yrittäjistä sai elinkaariajattelusta aivan uuden näkökulman liiketoimintansa arvioinnille ja kehittämislle. Tulosten esittämisen suhteutettuna henkilöautolla ajamisen päästöihin koettiin antavan konkreettisen käsityksen tulosten suuruusluokasta. Elinkaariklinikka-arviointiin toivottiin vertailuarvoja muihin toimijoihin nähden, jotta yrittäjät ymmärtäisivät paremmin oman tuotteensa tai toimintansa tilannetta kilpailijoihin verrattuna. Vertailu- ja markkinointitarkoituksia varten tulee kuitenkin teettää laajempi, ISO-standardeja 14040:2006 ja 144040:2006 noudattava elinkaariarviointi. Elinkaariklinikoita voidaan edelleen kehittää liittämällä arviointiin myös raaka-aineiden ja prosessivaihtoehtojen kustannusten laskentaa tai sisällyttämällä elinkaariklinikkaan usean eri ympäristövaikutusluokan arviointia. Riittävän alhainen hinta, erilaiset rahoitustukimuodot ja yhdistäminen muuhun selvitystyöhön voisivat kannustaa yrittäjiä hyödyntämään arviointia tuotekehityksessään.

Asiasanat: elinkaariarviointi, ympäristövaikutukset, pienet ja keskisuuret yritykset, startup-yritykset, tuotekehitys, Pohjois-Karjala

SAMMANDRAG

Livscykel tänkande vid bedömning av miljöpåverkan från små och medelstora företag och startupföretag och som stöd för produktutveckling

Små och medelstora företag spelar en nyckelroll för att uppnå ett resurseffektivt samhälle med lägre kolutsläpp och hållbar användning av naturresurser. Startupföretag i synnerhet har stor potential att inverka på sin miljöpåverkan redan tidigt i verksamheten. Verktygen och resurserna gällande tid och pengar för de små och medelstora företagens för bedömning av miljöpåverkan är dock mycket begränsade.

En livscykelklinikkmodell som utvecklats av SYKE har testats och främjas under projektet ”En verksamhetsmodell för utveckling av företagens livscykelpåverkan (MALLI-Y)”. Livscykelkliniken bygger på livscykelanalys (Life Cycle Assessment, LCA) och implementeras som expertarbete i nära samarbete med företagen, med hjälp av livscykelanalysprogram och livscykeldata-baser. Livscykelkliniken består av fyra faser. Basinformation av livscykelanalys och livscykelkliniker delas till entreprenören och information om produkten eller tjänsten samlas in under förberedande fasen. Sedan kontrolleras materialinformationen tillsammans med entreprenören och produktens miljöpåverkan modelleras med ett livscykelprogram. Resultaten dokumenteras och förslag till utvecklingsåtgärder för verksamheten och för att minska företagets miljöpåverkan ges. En rapport urarbetas för företagets interna bruk och som stöd för produktutveckling. Under projektets utvecklingsarbete inrättades en livscykelklinik för 30 små och medelstora företag i Norra Karelen. Bedömningarna inriktades på klimatpåverkan och resultaten rapporterades i en proportionerlig koldioxidekvivalent (CO₂-ekvivalent) och i proportion till personbilutsläpp per kilometer.

Genom livscykelkliniken företagets resurseffektivitet kan ökas, samtidigt som miljöbelastningen av operationen reduceras. Livscykelkliniken fungerar bra för enkla produktionsprocesser baserade på grundläggande råvaror. I vissa fall utgör bristen på materialdatabaser, eller val av lämplig råmaterialinformation från en rad olika alternativ, utmaningar och kräver materialkompetens och olika känslighetsanalyser från den som implementerar livscykelkliniken.

Entreprenörer upplevde livscykelkliniken som ett intressant och användbart verktygsätt och några av företagarna fick ett helt nytt perspektiv på livscykel tänkande vid utvärderingen av sin verksamhet. Att presentera resultaten i förhållande till bilutsläppen av bilar ansågs ge en konkret uppfattning om resultatet. Livscykelkliniken lämnades för att sakna riktmärket jämfört med andra operatörer för att bättre förstå situationen för sin produkt och verksamhet jämfört med konkurrenterna. För benchmarking och marknadsföring behövs dock en större livscykelbedömning enligt ISO 14040: 2006 och 14040: 2006 utföras. Livscykelkliniker kan vidareutvecklas genom att inkludera beräkning av kostnaden för råmaterial och processalternativ eller genom att integrera livscykelkliniker i flera miljökonsekvensbedömningar. Ett tillräckligt lågt pris, olika former av ekonomiskt stöd och sammanslagning med andra undersökningar kan bidra till att uppmuntra företagare att utnyttja livscykelkliniker.

Nyckelord: Livscykelanalys, miljöeffekter, små och medelstora företag, startupföretag, produktutveckling, Norra Karelen

ABSTRACT

Life cycle thinking in the environment impact assessment and ecodesign for small and medium sized enterprises and start-up companies

Small and medium sized enterprises (SMEs) are in a key role when implementing low-carbon and resource efficient society with sustainable use of natural resources. Start-up companies have substantial possibilities to affect their environmental impacts already at the beginning of their lifespan. However, available knowledge, tools and resources, such as time and money, are typically very limited for start-up companies.

During the project (Framework for developing companies' environmental life cycle impacts, MALLI-Y), an operating model for LCA clinics was tested and further developed. An LCA clinic is based on Life Cycle Assessment (LCA) and it is actualized with a close cooperation with a company manager and an LCA expert. LCA clinic consists of four phases. First, information considering an LCA and the clinic concept along with the data gathering is provided for a company manager and relevant input data of a product or a service to be assessed is obtained. Secondly, a meeting with company managers and LCA experts is organized. During this meeting input data is reviewed. After this phase, environmental impacts are assessed with LCA software. Results are reported including ideas for the company how to decrease their environmental impacts and to support product development. The report is intended for internal use in a company, e.g. for a product development. An LCA clinic was applied for 30 SMEs in the Northern Karelia. The focus was on climate change emissions and the generated results were converted into CO₂ equivalents. To increase understandability of the results, the results were also converted to emissions caused by passenger car per kilometer.

The LCA clinic can help to increase the resource efficiency of a company, while reducing the environmental burden caused by the company's activity. LCA clinic worked feasibly for production processes with clear system boundaries and utilizing common raw-materials. In some cases, the deficiencies in material databanks (e.g. data on certain raw-material was not available) hindered the assessment. Therefore, sensitivity analyses with potential alternative raw-materials are needed. This also requires more expertise and profound knowledge on raw-materials. The company managers considered the LCA clinics interesting and useful. Some of them gained completely new point of view for the development and assessment of their production systems. Based on the company managers' feedback, comparing the climate change impacts to emissions of a passenger car was beneficial since it provided a more concrete perception on the magnitude of the impacts. However, the company managers considered lack of comparative values from other actors as a drawback of the LCA clinic. Comparisons could provide information on the current state of their products and processes compared to the competitors. For comparative and marketing uses, however, a full LCA according to ISO-standards 14040:2006 and 144040:2006 should be applied instead of an LCA-clinic, which is a streamlined assessment.

LCA clinic could be developed further by including monetary inputs connected to raw-materials and processes. Also other environmental impact categories besides climate change could be included. Cost-efficiency, supportive funding and combining with other reporting tasks could encourage company managers to include LCA clinics for their product development.

Keywords: Life cycle assessment, environmental effects, small and medium-sized enterprises, startup companies, product development, North Karelia

ESIPUHE

Suomen tavoitteena on vähähiilinen ja kestävästi luonnonvaroja hyödyntävä yhteiskunta. Muun muassa tehokkaan materiaalien ja energian käytön sekä uusien ympäristömyötäisten innovaatioiden kautta tavoitellaan suomalaisten yritysten kilpailukyvyn paranemista, uutta talouskasvua sekä työpaikkoja.

Pienet ja keskisuuret (pk) yritykset ovat avainasemassa näiden tavoitteiden saavuttamisessa. Pk-yrityksillä ei kuitenkaan yleensä ole riittävästi työkaluja toimintansa ympäristövaikutusten arvioimiseen. Aloittavilla startup-yrityksillä on lisäksi huomattavat mahdollisuudet vaikuttaa toimintansa ympäristövaikutuksiin, mutta vaikutusten arvioimiseen ei tyypillisesti ole resursseja eikä osaamista yritysten alkutaipaleella, jolloin yrityksellä on usein myös taloudellisia haasteita ratkaistavana.

Toimintamalli yritysten elinkaarien ympäristövaikutusten kehittämiseksi (MALLI-Y) -hanke on rahoitettu Euroopan aluekehitysrahaston (EAKR) varoin. Kansallisina rahoittajina toimivat Etelä-Savon ELY-keskus ja Suomen ympäristökeskus (SYKE). Hankkeen toteuttajana toimi SYKEN kulutuksen ja tuotannon keskuksen tutkijoista koostuva projektiryhmä. Hankkeen tuloksena kehitettiin elinkaariklinikka-konsepti eli toimintamalli pk-yritysten tuotteiden ja toiminnan ympäristövaikutusten arvioimiseksi yksinkertaistetun ympäristövaikutusten arvioinnin (streamlined LCA) avulla. Elinkaariklinikoiden avulla pk- ja startup-yrityksiä autetaan löytämään oman tuotteensa/palvelunsa elinkaaren merkittävimmät ympäristövaikutukset ja mahdolliset ongelmakohdat sekä keinoja tuotteiden ja palveluiden ympäristövaikutusten pienentämiseksi. Näin voidaan edistää yritysten resurssitehokkuutta vähentäen samalla toiminnan aiheuttamaa ympäristökuormitusta.

Hankkeen ohjausryhmätyöskentelyyn ovat osallistuneet puheenjohtajana Mika Juvonen (Bio-Kymppi Oy, Pohjois-Karjalan Kauppakamarin edustajana) sekä jäsenenä Jukka Karttunen (Itä-Suomen Murskauskeskus Oy, Pohjois-Karjalan yrittäjät ry:n edustajana), Terttu Kinnunen (Joensuun Tiedepuisto), Mervi Matilainen (Apila Group Oy Ab), Aki Nevalainen (Pielisen Karjalan kehittämiskeskus), Jyrki Peltomaa (Joensuun seudun Kehittämisyhtiö Oy), Marjo Pusenius (Linnunmaa Oy), Jarno Turunen ja 1.1.2017 alkaen Maarit Siitonen (Pohjois-Karjalan maakuntaliitto), Marita Valkonen ja 1.2.2017 alkaen Katariina Eskelinen (Keski-Karjalan Kehitysyhtiö Oy), Terhi Yli-Pirilä (Savo-Karjalan Vesi- ja ympäristösuunnittelu Oy) ja rahoittajan edustajana Jaana Tuhkalainen (Etelä-Savon elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus). SYKeltä hankkeen toteutukseen ja ohjausryhmän toimintaan osallistuivat Pekka Leskinen (hankkeen vastuullinen johtaja 31.1.2017 saakka), Johanna Niemistö (hankkeen projektipäällikkö, vastuullinen johtaja 1.2.2017 alkaen), Anne Holma, Tanja Myllyviita, Jáchym Judl, Susanna Siironen, Riina Antikainen ja Kaisa Manninen.

Joensuussa lokakuussa 2017

Tekijät

SISÄLLYS

1 Hankkeen tausta ja tavoitteet	9
2 Elinkaariarviointi	10
2.1 Tavoitteiden ja soveltamisalan määrittely	11
2.2 Inventaarioanalyysi.....	11
2.3 Vaikutusarviointi	11
2.4 Tulosten tulkinta.....	13
3 Elinkaariarvioinnin hyödyntäminen pk- ja kasvuyrityksissä	14
4 Elinkaariklinikan toteuttaminen	16
4.1 Valmistautuminen elinkaariklinikkaistuntoon	17
4.2 Tiedonkeruu	17
4.3 Elinkaariklinikkaistunto.....	17
4.4 Johtopäätökset ja tulosten hyödyntäminen päätöksenteossa.....	19
4.5 Raportointi	20
4.6 Tulosten käyttö yrityksessä.....	20
5 Kokemuksia elinkaariklinikoista	21
5.1 Toteutetut elinkaariklinikat	21
5.2 Tulokset	22
5.3 Toimenpide-ehdotuksien laatiminen pk-yritysten ilmastovaikutusten vähentämiseksi	24
5.4 Yrittäjiltä saatu palaute	25
5.5 Haasteet arvioinnissa	26
5.5.1 Prosessitietojen saatavuus.....	26
5.5.2 Elinkaaritietokannat.....	26
5.5.3 Sähkö	27
5.5.4 Lämpö.....	27
5.5.5 Sähkön ja lämmön ympäristövaikutusten kohdentaminen	28
5.5.6 Herkkyystarkastelut.....	28
6 Elinkaariklinikoiden kehittämismahdollisuudet	29
LIITTEET	33
Liite 1. Tietopaketti elinkaariarvioinnista ja elinkaariklinikasta yrityksille.....	33
Liite 2. Tiedonkeruulomake esitiedoille.....	37
Liite 3. Tiedonkeruulomake prosessitietojen keräämiseksi.	38
Liite 4. Esimerkkiraportti elinkaariklinikasta	40
Liite 5. Elinkaariklinikoihin osallistuneiden yrittäjien edustajilta saatu palaute.....	46

1 Hankkeen tausta ja tavoitteet

Suomen tavoitteena on vähähiilinen ja kestävästi luonnonvaroja hyödyntävä yhteiskunta (Ympäristöministeriö 2014). Tehokkaan materiaalien ja energian käytön sekä uusien ympäristömyönteisten innovaatioiden kautta tavoitellaan suomalaisten yritysten kilpailukykyä parantamista, uutta talouskasvua ja työpaikkoja.

Pienet ja keskisuuret (pk) yritykset ovat avainasemassa näiden tavoitteiden saavuttamisessa. Vuoden 2015 yritystilaston tietojen perusteella Suomen yrityksistä 99,8 % on pk-yrityksiä (alle 250 työntekijää) ja näistä 93,4 % on alle 10 hengen yrityksiä. Yritysten liikevaihdosta noin 58 % syntyy pk-yrityksissä (Suomen yrittäjät 2017). Pk-yritysten etuna on oman prosessinsa ja tuotteensa kokonaisvaltainen tuntemus ja mahdollisuus mukauttaa toimintaansa nopeasti ja joustavasti. Lisäksi aloittavilla startup- eli kasvuyrityksillä on huomattavat mahdollisuudet vaikuttaa ennakoivasti toimintansa ympäristövaikutuksiin. Suurempiin yrityksiin verrattuna pk-yrityksillä ei kuitenkaan usein ole työkaluja toimintansa ympäristövaikutusten arvioimiseen eikä resursseja ja osaamista etenkin toiminnan alkuvaiheessa, jolloin yrityksellä on usein myös taloudellisia haasteita ratkaistavanaan.

Elinkaariklinikka on toimintamalli, jonka tarkoituksena on mahdollistaa kustannustehokas ympäristövaikutusten arviointi pk-yrityksille sekä startup-yrityksille. Arvioinnit toteutetaan tehokkaasti mahdollisimman tiiviissä aikataulussa. Elinkaariarvioinnin asiantuntijoiden ja yritysten yhdessä toteuttamalla elinkaariklinikkatyöskentelyllä tuotteita ja palveluita voidaan kehittää ympäristöystävällisemmiksi jo suunnitteluvaiheessa. Elinkaariklinikatoiminnan avulla lisätään yrittäjien tietoa yrityksen toiminnan ja tuotteiden ympäristövaikutuksista sekä autetaan yrityksiä löytämään tuotteensa tai palvelunsa elinkaaren keskeisimmät ongelmat ja kehitysideoita näiden ongelmien korjaamiseksi. Tavoitteena on lisätä yritysten resurssitehokkuutta ja sitä kautta myös kilpailukykyä, kehittää jätehuoltoa ja kierrätystä, vähentää kasvihuonekaasupäästöjä, minimoida kuljetusmatkoja sekä löytää entistä ympäristöystävällisempiä raaka-aineita. Klinikkatyöskentely auttaa yrityksiä myös kehittämään uutta liiketoimintaa ja vientituotteita erityisesti cleantech-markkinoille.

Menetelmänä elinkaariklinikoiden ensimmäinen versio kehitettiin Suomen ympäristökeskuksen tutkimus- ja kehittämishankkeessa ”Kohti kestäviä talousjärjestelmiä – avainmenetelmät ja -työkalut, kokemukset ja tulevaisuuden näkymät (ToFu)” (Judl ym. 2015). Tämä Euroopan aluekehittämisrahaston (EAKR) ja SYKEN rahoittama hanke ”ToimintaMALLI yritysten elinkaarien Ympäristövaikutusten kehittämiseksi (MALLI-Y)” jatkoi elinkaariklinikamallin kehittämistä. Hankkeen tavoitteena oli:

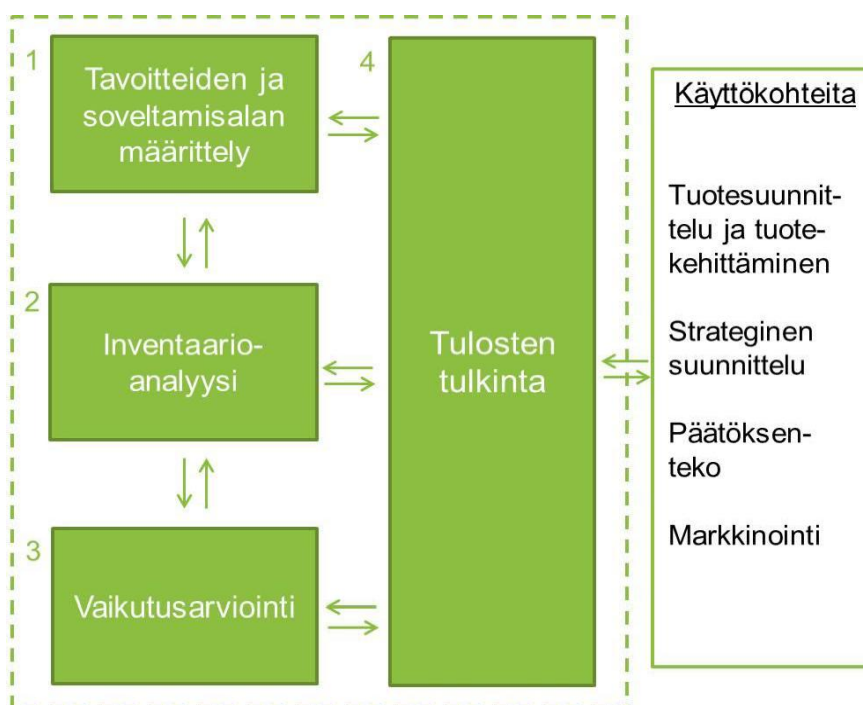
- **Klinikamuotoisen elinkaariarvioinnin konseptointi** sekä vapaasti kaikkien käytettävissä ja laajasti sovellettavissa olevan toimintamallin luominen.
- **Ohjekirjan laatiminen** sisältäen kuvauksen käytettävissä olevista elinkaariarviointitietokannoista, selkeät ohjeet elinkaariklinikan toteuttamiseen, yksityiskohtaista tietoa usein käytetyistä yksikköprosesseista eri toimialoilla, sekä esimerkkejä laskennasta, raportoinnista ja tyypillisten ongelmien ratkaisusta.
- **Ohjeet tulosten tulkitsemiseksi ja havainnollistamiseksi**, mukaan lukien toiminnan kehittämiskohteiden huomioiminen ja tulosten luotettavuuden arviointi.

Hankkeen aikana (2015–2017) toteutettiin toimintamallin kehitystyöhön liittyen elinkaariklinikka 30:lle Pohjois-Karjalan alueella toimivalle pk-yritykselle eri toimialoilta. Elinkaariklinikat toteutettiin kymmenen klinikan sarjona ja toimintamallia kehitettiin jatkuvasti koko hankkeen ajan. Valmis toimintamalli ohjeineen on julkinen ja avoimesti käytettävissä sekä edelleen kehitettävissä hankkeen päättymisen jälkeen. Toimintamallia ja sen tarjoamia työkaluja voidaan hyödyntää valtakunnallisesti ja esimerkiksi konsulttiyritykset voivat kehittää uutta palveluliiketoimintaa elinkaariklinikoiden avulla.

2 Elinkaariarviointi

Tuotteet ja palvelut aiheuttavat elinkaarensa aikana erilaisia ympäristövaikutuksia, jotka voivat kohdistua luontoon, ihmisten terveyteen ja elinolosuhteisiin. **Elinkaariarviointi** (Life Cycle Assessment eli LCA) on menetelmä, jonka avulla tuotteen tai palvelun ympäristövaikutuksia voidaan arvioida ja analysoida. Tuotteen tai palvelun täydellinen elinkaari kattaa raaka-aineiden tai materiaalien hankinnan, niiden prosessoinnin ja kuljetuksen tuotantolaitokselle, tuotteen valmistuksen, jakelun, käytön, huollon, uudelleenkäytön, kierrätyksen ja hävittämisen. Täydellisen elinkaariarvioinnin tekeminen on kuitenkin työlästä sekä aikaa vievää, ja usein elinkaariarviointi toteutetaan yksinkertaistetussa muodossa. Yksinkertaistetussa elinkaariarvioinnissa (streamlined LCA) tutkitaan esimerkiksi vain rajattua osaa tuotantoprosessista tai tuotejärjestelmästä, tai keskitytään jonkin tietyn päästön (esim. hiilidioksidipäästöt) tai ympäristövaikutusluokan tarkasteluun. (Ympäristö 2013)

Kansainvälinen standardointijärjestö ISO on laatinut elinkaariarviointien toteuttamisen tueksi 14040-sarjan standardit. Sarjaan kuuluu kaikkiaan viisi standardia, joista kaksi (SFS-EN ISO 14040:2006 ja ISO 14044:2006) on saatavilla myös suomeksi. ISO 14040 -standardin (2006) mukaan elinkaariarviointi sisältää kuvassa 1 esitetyt neljä vaihetta: tavoitteiden ja soveltamisalan määrittely (goal and scope definition), inventaarioanalyysi (Life Cycle Inventory Analysis, LCI), vaikutusarviointi (Life Cycle Impact Assessment, LCIA) ja tulosten tulkinta (interpretation). Elinkaariarvioinnit suoritetaan yleensä arviointiin kehitettyjen ohjelmistojen ja elinkaaritietokantojen avulla.



Kuva 1. Elinkaariarvioinnin vaiheet ISO 14040:2006 -standardin mukaan.

Yritykset voivat hyödyntää elinkaariarviointia ja sen tuloksia tuotesuunnittelussa ja -kehityksessä sekä strategisen suunnittelun ja päätöksenteon tukena. Elinkaariarvioinnin hyödyntämiskeinoja on käsitelty yksityiskohtaisemmin luvussa 3.

Tässä julkaisussa elinkaariarvioinnin vaiheet kuvataan vain pääpiirteittäin. Yksityiskohtaisempaa suomenkielistä tietoa elinkaariarvioinnista ja sen käytöstä saa ISO-standardien (SFS-EN ISO 14040:2006; 14044:2006) lisäksi muun muassa Suomen ympäristökeskuksen raporteista Antikainen (2010), Antikainen & Seppälä (2012) ja Seppälä (2004). Englanninkielistä materiaalia on runsaammin saatavilla, ja esimerkiksi Euroopan komission alainen Joint Research Centre (JRC) on julkaissut International Life Cycle Data System (ILCD) -käsikirjan ja tietojärjestelmän, joka sisältää kattavasti tietoa elinkaariarvioinnista ja sen erityiskysymyksistä liittyen muun muassa tietokantoihin ja arviointimenetelmiin (EC-JRC 2010).

2.1 Tavoitteiden ja soveltamisalan määrittely

Elinkaariarvioinnin ensimmäisessä vaiheessa määritellään arvioinnin tavoitteet ja soveltamisala. Tämä vaihe sisältää muun muassa arvioinnin tekemisen syyt, tarkoituksen, yksityiskohtaisuuden, tarkastelu-ajanjakson, tulosten hyödyntäjät, raportoinnin vaatimukset ja tiedossa olevat rajoitukset arvioinnissa. Huolellisesti tehty määrittelyvaihe selkeyttää ja tehostaa elinkaariarvioinnin toteuttamista.

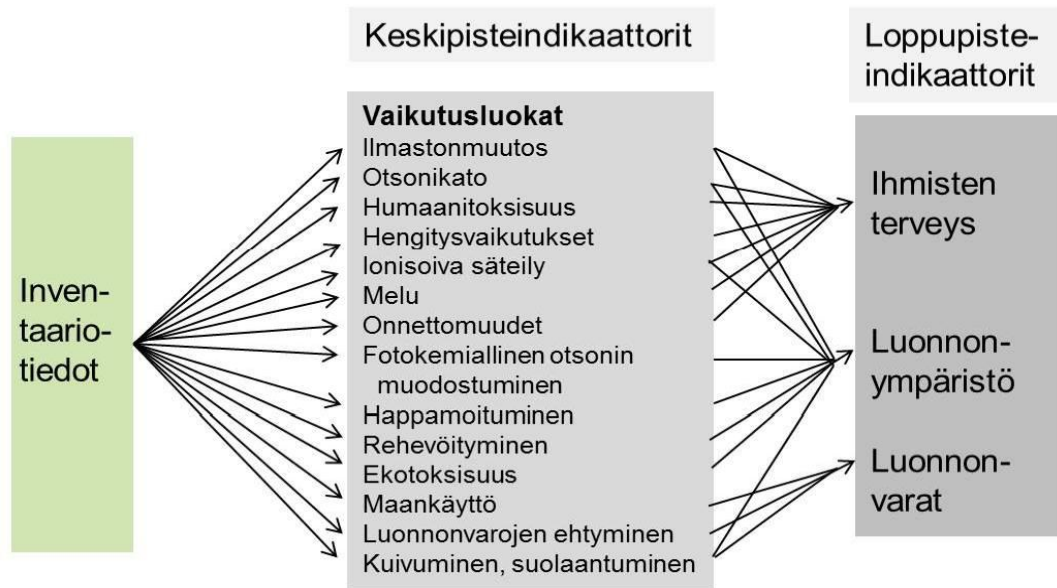
2.2 Inventaarioanalyysi

Inventaarioanalyysi ja sitä seuraava vaikutusarviointi aloitetaan määrittämällä arvioinnin kohde eli toiminnallinen yksikkö (functional unit). Toiminnalliseksi yksiköksi voidaan määritellä esimerkiksi yksi kilo tuotetta tai jokin toiminto, kuten kilon tuotepakkauksen kuljetus 10 kilometriä. Inventaarioanalyysin aikana kootaan tarvittavat tiedot koko tuotejärjestelmästä eli yksikköprosesseista, joita materiaali- ja energiavirrat yhdistävät. Nämä tiedot sisältävät koko tuotteen elinkaaren. Tiedontarve ja yksityiskohtaisuus määräytyvät aiemmin suoritetun soveltamisalan ja tavoitteiden määrittelyn perusteella. Yleensä arvioinnissa huomioidaan ainakin keskeisimmät yksikköprosessit. Myös kvantitatiiviset rajaussäännöt (cut-off rules) ovat usein käytettyjä; voidaan määritellä, että esimerkiksi vähintään 95 % toiminnallisen yksikön vaikutuksista sisällytetään arviointiin (EC-JRC 2010, 37).

Inventaariotiedon kerääminen ja muuttaminen toiminnallisen yksikön kautta arvioinnissa hyödynnettävään muotoon on tärkeä, joskin usein myös työläs vaihe. Koska tiedon tarkkuus ja luotettavuus vaikuttaa olennaisesti elinkaariarvioinnin tuloksiin, inventaarioanalyysi tulee tehdä huolellisesti. Tietojen keräämisessä ja käsittelyssä on tärkeää olla tarkkana tietolähteiden, tietojen laadun ja käytettyjen yksiköiden kanssa, ja on suositeltavaa merkitä muistiin erilaiset epävarmuustekijät. Inventaariovaiheen tueksi on olemassa erilaisia elinkaaritietokantoja, joita voidaan hyödyntää erityisesti jos yrityksellä ei ole käytössään kaikkia prosessin omia tai alihankkijoiden toimittamia tietoja esimerkiksi käytetyistä materiaaleista tai energiankulutuksesta sekä näiden aiheuttamista päästövaikutuksista.

2.3 Vaikutusarviointi

Inventaarioanalyysin aikana kerättyjä inventaariotietoja käytetään vaikutusarviointivaiheessa, joka tehdään yleensä elinkaariohjelmiston avulla joko keski- tai loppupistemallinnuksena. Ympäristövaikutusarvioinnin tavoitteena on tarkastella haitallisten toimien tai päästöjen vaikutuksia (kuva 2). Keskipistemallinnuksessa kuvataan toiminnallisen yksikön vaikutukset eri vaikutusluokissa (impact categories), kuten ilmastomuutos, happamoituminen, luonnonvarojen ehtyminen tai rehevöityminen. Loppupistemallinnuksessa arvioidaan vaikutusluokkatiedon pohjalta mahdollisia vaikutuksia ihmisten terveydelle, luonnonympäristölle tai luonnonvaroille.



Kuva 2. Vaikutusindikaattorit elinkaariarvioinnissa (Antikainen 2010, EC-JRC 2010).

Erilaisia vaikutusarviointimenetelmiä on kehitetty 1990-luvulta lähtien ja yleisesti käytössä olevia menetelmiä on lukuisia (Antikainen 2010, EC-JRC 2010). Lisätietoa laskentamenetelmien taustoista ja ominaisuuksista on saatavilla esimerkiksi vaikutusarvioinneille tehdystä ILCD-käsikirjasta (EC-JRC 2010). Vaikutusarviointi on lähtenyt liikkeelle alun perin keskipistemallinnuksesta. Yksinkertaistettu elinkaariarviointi on suositeltavaa toteuttaa keskipistemallinnuksena loppupistemallinnukseen liittyvien epävarmuuksien ja monimutkaisten vuorovaikutusten takia. Esimerkiksi ilmastonmuutoksen loppupistemallinnus on haastavaa ilmakehän monimutkaisten mekanismien vuoksi.

Vaikutusarviointi tapahtuu luokittelemalla inventaariotiedot yhteen tai useampaan vaikutusluokkaan. Lisäksi inventaariotiedot muunnetaan yhteiseen yksikköön karakterisointikertoimien avulla, ja saadut tulokset yhdistetään vaikutusluokan sisällä. Esimerkiksi ilmastonmuutokseen vaikuttavat kasvihuonekaasut (hiilidioksidi, metaani ja dityppioksidi) karakterisoidaan siten, että tulokset ilmaistaan hiilidioksidiekvivalenteina ($\text{CO}_2\text{-ekv.}$), joka on näiden kaikkien kasvihuonekaasujen karakterisointikerrointen avulla laskettu yhteismitallistettu summa. Ilmastonmuutokseen liittyvät karakterisointikerroimet kuvaavat eri kasvihuonekaasujen maapallon ilmakehää lämmittävää vaikutusta (global warming potential, GWP) suhteessa hiilidioksidin lämmitysvaikutukseen tietyllä arviointijaksolla (yleensä 100 vuotta). Esimerkiksi metaanin GWP-kerroin sadan vuoden ajalta kumulatiivisesti laskettuna on 28 eli metaanin lämmitysvaikutus on 28-kertainen hiilidioksidiin verrattuna (Myhre ym. 2013).

Karakterisoidut inventaariotiedot voidaan lisäksi normalisoida ja/tai painottaa, mutta nämä eivät ole standardin mukaan pakollisia vaiheita. Normalisoinnissa karakterisoidut ympäristövaikutusluokkatulokset suhteutetaan johonkin referenssiin. Referenssi voi olla esimerkiksi keskimääräinen eurooppalaisen asukkaan vuotuinen hiilijalanjälki. Normalisoinnin avulla saadaan tietoa eri ympäristövaikutusten suhteellisesta merkittävydestä. Painotuksessa voidaan puolestaan määrittää eri ympäristövaikutusluokkien tärkeys toisiinsa nähden. Painotetut kokonaisvaikutusindikaattoritulokset voidaan laskea yhteen, jolloin muun muassa erilaisten tuotteiden vertaileminen on mahdollista. Koska painottaminen kuitenkin sisältää arvovalintoja, painotetut kokonaisvaikutusindikaattoritulokset ovat aina jossain määrin subjektiivisia. Standardin (ISO 14044) mukaisessa elinkaariarvioinnissa painotusta ei tulisi käyttää, jos tuloksia on tarkoitus hyödyntää julkisesti esitettävissä vertailuissa.

2.4 Tulosten tulkinta

Tulosten tulkintaan sisältyy johtopäätösten ja toimenpidesuositusten tekeminen saatujen tulosten perusteella ja tuloksiin vaikuttavien tekijöiden, tulosten johdonmukaisuuden, kattavuuden sekä herkkyuden tunnistaminen. Rajoitusten, valittujen menetelmien ja lähtötietojen laadun vaikutukset ja epävarmuuksien analysointi täydentävät tulosten tulkintaa. ISO-standardin mukaisesti elinkaariarvioinnin yhteydessä tulisi tarkastella arvioinnin kattavuutta ja johdonmukaisuutta sekä tehdä kattavuuden herkkyysanalyysi. Täydellisyyden tarkistuksessa varmistetaan, että kaikki olennainen tieto on ollut saatavilla ja että se on riittävää. Puutteellisten tietojen vaikutuksia tulee arvioida mahdollisimman kokonaisvaltaisesti ja tarvittaessa lähtötietoja tulee täydentää. Herkkyysanalyysissä arvioidaan, miten muun muassa lähtötietoihin, tai vaikutusluokan indikaattoritulosten laskentaan liittyvät epävarmuustekijät vaikuttavat tuloksiin ja niistä tehtyihin päätelmiin. Herkkyysanalyysiin tulee sisällyttää inventaarioanalyysissä ja vaikutusarvioinnissa mahdollisesti toteutettujen herkkyys- ja epävarmuusanalyysien tulokset. Johdonmukaisuuden tarkistuksessa arvioidaan ovatko olettamukset, menetelmät ja lähtötiedot yhdenmukaisia tavoitteiden ja soveltamisalan kanssa. Arvioinnin tekemiseen ja tulosten tulkintaan liittyy useita epävarmuustekijöitä ja virhelähteitä. Esimerkiksi tavoitteen asettelussa, tarkasteltavan systeemin rajauksessa, toiminnallisen yksikön tai vaikutusarviointimenetelmän valinnassa voi tulla virheitä. Prosessitiedot voivat puolestaan olla puutteellisia, sisältää mittausvirheitä sekä vanhentuneita tai alueellisesti vääriä tietoja. Lisäksi tietojen suhteuttamisessa toiminnalliseen yksikköön voi tapahtua virheitä. Tällaiset virheet aiheuttavat epävarmuutta tuloksiin. Myös tulosten tulkinnassa voi tapahtua virheitä, ellei arvioinnin tekijällä ole riittävästi osaamista.

3 Elinkaariarvioinnin hyödyntäminen pk- ja kasvuyrityksissä

Yritystoimintaa ohjaavat yrittäjien omien arvojen ja intressien ohella lainsäädäntö, asiakkaiden ja muiden sidosryhmien odotukset ja vaatimukset. Elinkaariarvioinnin tarjoamia mahdollisuuksia yritystoiminnassa ovat muun muassa (Antikainen 2010):

- tuotteen/palvelun ympäristövaikutusten ja niiden merkittävyyden tunnistaminen (kokonaisvaikutukset ja vaikutukset yksikköprosessittain),
- tuotesuunnittelu ja -kehitys: erilaisten vaihtoehtojen ja niiden vaikutusten vertailu,
- prosessidatan eli inventaariotiedon monipuolinen hyödyntäminen,
- ympäristövaikutuksiin perustuvan päätöksenteon tukeminen,
- kilpailuedun luominen, kun tunnistetaan oman tuotteen edut suhteessa kilpailijaan,
- tuotteen ekologisen kädenjäljen eli ympäristömyönteisten vaikutusten määrittäminen,
- markkinoinnin edistäminen, ja
- lainsäädännön vaatimuksiin vastaaminen.

Lainsäädäntö ohjaa muun muassa ympäristölupia ja jätteenkäsittelyä. Lisäksi Euroopan Unionin komissio on laatinut direktiivit esimerkiksi ekosuunnittelulle (Direktiivi 2009/125/EY), sähkö- ja elektroniikkalaitteille (Waste Electrical and Electronic Equipment, WEEE, Direktiivi 2012/19/EU) ja niihin liittyville vaarallisille aineille (Restriction of Hazardous Substances, RoHS, Direktiivi 2011/65/EU).

Yritys voi viestiä tuotteidensa vastuullisuudesta myös ympäristömerkkien avulla. Pohjoismaainen ympäristömerkki eli Joutsenmerkki sekä EU-ympäristömerkki ovat virallisia ympäristömerkkejä, joiden käyttöoikeutta yritys voi halutessaan hakea. Merkkejä myönnettäessä selvitetään tuotteiden ja palveluiden koko elinkaaren aikaisia ympäristövaikutuksia. Merkit ovat voimassa tietyn ajanjakson, ja esimerkiksi Joutsenmerkin myöntämiskriteerit uusitaan noin kolmen vuoden välein.

Ympäristömyötäisessä tuotesuunnittelussa voidaan hyödyntää myös erilaisten ”jalanjälkien” määrittämiä, kuten ekologinen jalanjälki sekä hiili-, vesi- ja ympäristöjalanjäljet. Lisäksi Euroopan Unionin komissio kehittää parhaillaan ympäristöjalanjäljestä (Product Environmental Footprint, PEF) kattavaa tuotteiden ympäristöystävällisyyden mittaria. (Ympäristö 2013). Myös pohjoismaisen ympäristömerkin eli Joutsenmerkin kehittämistä kiertotalouden edistämiseksi tutkitaan parhaillaan (Suikkanen & Nissinen 2017).

Elinkaariarvioinnin pohjalta on kehitetty erilaisia työkaluja ja laskureita yritysten käyttöön. Taulukoon 1 on koottu muutamia yrityksille suunnattuja, maksuttomia tietolähteitä energia- ja ympäristöasioiden hallinnan tueksi sekä hiilijalanjälkilaskureita. Laskureiden avulla yritys voi arvioida toimintansa tai tuotteensa ympäristövaikutuksia karkealla tasolla, mutta epävarmuustekijöitä liittyy muun muassa laskureiden tarkoituksenmukaiseen käyttöön sekä laskureihin pohjautuvien taustatietojen päivityksiin. Hiilijalanjälkilaskureihin verrattuna elinkaariarviointiin perehtyneen asiantuntijan suorittama elinkaari-klinikka antaa yrittäjälle tukea luotettavaan arviointiin ja tulosten tulkintaan sekä toimenpide-ehtotusten laadintaan. Elinkaari-klinikka-toimintamallissa yrityksiä autetaan löytämään tuotteensa elinkaaren tärkeimmät ongelmakohdat ja kehitysideoita tuote- tai prosessitasolla havaittujen ongelmien korjaamiseksi. Näin voidaan edistää yritysten kilpailukykyä vähentäen samalla toiminnan aiheuttamaa ympäristökuormitusta.

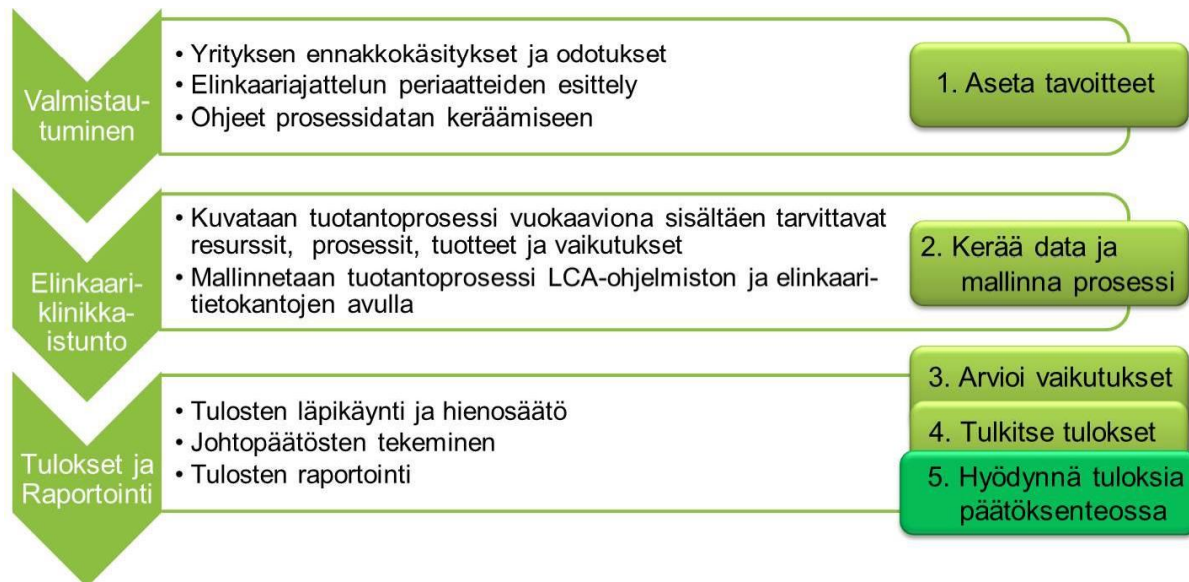
Taulukko 1. Esimerkkejä tietolähteistä ja laskureista yrityksen tuotesuunnittelun ja -kehityksen tueksi.

Työkalu	Millainen työkalu	Mitä tietoja tarvitaan
Elinkeinoelämän keskusliitto: Energiaopas pk-yrityksille (2012) http://ek.fi/materiaalipankki/julkaisut-ja-selvitykset	Opas energia- ja kustannustehokkaaseen toimintaan	Ei vaadita konkreettisia tietoja yritykseltä
Motiva – yrityksille www.motiva.fi/yritykset	Tietopankki erilaisista työkaluista, kulutustiedoista sekä energiankäytön tehostamisesta. Konsulttia vaativat katselmuksot maksullisia.	Esimerkiksi tietoja energiankulutuksesta energiakatselmukseen
Teknoliigateollisuus: Ympäristöosaaminen kilpailukyvyksi (2009) http://tech.teknoliigateollisuus.fi/ymparistoosaaminen/ymparistoosaaminen-kilpailukyvyksi	Toimintamalli yrityksen ympäristöasioiden kehittämiseen. Julkaisu maksullinen, suppeampi Web-sivu ilmainen	Ei vaadita konkreettisia tietoja yritykseltä
Valonian työkalut ja materiaalit http://www.valonia.fi/fi/yritykset/582938-tyokalut-ja-materiaalit	Työkaluja ja materiaaleja yrityksen ympäristötyön tueksi.	Sivuston käyttöön ei tarvita yrityksen tietoja
Suomen Ympäristöopisto SYKLI: Ympäristöosaava www.ymparistoosaava.fi/	Yritysten ympäristöosaamisen kehittämiseen tarkoitettu sivusto	Palvelun käyttämiseen ei tarvita yrityksen tietoja
Maksuttomat laskurit	Millainen työkalu	Mitä tietoja tarvitaan
Elinkeinoelämän keskusliitto ja Clonet Oy (2017) Ilmastobisnes http://www.ilmastobisnes.fi/	Excel-pohjainen päästölaskuri, jonka tueksi sivuilla on myös päästömittari konkretisoimassa tuloksia.	Tuotannon tietoja
Manchesterin yliopisto CCalc (englanninkielinen) www.ccalc.org.uk	Excel-pohjainen laskuri hiilijalanjäljen määrittämiseen	Tuotannon tietoja
WWF: Ilmastolaskuri www.ilmastolaskuri.fi	Laskuri toimistojen hiilijalanjäljen laskentaan (osa Green Office -ympäristöjärjestelmää)	Tietoja energiankulutuksesta, matkustamisesta, hankinnoista, jätteestä sekä vedenkulutuksesta
SYKE: Julkisten hankintojen hiilijalanjälkilaskurit http://www.syke.fi/fi-FI/Tutkimus_kehittaminen/Kulutus_ja_tuotanto/Laskurit/Juhilas	Laskuri julkisen hankinnan hiilijalanjäljen laskentaan	Esimerkiksi materiaalitietoja
SYKE: SYNERGIA Hiilijalanjälki-laskuri (2013) (suomen- ja englanninkielinen) http://www.syke.fi/fi-FI/Tutkimus_kehittaminen/Kulutus_ja_tuotanto/Laskurit/Synergia	Rakennusten päämateriaalien ja päärakenteiden hiilijalanjäljen määrittämiseen tarkoitettu laskuri	Rakennuksen tietoja
SYKE: Y-HIILARI (2013) http://www.syke.fi/fi-FI/Tutkimus_kehittaminen/Kulutus_ja_tuotanto/Laskurit/YHiilari	Yrityksen hiilijalanjäljen laskentaan tarkoitettu työkalu	Matkustetut kilometrit (jaoteltuna automatkoihin ja lentoihin) sekä majoitukset
Kauppapuutarhaliitto Ry Hiilijalanjälki-laskuri http://www.kauppapuutarhaliitto.fi/tietoa-kasvihuonealasta/hiilijalanjalki-ja-laskuri	Kasvihuoneviljelijöille suunnattu Excel-pohjainen laskuri hiilijalanjäljen laskentaan	Tuotannon tietoja
Athena Institute: Impact Estimator for Buildings (2014) (englanninkielinen) http://calculatelca.com/software/impact-estimator/overview/	Laskuri rakennusten vaikutusarviointiin	Tietoja rakennuksesta, kuten materiaalit, sijainti, koko, pinta-ala, energiankulutus
WBSCD: Global Water Tool (2015) (englanninkielinen) http://old.wbcds.org/work-program/sector-projects/water/global-water-tool.aspx	Työkalu laskee yrityksen vedenkulutuksen, päästöt sekä laitoskohtaisen datan valuma-aluekohtaiseen ja muuhun paikalliseen dataan	Tuotannon tietoja, tietoja vedenkulutuksesta
WWF: Water risk filter (englanninkielinen) http://waterriskfilter.panda.org	Veden käytön hallintaan tarkoitettu työkalu	Yrityksen toimiala ja sijainti, tietoja vedenkulutuksesta ja tuotannosta
Water Footprint Network: Water Footprint Assessment Tool (englanninkielinen) http://waterfootprint.org/en/resources/interactive-tools/water-footprint-assessment-tool/	Laskuri vesijalanjäljen laskentaan, helpottaa yritystä vedenkäytön hallinnassa	Tuotannon tietoja
WWF: Check your paper (englanninkielinen) http://checkyourpaper.panda.org/	Työkalu ympäristöystävällisen paperin etsintään	Tietoa siitä, millaista paperia yritys käyttää

4 Elinkaariklinikan toteuttaminen

Elinkaariklinikka noudattaa täysimittaisen elinkaariarvioinnin periaatteita (ks. luku 2), mutta tavoitteena on resursseja ja aikaa säästävä arviointiprosessi. Etenkin raaka-aineista aiheutuvien ympäristövaikutusten arviointi tehdään pitkälti elinkaaritietokantojen avulla. Tässä kappaleessa kuvataan lyhyesti elinkaariklinikan vaiheet. Tarkemmat toteutusohjeet ovat saatavilla hankkeen internetsivuilla <http://www.syke.fi/hankkeet/pohjoiskarjalanelinkaariklinikat>. Elinkaariklinikka sisältää seuraavat työvaiheet (kuva 3):

- Kohdeyrityksen toimitusjohtajan tai keskeisistä tuotantoprosesseista vastaavan henkilön **haastattelu**: elinkaaritarkastelun peruseriaatteen esittely yritykselle ja yrityksen toimintatavoitteiden ja arviointiin liittyvien odotusten selvitys.
- Yritystä pyydetään etukäteen hankkimaan **tuotantoprosessiin liittyvät tiedot** (raaka-aineet, energia, päästöt, kuljetukset). Yrityksen tuotantoprosessi kuvataan yhdessä yrityksen edustajan kanssa **vuokaavion** avulla.
- Yrityskohtaisiin aineistoihin yhdistetään **mallintamisen** avulla eri elinkaaritietokantoihin pohjautuvat aineistot ja lasketaan ilmastovaikutukset elinkaariohjelmiston avulla.
- Elinkaariklinikkaistunnon päätteeksi **keskustellaan saaduista tuloksista** ja tarvittaessa niitä tarkennetaan yrityksen kanssa.
- Elinkaariklinikan tuloksista koostetaan **kirjallinen raportti**, jonka yritys tarkistaa vielä ennen käyttöönottoa tuotekehityksensä tukena.



Kuva 3. Elinkaariklinikka-toimintamallin vaiheet.

Ennakkovalmisteluineen yhden yrityksen prosessin arviointiin kuluu elinkaariarvioinnin suorittavien asiantuntijoiden työaika noin 2–3 työpäivää. Yritykset osallistuvat tiedon ennakkokeruuseen, noin 2–4 tunnin elinkaariklinikkaistuntoon sekä raportin tarkistukseen. Aikaa kuluu yhteensä 1–2 työpäivää riippuen siitä, kuinka hyvin yrittäjällä on materiaalitiedot saatavilla.

4.1 Valmistautuminen elinkaariklinikkaistuntoon

Ennen elinkaariklinikkaistuntoa on hyvä käydä läpi, millaisia ennakkotietoja, toiveita ja odotuksia yrityksellä on ympäristövaikutusten arvioinnista. Elinkaariajattelun ja ympäristövaikutuksen arvioinnin periaatteet ja käyttömahdollisuudet kannattaa käydä läpi (esimerkkinä tietopaketti yrityksille liitteessä 1) sekä sopia yhdessä arvioinnin tavoitteet, raportoinnin laajuus ja mihin asioihin tullaan erityisesti keskittymään arvioinnin aikana. Myös arvioitavan kohteen inventaariotietojen keräämisestä on tärkeää keskustella jo tässä vaiheessa, ja mahdollisuuksien mukaan pyytää yritystä täyttämään tiedonkeruulomakkeita (liitteet 2 ja 3) jo etukäteen. Tällöin yhteiseen tapaamiseen käytettävä aika voidaan hyödyntää tehokkaammin itse prosessin mallintamiseen, vaikutusten arviointiin ja alustavien tulosten tarkasteluun.

4.2 Tiedonkeruu

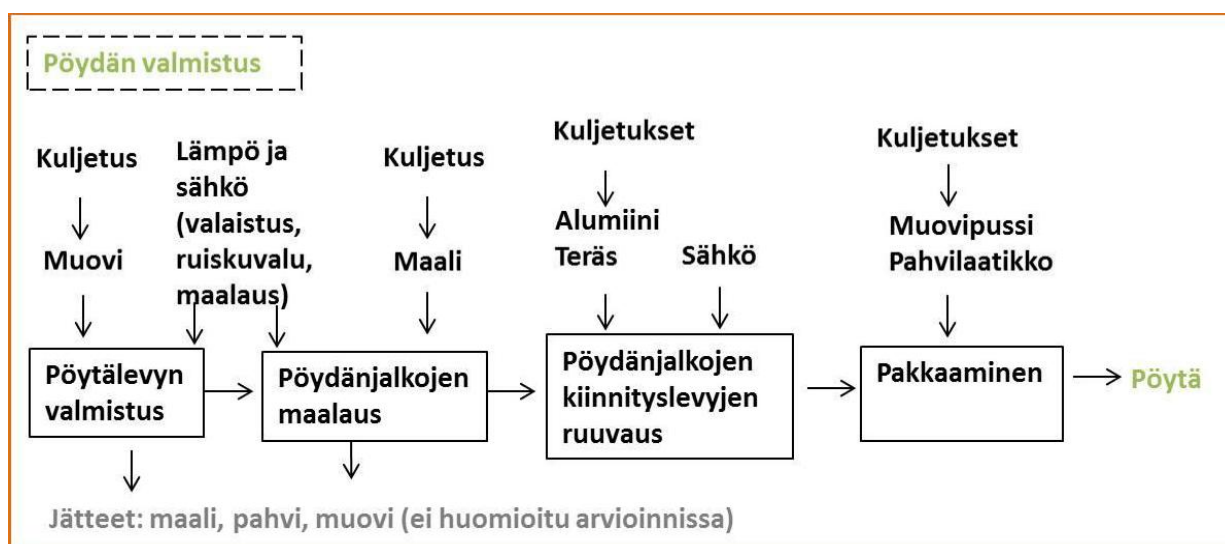
Prosessitiedon kerääminen on ympäristövaikutusten arvioinnissa erittäin tärkeä vaihe; kattava ja asianmukainen inventaariotieto on arvioinnista saatavien tulosten luotettavuuden lähtökohta. Siksi tiedonkeruu on tehtävä systemaattisesti ja huolellisesti. Aiemmin valittu toiminnallinen yksikkö tulee huomioida tiedonkeruuvaiheessa suhteuttamalla aine- ja energiavirtojen suuruudet käytetyn toiminnallisen yksikön mukaan. Käytettävien raaka-aineiden ja kuljetusmatkojen tiedot saadaan yrittäjiltä ja liitetään elinkaari-tietokantojen (esim. Ecoinvent ja European Life Cycle Database ELCD) sisältämiin tietoihin eri raaka-aineiden valmistuksesta ja prosessoinnista. Tällä tavoin tiedonkeruu voidaan tehdä tehokkaasti, eikä yritykseltä vaadittava työpanos kasva kohtuuttoman suureksi. Arvioinnin luotettavuus heikkenee jonkin verran kun arvioinnin tukena käytetään sekundäärisiä tietolähteitä sen sijaan, että selvitetäisiin esimerkiksi yksittäisen alihankkijan tuottaman raaka-aineen prosessitiedot yksityiskohtaisesti. Tulokset antavat kuitenkin riittävän tarkan kuvan toiminnan vaikutuksista tuotekehityksen tueksi.

4.3 Elinkaariklinikkaistunto

Istunnon aikana tarkastelun kohteena olevan tuotteen tai palvelun prosessi on hyvä kuvata vuokaaviona siten, että kaikki tarvittavat resurssit (muun muassa materiaalit ja energia), yksikköprosessit, tuotteet ja ympäristövaikutukset (päästöt ja jätteet) huomioidaan (taulukko 2 ja kuva 4). Lisäksi tarkistetaan ja tarvittaessa täydennetään materiaalilomakkeella olevia inventaariotietoja. Vuokaavion ja kerättyjen prosessitietojen perusteella prosessi voidaan mallintaa LCA-ohjelmiston ja erilaisten elinkaaritietopankkien avulla (kuva 5). Arvioinnin lopputuloksena saadaan LCA-ohjelmiston ominaisuuksista riippuen erilaisia ympäristövaikutuksia esittäviä kuvaajia ja taulukoita (kuva 6), jotka arvioinnin tekijä tulkitsee ja selittää yrityksen edustajalle sovitun tavoitteenasettelun määräämällä laajuudella.

Taulukko 2. Pöydän tuotantoon ja pakkaamiseen (kuvitteellinen yritys Pöytä Oy) liittyvät materiaalitiedot.

Raaka-aine/osaprosessi	Määrä	Alkuperä/kuljetustarve
Muovi (korkeateihykseninen polyeteeni, PE-HD)	1,0 kg	500 km maantiekuljetus, puoliperävaunuyhdistelmä
Ruiskuvalu	1,0 kg	
Maali	0,05 kg	Tikkurilan maalitehdas – Joensuu, 400 km maantiekuljetus, puoliperävaunuyhdistelmä
Alumiini (kiinnityslevyt)	0,1 kg	Kiina-Joensuu Laiva (RoRo-alus, Sanghai-Hampuri, 19850 km) ja maantiekuljetus (Hampuri-Joensuu 1865 km), puoliperävaunuyhdistelmä
Alumiinin muotoilu	0,1 kg	
Teräs (ruuvit)	0,0025 kg	Kiina - Joensuu Laiva (RoRo-alus, Sanghai-Hampuri, 19850 km) ja maantiekuljetus (Hampuri-Joensuu 1865 km), puoliperävaunuyhdistelmä
Teräksen muotoilu	0,0025 kg	
Pahvi (pakkaus)	0,9 kg	200 km maantiekuljetus, puoliperävaunuyhdistelmä
Muovipussi (muovikalvo)	0,012 kg	20 km maantiekuljetus, puoliperävaunuyhdistelmä
Sähkö (ruiskumaalaus ja ruuvaus)	509 Wh + 53,3 Wh = 562,3 Wh	Perussähkö, keskijännite
Lämmitys	50 kWh	Kaukolämpö
Kuljetukset	$1*500+0,05*400$ $+0,1*1865 +$ $0,0025*1865 +$ $0,9*200 + 0,012*20$ $= 891,4025 \text{ kg*km}$	Maantiekuljetus: puoliperävaunuyhdistelmä, EURO5, täysi kuorma
	$0,1*19850 +$ $0,0025*19850$ $=2034,625 \text{ kg*km}$	Merikuljetus: RoRo-alus



Kuva 4. Esimerkki elinkaariklinikassa kerätyn prosessitiedon perusteella laadittavasta vuokaaviosta.

Process: Esimerkki_Pöytä

electronics scrap, in anode slime, precious metal extraction - RoW

Inputs

Flow	Category	Amount	Unit
F ₂ packaging film, low density polyethyl...	222:Manufacture of plastics ...	0.01200	kg
F ₂ metal working, average for aluminiu...	25:Manufacture of fabricate...	0.10000	kg
F ₂ corrugated board box - RER	170:Manufacture of paper an...	0.90000	kg
F ₂ alkyd paint, white, without solvent, in ...	202:Manufacture of other ch...	0.05000	kg
F ₂ steel, low-alloyed - RER	241:Manufacture of basic iro...	0.00250	kg
F ₂ wire drawing, steel - RER	241:Manufacture of basic iro...	0.00250	kg
F ₂ Transport, semi trailer, 40 t	_SYKE	1*500+0.05*400+...	kg*km
F ₂ polyethylene, high density, granulate ...	201:Manufacture of basic ch...	1.00000	kg
F ₂ Transport, RoRo	_SYKE	0.1*19850+0.0025...	kg*km
F ₂ injection moulding - RER	222:Manufacture of plastics ...	1.00000	kg
F ₂ aluminium, cast alloy - GLO	242:Manufacture of basic pr...	0.10000	kg
F ₂ electricity, medium voltage - FI	351:Electric power generatio...	562.30000	Wh
F ₂ Heat, district heating	_SYKE	1.00000	kWh

Outputs

Flow	Category	Amount	Unit
F ₂ Pöytä		1.00000	Item(s)

Kuva 5. Esimerkki mallinnuksesta OpenLCA-ohjelmiston avulla: resurssivirtojen ja niiden määrien lisääminen.

Impact category: Climate Change

Contribution	Process	Amount	Unit
100.00%	Esimerkki_Pöytä	7.26056	kg CO2 eq
> 26.61%	polyethylene production, high density, granulate - RER	1.93199	kg CO2 eq
> 23.35%	aluminium ingot, primary, to aluminium, cast alloy market - GLO	1.69555	kg CO2 eq
> 15.07%	injection moulding - RER	1.09421	kg CO2 eq
> 14.87%	corrugated board box production - RER	1.07942	kg CO2 eq
> 05.60%	metal working, average for aluminium product manufacturing - RER	0.40685	kg CO2 eq
> 04.39%	Transport, RoRo	0.31856	kg CO2 eq
> 03.52%	alkyd paint production, white, solvent-based, product in 60% solution state - RER	0.25535	kg CO2 eq
> 03.04%	market for electricity, medium voltage - FI	0.22087	kg CO2 eq
02.42%	Heat, district heating	0.17600	kg CO2 eq
> 00.62%	Transport, semi trailer, 40 t	0.04465	kg CO2 eq
> 00.48%	packaging film production, low density polyethylene - RER	0.03481	kg CO2 eq
> 00.02%	steel production, electric, low-alloyed - RER	0.00124	kg CO2 eq
> 00.01%	wire drawing, steel - RER	0.00107	kg CO2 eq

Kuva 6. Elinkaariklinikan tulokset tulisi esittää niin, että eri materiaalien ja/tai osaprosessien osuus ilmastovaikutuksiin voidaan huomioida. Esimerkki openLCA-ohjelmistolla saatavasta tulostaulukosta.

4.4 Johtopäätökset ja tulosten hyödyntäminen päätöksenteossa

Viimeisenä vaiheena tehdään tulosten pohjalta johtopäätöksiä ja konkreettisia toimenpide-ehtotuksia ympäristövaikutusten pienentämiseksi. Ympäristövaikutusten kehittämistoimenpiteisiin kuuluvat muun muassa yritysten energia- ja resurssitehokkuuden edistäminen, kierrätyksen edistäminen, kasvihuonekaasupäästöjen vähentäminen, kuljetusmatkojen minimoiminen tai ympäristöystävällisempien raaka-aineiden käyttöön siirtyminen. Voisiko yritys esimerkiksi ottaa käyttöönsä uusiutuvilla energialähteillä

tuotetun ns. vihreän sähkön tai vaihtaa jonkin raaka-aineen tai yksikköprosessin vähäpäästöisempään vaihtoehtoon?

4.5 Raportointi

Raportoinnin laajuudesta sovitaan yhdessä yrityksen ja arvioinnin tekijän kanssa jo klinikan alkuvaiheessa. Vähimmäisraportointina tulee kirjata ylös elinkaariklinikkaistunnon aikana läpikäytyt kysymykset vastauksineen, sovittu toiminnallinen yksikkö ja systeemin rajaus sekä tiedonkeruun ja arvioinnin aikana esille nousseet kysymykset, rajoitukset ja epävarmuustekijät tiedon laadussa tai laajuudessa. Liitteenä 4 on esimerkkiraportti elinkaariklinikasta.

4.6 Tulosten käyttö yrityksessä

Elinkaariklinikka ei noudata kaikilta osin laajamittaista elinkaariarviointia ohjaavia ISO-standardeja (14040:2006 ja 144040:2006), joten tuloksia ei suositella käytettäväksi tuotteen vertailevaan markkinointiin tai ympäristövääntämien tueksi. Yritys kuitenkin saa elinkaariklinikassa toteutetun kevennetyn arvioinnin kautta tietoa oman tuotteensa tai palvelunsa sekä näihin liittyvien eri osa-alueiden ympäristövaikutuksista ja voi hyödyntää tuloksia sisäisessä tuotekehityksessään sekä päätöksenteon tukena. Esimerkiksi erilaisten raaka-aineiden ja prosessointivaihtoehtojen ilmastovaikutuksia voidaan vertailla elinkaariklinikassa. Tähän kehittämishankkeeseen osallistuneille yrityksille annettiin kunniakirjat tekstillä: ”Tunnustuksena osallistumisesta elinkaariklinikkaan ja kiinnostuksesta selvittää toiminnastaan aiheutuvia ympäristövaikutuksia”. Lisäksi yritys voi kertoa asiakkailleen ja yhteistyökumppaneilleen osallistuneensa elinkaariklinikkaan ja hyödyntävänsä elinkaariklinikan tuloksia oman toimintansa kehittämiseen tai tuoda esille, millä osa-alueilla yritys on parantanut toimintaansa. Esimerkiksi:

”Yritys X on osallistunut SYKEN elinkaariklinikkaan ja vähentänyt tuotteensa ilmastovaikutuksia vaihtamalla pääraaka-aineensa pienemmät ilmastovaikutukset aiheuttavaan materiaaliin.”

”Arvioimme tuotteemme X ilmastovaikutuksia SYKEN elinkaariklinikan avulla ja pienensimme ilmastovaikutuksia vähentämällä kuljetuksia ja siirtymällä ekosähkön käyttöön.”

Yrityksellä ei ole kuitenkaan muuta oikeutta käyttää SYKEN nimeä tai logoa markkinoinnissaan. Mikäli yritys haluaa käyttää arviointia vertailu- tai markkinointitarkoituksiin, tulee yrityksen teettää laajamittaisempi ISO-standardien mukainen arviointi sisältäen muun muassa systemaattiset lähtötietojen ja tulosten herkkyystarkastelut ja kriittisen arvioinnin. Lainsäädäntöä, lisätietoja ja markkinointia koskevia ohjeita löytyy muun muassa Kuluttajansuojalain 2. luvusta koskien markkinointia ja menettelyä asiakas-suhteissa (Kuluttajansuojalaki 38/1978), Kilpailu- ja kuluttajaviraston sivuilta koskien Kuluttajasiamiesten linjauksia (Kilpailu- ja kuluttajavirasto 2002) ja tietoa tosiasioväitteistä ja vertailuista (Kilpailu- ja kuluttajavirasto 2014) sekä Kansainvälisen kauppakamarin ICC:n markkinointisäännöistä (2012).

5 Kokemuksia elinkaariklinikoista

Hankkeen aikana otettiin yhteyttä noin 60 yritykseen, yleensä lähettämällä ensin sähköpostia ja sen jälkeen puhelimitse tarjoten mahdollisuutta osallistua elinkaariklinikkaan. Suurin osa yrittäjistä oli hyvin kiinnostuneita asiasta ja moni tekikin päätöksen arviointiin osallistumisesta jo puhelinkeskustelun aikana. Vain muutama yrittäjä oli sitä mieltä, ettei arvioinnista ole hyötyä hänen toimialalleen tai liiketoiminnalleen. Useimmiten arvioinnista kieltäytymisen syynä olivat meneillään olevat investointi- tai muutostyöt tai muut kiireet perusliiketoiminnassa.

5.1 Toteutetut elinkaariklinikat

Hankkeen tavoitteena oli testata elinkaariklinikka-toimintamallin sopivuutta eri toimialoilla toimiville pk-yrityksille ja kehittää toimintamallia edelleen vapaasti kaikkien toimijoiden käytettäväksi. Elinkaariklinikan toteuttamisen tueksi laadittiin myös ohjeistus. Hankkeessa toteutettiin 30 elinkaariklinikkaa. Klinikoihin osallistuvia yrityksiä saatiin mukaan pääosin suorilla yrityskontakteilla, muutamia myös kehittämissyhtiöiden kautta ja Pohjois-Karjalan pk-yrittäjien sähköisen jäsenkirjeen mukana tiedottamalla.

Arviointeihin osallistuivat seuraavat yritykset: Exel Composites Oyj, Paksuniemen Juomatehdas/Niemisbygård Oy, Coctio Oy, Koistinen Kantele Oy, Karelia-Ikkuna Oy, Sunikorut - Kaikkee kivaa, Plasthill Oy, Pielispakari Oy, EcoTelligent Oy, Teuvo Lehikoinen Oy, CareCare Oy, BioKymppi Oy, Paavolan Loma-asunnot, Mikrobioni Oy, PK Kappi Oy, Suomen Rengastehdas Oy, Nordic Koivu Oy Ltd, Kaksolan tila, Polar Shiitake Oy, Kolo Design Oy, Ouneva Oy, Joensuun Sänkytehdas Oy, Viherkaste Oy, Greenstar Hotels Oy, Joensuun Teatteriravintola Oy, Kontiomehu Oy, Konepaja M. Pappinen Oy, NunnaUuni Oy, Enon Energia Osuuskunta, Hansa Kontakt Ky ja Pramia Plastic Oy. Pääosa arvioinneista kohdistui valmistavaan teollisuuteen ja jonkin tuotteen tuotanto- ja pakkausprosessiin. Lisäksi mukana oli muun muassa juomateollisuuden ja majoituspalveluiden toimijoita. Arvioidut tuotteet, toimialat ja yritysten kokoluokat on esitetty taulukossa 3. Kokoluokittelussa on käytetty seuraavaa jaottelua:

- mikroyritys: alle 10 työntekijää ja vuosiliikevaihto tai taseen loppusumma enintään 2 miljoonaa euroa
- pieni yritys: 10–49 työntekijää ja vuosiliikevaihto tai taseen loppusumma enintään 10 miljoonaa euroa
- keskisuuri yritys: 50–249 työntekijää ja vuosiliikevaihto tai taseen loppusumma enintään 50 miljoonaa euroa.

Taulukko 3. Elinkaariklinikoissa arvioidut tuotteet, yritysten toimialat sekä kokoluokat.

Arvioitu tuote/palvelu	Toimiala	Kokoluokka
Komposiittituote, valmistus, pakkaaminen ja kuljetus asiakkaalle	Muovilevyjen, -kalvojen, -putkien ja -profiilien valmistus	keskisuuri yritys
Omenasiideri (100 litraa), valmistus ja pakkaaminen	Siiderin, hedelmä- ja marjaviinien valmistus	mikroyritys
Puinen kantele, valmistus	Soitinten valmistus	mikroyritys
Ikkuna (1x1 m), valmistus	Muu rakennuspuusepäntuotteiden valmistus	keskisuuri yritys
20 korvakoruparia ja 20 riipusta, valmistus ja pakkaaminen	Muu postimyynti ja verkkokauppa	yksityinen elinkeinonharjoittaja (YEH)
Lautanen, lusikka ja kuppi luonnonkuitukomposiitista, valmistus ja pakkaaminen	Muiden muovituotteiden valmistus	pieni yritys
Karjalanpiirakka, valmistus	Leivän valmistus; tuoreiden leivonnaisten ja kakkujen valmistus	keskisuuri yritys
Puurakenteinen linkkimasto, valmistus	Langallisen verkon hallinta ja palvelut	mikroyritys
Kotitalousjätteen väriajattelu ja keräys	Tieliikenteen tavarankuljetus	mikroyritys
Muovipohjainen kalvorulla ja kohdesiirrin potilassiirtoihin, pussipakkaus ja rullateline, valmistus	Varsinaiset sairaalapalvelut	mikroyritys
Orgaanisten jätteiden käsittely, energia- ja lannoitettutanto, yhden toimintavuoden tarkastelu	Lannoitteiden ja typpiyhdisteiden valmistus	mikroyritys
Mökkimajoitus	Yhdistetty kasvinviljely ja kotieläintalous (sekatilat)	YEH
Laimennussarja rakennusmateriaalinäytteestä	Muu tekninen testaus ja analysointi	mikroyritys
Kotikenkäpari, valmistus ja pakkaaminen	Jalkineiden valmistus	pieni yritys
Polkupyörän nastarengas, valmistus ja pakkaaminen	Renkaiden valmistus ja uudelleenpinnoitus	pieni yritys
Koivunmahlajuoma, valmistus ja pakkaaminen	Virvoitusjuomien valmistus; kivennäisvedet ja muut pulloitetut vedet	mikroyritys
Marjanviljely, mökkien vuokraus ja mehuasema-toiminta	Marjojen, pähkinöiden ja muiden puissa ja pensaissa kasvavien hedelmien viljely	YEH
Siitakesienet (1 kg), viljely ja pakkaaminen	Vihannesten viljely kasvihuoneessa	mikroyritys
Puinen linnunpönttö, valmistus ja pakkaaminen	Muiden huonekalujen valmistus	mikroyritys
Liitin alumiini- ja kuparikaapeleiden liittämiseen ja haaroittamiseen (50 kpl laatikko) valmistus, pakkaaminen ja toimitus asiakkaalle	Sähkönjakelu- ja valvontalaitteiden valmistus	keskisuuri yritys
Runkopatjasänky ja moottorisänky (luonnonkuidut ja synteettiset kuidut), valmistus ja pakkaaminen	Muiden huonekalujen valmistus	pieni yritys
Jääsalaatti (lava, jossa 720 salaattipussia) viljely ja pakkaaminen	Puutarha-alan vähittäiskauppa	pieni yritys
Hotelliyöpyminen	Hotellit	mikroyritys
Noutopöydän muikkuateria (150 annosta), valmistus	Ravintolat	pieni yritys
Herukanlehtijuoma (550 litraa), valmistus ja pakkaaminen	Marjojen, pähkinöiden ja muiden puissa ja pensaissa kasvavien hedelmien viljely	mikroyritys
Polttokattila (120 kW), valmistus	Kone- ja prosessisuunnittelu	mikroyritys
Vuolukivitakka, valmistus	Kiven leikkaaminen, muotoilu ja viimeistely	pieni yritys
Puun korjuu, haketus ja kuljetus	Kaukolämmön ja -kylmän erillistuotanto ja jakelu	osuuskunta (pieni yritys)
Kasvukiinnike, valmistus ja pakkaaminen	Muu ammatillinen, tieteellinen ja tekninen toiminta	mikroyritys
Palautuspullonkorkkien prosessointi uusiomuovi-granulaatiksi	Lajiteltujen materiaalien kierrätys	pieni yritys

5.2 Tulokset

Toteutetuista elinkaariklinikoista/arvioinneista tehtiin tulosraportit yritysten käyttöön. Hankkeen aikana tuotettiin lisäksi yrittäjille lyhyt tietopaketti ”Tietoa elinkaariarvioinnista ja elinkaariklinikkakonseptista pk-yrityksille”, tiedonkeruulomakkeet arviointia varten sekä toteutusohjeet elinkaariklinikan pitämisestä

esimerkiksi konsulttiyrittäjien käyttöön. Nämä dokumentit ovat saatavilla hankkeen internetsivuilta (<http://www.syke.fi/hankkeet/pohjoiskarjalanelinkaariklinikat>) sekä osin tämän raportin liitteinä.

Elinkaariklinikoissa keskityttiin pelkästään ilmastonmuutokseen liittyviin vaikutuksiin (jatkossa ilmastovaikutukset). Tämä vaikutusluokka valittiin, koska ilmastovaikutukset ja vähähiilisyys ovat ajan-kohtaisia teemoja sekä yrittäjän ja kuluttajienkin näkökulmasta kiinnostavampi kokonaisuus kuin esimerkiksi rehevöityminen tai otsonikato. Arvioitavat tuotteet ja prosessit olivat hyvin erilaisia ja niiden ilmastovaikutukset vaihtelivat suuresti (taulukko 4). Koska arvioidut tuotteet ovat hyvin erityyppisiä, ei näiden tulosten vertaaminen toisiinsa ole mielekästä. Myöskään näiden tuotteiden ja prosessien ilmastovaikutusten vertaaminen muualla tehtyihin vastaaviin tutkimuksiin ei ole mahdollista, sillä arviointien taustalla on yleensä erityyppiset systeeminrajaukset, toiminnalliset yksiköt ja muut metodologiset valinnat. Tämä on yleinen ongelma erilaisten tuotteiden elinkaariarviointitulosten vertailujen yhteydessä. Tällöin yrittäjä saa helposti selvitettyä eri toimenpide-ehdotusten vaikutukset. Elinkaariklinikoissa arvioidujen tuotteiden ilmastovaikutukset ovat pääasiassa raaka-aineiden valmistuksen ja prosessoinnin aiheuttamia. Erityisesti tuotteilla, joiden valmistukseen oli käytetty runsaasti energiaa kuluttavia raaka-aineita (esim. metallit ja lasi), suurin osa ilmastovaikutuksista aiheutuu raaka-aineiden valmistuksesta ja prosessoinnista. Yrityksessä käytetyn sähkön ja lämmityksen aiheuttamien ilmastovaikutusten osuudet tuotteen kokonaisilmastovaikutuksista vaihtelivat. Energiaintensiivisiä tuotantovaiheita sisältävillä tuotteilla ilmastovaikutukset muodostuivat pääasiassa (uusiutumattomaan energiaan pohjautuvasta) sähkön- tuotannosta. Pakkaaminen ja kuljetus olivat ilmastovaikutuksiltaan vähemmän merkityksellisiä.

Taulukko 4. Elinkaariklinikoissa arvioitujen tuotteiden ilmastovaikutukset.

Tuotteen nimi (toiminnallinen yksikkö)	Raaka-aineet %	Pakkaaminen %	Sähkö %	Lämpö %	Kuljetukset %
Puinen lintupönttö, valmistus ja pakkaaminen	93,4	3,4	2,1*	-	1,1
Jääsalaatti (lava, jossa 720 salaattipussia), viljely ja pakkaaminen	11,6	8,2	77,0	2,8	0,4
Puinen kantele, valmistus	13,9	-	3,5*	78,3	4,25
Puurakenteinen linkkimasto, valmistus (korkeus 30 m)	97,0	-	-	-	3,0
Hotelliyöpyminen	4,9	-	3,9*	80,8	-
Herukanlehtijuoma (550 litraa), valmistus ja pakkaaminen	16,5	70,8**	1,9	-	10,8
Komposiittituote (1 m), valmistus	83,3	-	9,4	1,8	5,5
Liitin (50 kpl laatikko), valmistus ja pakkaaminen	91,9	0,3	7,8	-	0,01
Runkopatjasänky (luonnonkuidut), valmistus ja pakkaaminen	90,5	1,6	0,2*	6,9	0,8
Siitakesienet (1 kg), viljely ja pakkaaminen	57,3	1,2	4,0*	37,2***	0,3
Omenasiideri (100 litraa), valmistus ja pakkaaminen	3,1	32,3**	53,1 (sähkö + lämpö)		11,6
Ikkuna (1x1m), valmistus	74,7	-	5,3	-	20,0
Koivunmahla-juoma (1000 l), valmistus ja pakkaaminen	10,9	56,7	7,1	-	25,3
Koruja (20 korvakoruparia ja 20 riipusta), valmistus ja pakkaaminen	18,7	57,0	21,9	-	2,4
Karjalanpiirakka (1 kpl), valmistus	87,5	-	9,0	-	2,6
Muovipohjainen kalvorulla potilassiirtoihin, valmistus	97,5	-	-	-	2,5
Laimennussarjaviljely rakennusnäytteestä	93,7	-	5,6	-	0,7
Kotikenkäpäri, valmistus ja pakkaaminen	74,0	4,5	17,3	2,0	2,2
Polkupyörän nastarengas, valmistus ja pakkaaminen	41,4	2,5	46,7	8,3	1,1
Lautanen, lusikka ja kuppi komposiittimateriaalista, valmistus ja pakkaaminen	77,0	15,1	1,7*	-	6,2
Vuolukivinen takka, valmistus ja pakkaaminen	33,5	8,7	57,6	-	0,2
Palautuspullonkorkkien prosessointi uusiomuovigranulaatiksi	9,0	10,1	6,1*	73,5	1,3
Kasvukiinnike, valmistus ja pakkaaminen	10,5	5,7	82,0	-	8

* Vihreä sähkö, ** Lasipullon kierrätystä ei ole huomioitu tässä tarkastelussa, *** Sisältää kasvualustan steriloinnin höyryllä.

5.3 Toimenpide-ehdotuksien laatiminen pk-yritysten ilmastovaikutusten vähentämiseksi

Elinkaariklinikoiden yhteydessä pyrittiin löytämään keinoja, joiden avulla yritys voisi vähentää tuotensa tai palveluidensa ilmastovaikutuksia. Monet elinkaariklinikoihin osallistuneista yrityksistä olivat ympäristötietoisia ja valveutuneita toimintansa ympäristövaikutuksista, joten heillä oli jo entuudestaan käytössään ilmaston ja ympäristön kannalta suotuisia toimintatapoja. Lisäksi osassa yrityksistä oli jo ideoitu uusia tuotantotapoja, joiden ilmastovaikutuksista yrittäjät olivat kiinnostuneita. Näille toimenpide-ehdotuksille laskettiin muutamassa elinkaariklinikassa päätöksenteon tueksi ilmastovaikutukset. Lisäksi muutamissa elinkaariklinikoissa laskettiin useamman samaan tuoteperheeseen kuuluvan tuotteen ilmastovaikutukset.

Koska suuri osa tuotteiden ympäristövaikutuksista aiheutuu raaka-aineen tuotannosta (taulukko 4), on raaka-aineiden vaihtaminen ympäristömyötäisempiin vaihtoehtoihin tehokas keino vähentää ilmastokuormitusta. Raaka-aineiden vaihtaminen ilmaston kannalta suotuisampaan vaihtoehtoon ei kuitenkaan ole aina yksinkertaista, eikä tuotteen toimivuuden kannalta olennaisia materiaaleja voida välttämättä vaihtaa. Lisäksi on huomioitava vaihtamisesta aiheutuvat kustannukset. Yritysten edustajat ovat omien tuotteidensa asiantuntijoita, joten heidän tietämystään hyödyntämällä voidaan löytää uusia vaihtoehtoisia raaka-aineita, joita käyttämällä tuotteen toiminnallisuus ei heikkene. Lisäksi kierrätysmateriaalien hyödyntäminen pienentää tuotteen ympäristövaikutuksia lähes poikkeuksetta. Elinkaaritietokannoissa on jonkin verran tietoja kierrätettyjen materiaalien ympäristövaikutuksista. Niitä voi käyttää tarkastelujen tukena. Elinkaariklinikoissa ei resurssien puutteiden vuoksi arvioitu tuotteiden valmistuksessa ja pakkaamisessa käytettyjen raaka-aineiden kierrätyksen tai hävittämisen aiheuttamia ilmastovaikutuksia. Kierrätyksen edistäminen kuitenkin yleensä vähentää tuotteen aiheuttamia ympäristövaikutuksia.

Kuljetukset ja pakkaaminen eivät olleet muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta merkittävässä roolissa tuotteiden ilmastovaikutuksissa (taulukko 4). Tästä huolimatta kuljetusmatkojen lyhentäminen vähentää tuotteen ilmastovaikutuksia, joskin se ei yleensä ole tehokkain keino vähentää tuotteen kokonaisilmastovaikutuksia. Myös kuljetusten tehokkuus (täydet kuormat ja mahdollisimman isot erät) pienentävät tuotteen ilmastovaikutuksia. Painavien raaka-aineiden (esim. kivi ja metallit) kuljetukset voivat osoittautua merkittäviksi ilmastovaikutusten aiheuttajiksi. Paikallisten raaka-aineiden suosiminen johtaa ilmastovaikutusten pienenemiseen sillä oletuksella, että lähellä tuotetun raaka-aineen tuotannon ilmastovaikutukset eivät ole merkittävästi suuremmat. Pakkaaminen ja pakkausmateriaalit suojaavat tuotetta, ja hyvän pakkaamisen avulla estetään tuotteiden rikkoutuminen ja pilaantuminen. Tästä syystä pakkauksen tulee olla laadukas, eikä pakkausmateriaalin määrän vähentäminen laadun kustannuksella johda ilmastovaikutusten pienenemiseen. Toisaalta tarpeettomat pakkausmateriaalit voidaan jättää pois, jolloin myös tuotteen ilmastovaikutus pienenee.

Yrityksille, jotka eivät vielä käyttäneet vihreää sähköä, suositeltiin siirtymistä tähän uusiutuvia energialähteitä hyödyntävään energiamuotoon. Koska lämmitysjärjestelmän valintaan vaikuttavat useat tekniset seikat, elinkaariklinikan puitteissa ei ollut mahdollista antaa yksityiskohtaisia suosituksia lämmityksen ilmastovaikutusten pienentämiseksi. Lisäksi kaukolämmön ilmastovaikutuksiin on vaikea vaikuttaa muutoin kuin vähentämällä lämmitysenergian käyttöä. Jotta yrityksen energiatehokkuutta voitaisiin edistää parhaalla mahdollisella tavalla, tarvitaan elinkaariklinikan tueksi esimerkiksi energia-katselmuksia.

Elinkaariklinikoissa ei huomioitu kuluttajien roolia, vaan tavoitteena oli tuottaa tietoa tuotteen tai palvelun tuottamisen ilmastovaikutuksista. Tosiasiassa kuluttajilla voi olla hyvinkin suuri rooli tuotteen koko elinkaaren aikaisissa ympäristövaikutuksissa. Tuotteen oikeanlainen käyttö, huolto ja kierrätys vähentävät ympäristötaakkaa ja pidentävät tuotteen käyttöikä ja siten yleensä kokonaiskuormitustakin. Yrittäjät voivatkin pienentää tuotteidensa aiheuttamia ilmastovaikutuksia tarjoamalla asiakkailleen riittävästi tietoa tuotteen ympäristöystävällisestä käytöstä, kierrättämisestä ja hävittämisestä.

5.4 Yrittäjiltä saatu palaute

Kaikilta elinkaariklinikoihin osallistuneilta yrityksiltä pyydettiin palautetta koko toimintamallista, elinkaariklinikan hyödyistä, toimenpide-ehdotusten toteuttamisesta ja maksuhalukkuudesta tällaiselle ympäristövaikutusten arviointipalvelulle. Palautetta saatiin 22 yrityksestä (Liite 5).

”Saimme ensimmäisen kerran yksityiskohtaista tietoa kootusti mm. eri materiaalien hiilijalanjäljestä, tietoa pientenkin yksittäisten yksiköiden (esim. pakkauksen osan) merkityksestä/vaiikutuksesta kokonaiskertymään.”

Ympäristövaikutusten arviointi toi osalle yrittäjistä uuden näkökulman liiketoimintaansa ja elinkaariklinikkaa lähestymistapana pidettiin mielenkiintoisena ja hyödyllisenä. Tulosten esittäminen autolla ajoki-

lometreinä antoi palautteen mukaan konkreettisen käsityksen tulosten suuruusluokasta. Arviointiin toivottiin lähinnä vertailuarvoja muilta toimijoilta, jotta yrittäjät ymmärtäisivät paremmin oman tuotteensa tai toimintansa tilannetta kilpailijoihin verrattuna. Lisäksi tulosten käyttö mainonnassa kiinnostaisi yrittäjiä todella paljon. Markkinointitarkoituksiin tulisi kuitenkin teettää laajamittaisempi ISO-standardien mukainen elinkaariarviointi.

”Tuotekehitys on alkanut ensimmäisten tulosten jälkeen ja olemme käyneet keskustelua asiasta syvällisemmin.”

Monet yrittäjät kertoivat hyödyntävänsä elinkaariklinikan tuloksia tuotekehittämisen tukena esimerkiksi materiaalihankintoihin liittyen (Liite 5). Myös aurinkosähkö ja muut uusiutuvat energiaratkaisut kiinnostivat monia yrittäjiä. Vain harva yrittäjä oli kuitenkin palautteen antamisen hetkellä lähtenyt toteuttamaan toimenpiteitä. Osa yrittäjistä ilmoitti, etteivät ole valmiita tekemään lainkaan muutoksia. Yleisin hidaste tai jopa este toimenpiteiden toteutukselle on investoinnin vaatiman rahoituksen löytäminen.

Elinkaariklinikoista ei peritty maksua yrityksiltä tässä toimintamallin kehittämissä vaiheissa. Palautteen mukaan yrittäjien maksuhalukkuus asiantuntijan tekemästä vastaavanlaisesta arvioinnista vaihtelee 500 ja 2000 euron välillä. Palautetta antaneista yrittäjistä kaksi ei ollut valmis maksamaan arvioinnista lainkaan (Liite 5). Tulosten käyttömahdollisuudet markkinoinnissa vaikuttavat myös suuresti maksuhalukkuuteen. Judl ym. (2015) arvioi, että elinkaariklinikka voisi maksaa 600–2500 euroa + arvonlisävero, olettaen asiantuntijan työaikaan kuluvan 10–40 tuntia palkkatasolla 60 €/tunti. Yrittäjien maksukyvykyys vaihtelee suuresti yrityksen koosta ja tilanteesta riippuen ja hinta saattaa nousta helposti liian korkeaksi pienyrittäjille. Erilaiset yritystukimuodot voivat tarjota rahoitusratkaisuja yrityksille arviointipalvelulle tai toimenpide-ehdotusten toteutukseen liittyviin investointeihin. Palveluja tarjoava asiantuntija voi myös laatia palvelukonseptin, jossa on erihintaisia arviointeja (esim. perusarviointi vs. eri vaihtoehtojen vertailu tai arvioinnin päivitys).

”Tämä on mielestäni sellaista perusselvitystä, jota olisi hyvä valtion tukea, koska tätä kautta eurot pyörähtävät takaisin valtiolle. Pienille yrityksille oman ajankäytön lisäksi voisi olla kenties noin 1000 € hintalappu. Hinta pitäisi olla niin alhainen, että se ei olisi este toteuttaa tällaista selontekoa.”

5.5 Haasteet arvioinnissa

Yksityiskohtaisempaa tarkastelua elinkaariklinikoiden toteuttamisesta on esitetty seuraavissa osakappaleissa sekä erillisessä elinkaariklinikan toteuttajan ohjeessa, joka on saatavilla hankkeen internetsivuilla.

5.5.1 Prosessitietojen saatavuus

Arviointien valmistuminen viivästyi välillä yrittäjien toimittaessa prosessitietojaan hitaasti. Tämä voi olla haaste arviointeja palveluliiketoimintana toteuttavalle konsultille. Tässä hankkeessa toteutetut elinkaariklinikat olivat yrittäjälle maksuttomia. Jos yritys joutuisi maksamaan elinkaariklinikasta, prosessitietojen kokoamiseen nopealla aikataululla panostettaisiin todennäköisesti enemmän.

5.5.2 Elinkaaritietokannat

Elinkaariklinikoissa käytetään kustannustehokkuuden vuoksi elinkaaritietokantoihin koottuja tietoja erilaisten raaka-aineiden ja prosessien ympäristövaikutuksista. Elinkaaritietokantoja käytettäessä arvioinnin tekijällä tulee olla riittävät tiedot oikeiden materiaali- ja prosessitietojen valitsemiseksi. Tietokannoissa voi olla kymmenittäin erilaisia prosesseja tavanomaisimpien materiaalien vaikutusarvioinnin tueksi (esim. erilaiset metallit, lasi- ja puumateriaalit). Oikean raaka-aineen tai prosessin valinta vaatii usein tarkkaa tietoa arvioitavasta tuotteesta tai prosessista. Esimerkiksi kierrätysmateriaalin osuus

vaikuttaa raaka-aineen ilmastovaikutuksiin huomattavasti. Epäselvissä tapauksissa voidaan käyttää tietoa keskimääräisestä Suomessa tai Euroopassa käytettävästä raaka-aineesta. Tietokantoihin lisättyjen materiaalien ja prosessien kuvauksissa on osin puutteita, mikä vähentää arvioinnin tarkkuutta. Arvioinnissa tulisi hyödyntää materiaalitietoja, joiden kuvaukset muistuttavat mallinnettavia prosesseja mahdollisimman paljon. Materiaali- ja prosessitietoja, joita ei ole kuvattu riittävän tarkasti, tulee välttää. Lisäksi tulisi huomioida missä maassa prosessi on mallinnettu. Tietokannoissa ei yleensä ole saatavilla Suomessa (tai Pohjoismaissa) mallinnettuja prosesseja, joten käytännössä on hyödynnettävä esimerkiksi Keski-Euroopassa laadittuja arviointeja. Osa prosesseista on laadittu koskemaan koko Eurooppaa, eikä maa-kohtaista tietoa ole saatavilla. Materiaalitietojen tulisi olla myös kohtuullisen uusia, joten mallintajan tulisi etsiä mahdollisimman ajankohtaisia tietoja.

Elinkaariklinikoiden kohdalla yhdeksi suurimmaksi haasteeksi havaittiin prosessitietojen saatavuus elinkaaritietokannoista. Esimerkiksi monia kemikaaleja (puhdistusaineet, öljypohjaiset tuotteet kuten liimat) ei ollut saatavilla elinkaaritietokannoissa. Näissä tapauksissa päädyttiin hyödyntämään vaihtoehtoisia tietolähteitä, kuten kirjallisuutta ja tutkimusraportteja. Jos arvioitava tuote tai prosessi käyttää paljon harvinaisia raaka-aineita, ei elinkaariklinikan avulla ole todennäköisesti mahdollista saada kustannustehokkaasti riittävän luotettavia tuloksia.

5.5.3 Sähkö

Sähkön ja lämmityksen osalta ilmastovaikutusten arviointi osoittautui haasteelliseksi. Vihreä sähkö mielletään usein ilmastovaikutuksiltaan neutraaliksi, mutta vihreän sähkön tuottamiseen kulutetaan uusiutumattomia luonnonvaroja (esimerkiksi voimalaitosten rakentamiseen) ja myös puupohjaisten energialähteiden hiilineutraalius on kyseenalaistettu useissa lähteissä (esimerkiksi Liski ym. 2011). Käytettävän raaka-aineen korjuu ja kuljetus (erityisesti bioenergia) ja voimalaitosten ylläpito kuluttavat sekä uusiutuvia että uusiutumattomia luonnonvaroja ja aiheuttavat muita päästöjä. Uusiutuvien energialähteiden elinkaariset ilmastovaikutukset ovat kuitenkin huomattavasti vähäisemmät: mediaaniarvot vaihtelevat 4–46 g CO₂-ekv./kWh, kun puolestaan uusiutumattomien energialähteiden vaihteluväli on 469–1001 g CO₂-ekv./kWh (IPCC 2011). Näihin lukuarvoihin ei kuitenkaan ole sisällytetty maankäytön ilmastovaikutuksia. Sähköyhtiöt eivät yleensä ilmoita käyttämiensä uusiutuvien energialähteiden määriä, vaan ilmoittavat ainoastaan osuuden, joka on tuotettu uusiutuvilla energialähteillä. Tästä syystä vihreän sähkön ilmastovaikutuksia ei voida arvioida kovin tarkasti.

5.5.4 Lämpö

Lämmityksen ilmastovaikutusten arviointiin liittyvät saman haasteet kuin sähkönkulutuksen. Lämmityksen ilmastovaikutusten arviointi riippuu lämmitystavasta. Useilla yrityksillä oli käytössään kaukolämpö. Suurin osa kaukolämmöstä tuotetaan lämmön ja sähkön yhteistuotantona. Lämmön ja sähkön yhteistuotannossa tuotetaan sekä lämpöä että sähköä samassa prosessissa. Tällöin saavutetaan parempi tuotantotehokkuus, sillä myös sähkön lauhdetuotannossa syntyvä hukkaan menevä energia voidaan hyödyntää. Motiva (2010) ylläpitää ja päivittää kaukolämmön (sekä lämmön erillistuotanto että lämmön ja sähkön yhteistuotanto) CO₂-päästökertoimia, joita voidaan hyödyntää myös elinkaariklinikoissa. Toisaalta CO₂-päästökertoimet sisältävät ainoastaan poltosta aiheutuvat suorat ilmastovaikutukset, joten elinkaariset ympäristövaikutukset (esimerkiksi raaka-aineen hankinta ja kuljetus) eivät sisälly kertoi-meen. Myös elinkaaritietokannoissa on lämmöntuotannolle määritelty erilaisia ilmastovaikutuksia. Nämä sisältävät koko elinkaaren aikaiset ilmastovaikutukset, mutta ne eivät toistaiseksi huomioi suomalaista raaka-ainekoostumusta (esimerkiksi uusiutuvien raaka-aineiden osuus), vaan perustuvat muun muassa keskimääräiseen eurooppalaiseen raaka-ainekoostumukseen.

5.5.5 Sähkön ja lämmön ympäristövaikutusten kohdentaminen

Haasteena sähkön- ja lämmönkulutuksen osalta on myös niiden vaikutusten kohdentaminen (allokointi) arvioitavalle tuotteelle tai prosessille. Usein samoissa tiloissa valmistetaan useita erityyppisiä tuotteita, eikä yhden tuotteen valmistamiseen kulutettua sähkömäärää arvioida erikseen. Sähkönkulutusta voi tällaisissa tapauksissa arvioida huomioimalla tuotteen valmistamiseen tarvittavien laitteiden käyttöaika ja teho. Näiden tietojen avulla saadaan selville yhden tuotteen valmistamisen sähkönkulutus. Jos kulutusta ei ole mahdollista arvioida laitekohtaisesti, voidaan se allokoida yksittäiselle tuotteelle arvioimalla esimerkiksi koko vuoden sähkönkulutus suhteessa valmistettujen tuotteiden määrään. Mikäli valmistetaan suhteellisen samantyyppisiä tuotteita, voidaan vaikutukset allokoida jakamalla vuotuinen sähkönkulutus vuosittaiselle tuotantomäärälle. Jos tuotteet ovat hyvin erityyppisiä, tulee harkita vaikutusten kohdentamista esimerkiksi tuotteen kilomäärään nähden (eli painavammalle tuotteelle allokoidaan suuremmat vaikutukset). Tällaiset allokoinnit sisältävät väistämättä yleistyksiä ja ovat merkittäviä virhelähteitä. Tästä syystä raporttiin tulisi tarkasti kirjata tehdyt oletukset ja tarvittaessa pyytää yrittäjältä tarkennuksia.

5.5.6 Herkkyystarkastelut

Jos elinkaaritietokannoissa on saatavilla useita soveltuvalta vaikuttavia prosesseja, on suositeltavaa vertailla niiden antamaa vaikutusarviointitietoa toisiinsa nähden: Jos eri prosessien vaikutusarviointitieto ei merkittävästi poikkea toisistaan, ei prosessin valinnalla ole erityisen suurta merkitystä arvioinnin lopputulokseen. Jos eri prosessitietojen vaikutusarviointitulokset ovat keskenään hyvin ristiriitaista, tulisi tarkemman tiedon löytämiseen panostaa entistä enemmän ja tutkia elinkaaritietokannassa olevan prosessikuvausten avulla mistä erot johtuvat. Kaikki arviointiin liittyvät epävarmuudet tulisi kirjata läpinäkyvästi raporttiin.

6 Elinkaariklinikoiden kehittämismahdollisuudet

Tässä raportissa kuvattu elinkaariklinikka keskittyy pk-yritysten ympäristövaikutusten (erityisesti ilmastovaikutukset) määrittämiseen ja raportointiin. Elinkaariklinikoita on mahdollista laajentaa huomiomaan laajemmin erilaisia ympäristövaikutuksia sekä arvioimaan myös taloudellisia vaikutuksia.

Elinkaariohjelmistojen avulla voidaan laskea samanaikaisesti tuloksia usean eri vaikutusluokan osalta. Samalla tiedonkeruun määrällä voisi siis arvioida ilmastovaikutuksen lisäksi myös esimerkiksi rehevöitymiseen, happamoitumiseen tai ekotoksisuuteen liittyviä tekijöitä. Elinkaariklinikan toteuttajalla tulee kuitenkin olla näkemystä siitä, mitkä vaikutusluokat ovat yrityksen kannalta olennaisia. Eri vaikutusluokkien merkittävyyttä voidaan arvioida myös pohtimalla toimialan erityispiirteitä sekä tarkastelemalla aiempia tutkimuksia. Myös tulosten normalisoinnin kautta (ks. sivu 14, missä normalisointi on selitetty) voidaan saada suuntaa-antavaa tietoa arvioitavan tuotteen tai palvelun merkittävimmistä ympäristövaikutuksista. Toteuttajan tulee osata arvioida ja tulkita erilaisia ympäristövaikutusluokkia, mikäli niitä sisällytetään elinkaariklinikkaan. Myös tulosten tulkinnan lisääntyvä ajantarve tulee tällöin huomioida kokonaisuudessa.

Elinkaarikustannusanalyysi (LCC, Life Cycle Cost assessment) on menetelmä, jonka avulla voidaan arvioida kustannustehokkain vaihtoehto huomioiden tuotteen koko elinkaari. Elinkaarikustannusanalyysi voidaan toteuttaa ympäristövaikutuksiin keskittyvän elinkaariarvioinnin ohella. Tällöin on helpompaa löytää ne tuotteen elinkaaren vaiheet, joilla on paitsi suurin ilmastovaikutus myös suuret kustannukset. Näiden tietojen avulla voidaan suunnitella keinoja vähentää tuotteiden ilmastovaikutuksia varmistaen samalla toimenpiteiden kustannustehokkuus. Aikaisempien tutkimusten perusteella pk-yritykset olivat kiinnostuneempia elinkaarikustannusanalyysin kuin ympäristövaikutuksiin keskittyneen elinkaariarvioinnin tuloksista (Selech ym. 2014). Tämä johtui siitä, että talousnäkökulmia pidettiin tärkeänä informaatiolähteenä tuotteiden kustannusten rakenteesta. Elinkaarikustannusanalyysiä käytettiin usein myös uusien tuotteiden suunnittelun ja edistämisen tukena (Selech ym. 2014). Elinkaarikustannusanalyysin toteuttaminen ympäristövaikutuksiin keskittyvän elinkaariarvioinnin ohella parantaisi elinkaariklinikan käyttömahdollisuuksia. Elinkaarikustannusanalyysin toteuttaminen kuitenkin lisäisi elinkaariklinikan työmäärää ja siten myös kokonaiskustannuksia. Toisaalta yrittäjien maksuhalukkuus saattaisi lisääntyä, jos elinkaariklinikan avulla olisi mahdollista saada laajemmin tietoa myös eri raaka-aineiden ja prosessivaihtoehtojen kustannuksista esimerkiksi toimenpide-ehdotusten yhteydessä.

Elinkaariklinikoissa ei arvioidu tuotteen käytön, kierrättämisen ja hävittämisen aiheuttamia ympäristövaikutuksia. Usein tuotteen käyttövaihe on kuitenkin ympäristövaikutusten kannalta kaikkein merkittävin elinkaaren vaihe. Esimerkiksi kodinkoneiden käytönaikainen veden- ja energiankulutus vaikuttaa huomattavasti tuotteen elinkaariin ympäristövaikutuksiin. Energiaa ja vettä säästävä kodinkone onkin usein ympäristöystävällisempi vaihtoehto. Kodinkoneen valmistuksen aiheuttama ilmastovaikutus on tällöin vähemmän merkittävä kokonaisuuden kannalta. Elinkaariklinikkaa voitaisiin kehittää huomiomaan myös käytön aikaiset vaikutukset, mutta tällöin toteutus vaatisi enemmän resursseja. Lisäksi käyttövaiheen ympäristövaikutuksen arviointi on haastavaa, sillä kuluttajien toiminta vaikuttaa suuresti kokonaisuuteen, mikä hankaloittaa arvioinnin toteuttamista. Elinkaariklinikoissa ei huomioidu myöskään tuotteen kierrättämisestä tai hävittämisestä aiheutuvia ympäristövaikutuksia. Esimerkiksi lasi ja metallit kierrätetään Suomessa jo varsin tehokkaasti. Tulevaisuudessa myös muovien kierrätys tehostuu. Elinkaariarvioinnissa tyypillisesti osa raaka-aineen elinkaarista ympäristövaikutuksista allokoidaan kierrätysmateriaalista valmistetulle tuotteelle. Jos jätteet tai sivuvirrat puolestaan poltetaan, huomioidaan poltosta aiheutuvat päästöt ja poltosta saadun energian avulla korvattu muu energiankäyttö ympäristövaikutuksineen. Näiden huomioiminen elinkaariklinikassa olisi mahdollista, mutta lisäisi huomattavasti työmäärää. Tuotteiden kierrätyksen ja hävittämisen ympäristövaikutusten arviointi sisäl-

tää myös huomattavia epävarmuuksia, sillä niihin vaikuttavat paitsi kuluttajan valinnat myös kierrätysmateriaalien ja jätteiden käsittely.

Elinkaariarvioinnin kehitystyö on perustunut negatiivisten vaikutusten arvioimiseen eli niin sanottuun vahinkoajatteluun. Tämä lähestymistapa on ympäristömarkkinoinnin viestinnän kannalta ongelmallinen, sillä tuotetta ostaessaan kuluttaja ei halua kokea kuluttavansa luonnonvaroja, eikä vahinkoajattelu motivoi yrittäjiä tuotekehitykseen (Pallari 2014). Elinkaariklinikasta voisi tulla entistä kannustavampi päätöstukiväline ja myös markkinointikeino tuomalla negatiivisten vaikutusten (ns. jalanjalkiajattelu) lisäksi paremmin esiin myös positiiviset vaikutukset (ns. kädenjalkiajattelu). Kädenjalki-työkalun kehittäjän, Gregory A. Norrisin, mukaan negatiivisten vaikutusten vähentämisen ohella positiivisia vaikutuksia tulisi kasvattaa (Norris 2015). Tavoitteena on, että tuotteista tulee ”nettoposiitivisia”, eli ne tuottavat enemmän hyötyjä luonnolle ja yhteiskunnalle kuin ne kuluttavat elinkaarensa aikana (Dyllick & Rost 2017). Esimerkiksi hiilikädenjalkityökalun avulla yritykset voisivat laajentaa yritysvastuun käsitettä ja raportoida toimistaan ilmastomuutoksen hillitsemiseksi ymmärrettävällä ja mitattavalla tavalla (Behm ym. 2016). Kädenjalkityökalu perustuu samoihin periaatteisiin kuin elinkaariarviointi huomioiden koko arvoketjun, mutta yleisiä ja laajasti hyväksytyjä ohjeita kädenjalki-työkalun laskentaperiaatteille ei ole toistaiseksi saatavilla (Behm ym. 2016). Yleisesti hyväksytyjen ohjeiden puute rajoittaa kädenjalkityökalun hyödyntämistä, mutta tulevaisuudessa se voisi tuoda uusia näkökulmia myös pk-yrityksille tehtävään elinkaariklinikkaan.

Mikäli elinkaariklinikoita toteutetaan palveluliiketoimintana, tulisi hinnan olla riittävän alhainen houkutelakseen yrittäjiä teettämään arviointia. Erilaiset rahoitustukimuodot, kuten elinkaariklinikka osana maksuttomia yrityspalveluita tai tuettuna palvelumuotona, voisivat osaltaan kannustaa yrittäjiä hyödyntämään elinkaariklinikka tuotekehityksen tukena. Elinkaariklinikka voisi lisäksi olla yhdistettynä johonkin toiseen yritys kohtaista tietoa vaativaan selvitystyöhön. Esimerkiksi materiaalikatsemuksen yhteydessä elinkaariklinikka voisi antaa lisäarvoa yrittäjälle, kun samalla tiedonkeruulla voitaisiin tuottaa erityyppisiä tuloksia yrittäjälle.

LÄHTEET

- Antikainen, R. (toim.). 2010. Elinkaarimetodiikkojen nykytila, hyvät käytännöt ja kehitystarpeet. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 7/2010. Suomen ympäristökeskus. Helsinki.
- Antikainen, R. & Seppälä, J. (toim.). 2012 Elinkaarimenetelmät yrityksen päätöksenteon tukena. FINCLA-hankkeen loppuraportti. Suomen ympäristö 10/2012. Suomen ympäristökeskus. Helsinki.
- Behm, K., Husgafvel, R., Hohenthal, C., Pihkola, H. & Vatanen, S. 2016. Carbon handprint –Communicating the good we do. VTT research report. VTT-R-00452-16. Suomen itsenäisyyden juhlarahasto Sitra ja VTT. Espoo.
- Direktiivi 2012/19/EU. Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2012/19/EU, annettu 4 päivänä heinäkuuta 2012, sähkö- ja elektroniikkalaiteromusta (ETA:n kannalta merkityksellinen teksti). <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/?uri=CELEX%3A32012L0019>
- Direktiivi 2011/65/EU. Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2011/65/EU, annettu 8 päivänä kesäkuuta 2011, tiettyjen vaarallisten aineiden käytön rajoittamisesta sähkö- ja elektroniikkalaitteissa (uudelleenlaadittu, ETA:n kannalta merkityksellinen teksti). <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:32011L0065&qid=1508739419985&from=EN>
- Direktiivi 2009/125/EY. Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2009/125/EY, annettu 21 päivänä lokakuuta 2009, energiaan liittyvien tuotteiden ekologiselle suunnittelulle asetettavien vaatimusten puitteista (ETA:n kannalta merkityksellinen teksti). <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/ALL/?uri=CELEX%3A32009L0125>
- Dyllick, T. & Rost, Z. 2017. Towards true product sustainability. *Journal of Cleaner Production* 162: 346–360.
- EC-JRC. 2010. International Reference Life Cycle Data System (ILCD) Handbook: General guide for the Life Cycle Assessment – Detailed guidance. EUR 24708 EN. Luxembourg.
- EC-JRC 2006. European Life Cycle Database ELCD. <http://eplca.jrc.ec.europa.eu/ELCD3/> [viitattu 2.10.2017]
- Ecoinvent 2017. Ecoinvent - the world's most consistent & transparent life cycle inventory database. <http://www.ecoinvent.org/> [viitattu 2.10.2017]
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2011. Summary for Policymakers. Julk.: Edenhofer, O., Pichs-Madruga, R., Sokona, Y., Seyboth, K., Matschoss, P., Kadner, S., Zwickel, T., Eickemeier, P., Hansen, G., Schlömer, S., von Stechow, C. (eds). *Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation*. Cambridge University Press. S. 3-26. <http://www.ipcc.ch/report/srren/>
- Judl, J., Mattila, T., Manninen, K. & Antikainen, R. 2015. Life cycle assessment and ecodesign in a day. Lessons learned from a series of LCA clinics for start-ups and small and medium enterprises (SMEs). Suomen ympäristö 18/ 2015. Suomen ympäristökeskus. Helsinki.
- Kansainvälinen Kauppakamari ICC. 2012. Kansainvälisen Kauppakamarin ICC:n Markkinointisäännöt. https://kauppakamari.fi/wp-content/uploads/2012/01/Markkinoinnin-kansainvaliset-ohjeet-ICC-Markkinointisaannot_final-version-2012.pdf
- Kilpailu- ja kuluttajavirasto. 2002. Kuluttaja-asiamiehen linjaus. Ympäristömarkkinointi. <https://www.kkv.fi/ratkaisut-ja-julkaisut/julkaisut/kuluttaja-asiamiehen-linjaukset/aihekohtaiset/ymparistomarkkinointi/>. [Päivitetty 10.12.2015].
- Kilpailu- ja kuluttajavirasto. 2014. <https://www.kkv.fi/Tietoa-ja-ohjeita/markkinointi-ja-asiakassuhde/tosiasiavaihteet-ja-vertailut/>. [Päivitetty 5.5.2014].
- Kuluttajansuojalaki 38/1978. <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1978/19780038>.
- Liski, J., Repo, A., Känkänen, R., Vanhala, P., Seppälä, J., Antikainen, R., Grönroos, J., Karvosenoja, N., Lähtinen, K., Leskinen, P., Paunu, V.V. & Tuovinen, J.P. 2011. Metsäbiomassan energiakäytön ilmastovaikutukset Suomessa. Suomen ympäristö 5/ 2011. Suomen ympäristökeskus. Helsinki.
- Motiva Oy. 2010. Polttoaineiden lämpöarvot, hyötysuhteet ja hiilidioksidin ominaispäästökertoimet sekä energian hinnat. http://www.motiva.fi/files/3193/Polttoaineiden_lampoarvot_hyotysuhteet_ja_hiilidioksidin_ominaispaastokertoimet_sek_a_energianhinnat_19042010.pdf.
- Myhre, G., Shindell, D., Bréon, F.-M., Collins, W., Fuglestedt, J., Huang, J., Kohc, D., Lamarque, J.-F., Lee, D., Mendoza, B., Nakajima, T., Robock, A., Stephens, G., Takemura, T. & Zhang, H. 2013. Anthropogenic and Natural Radiative Forcing. Julk.: Stocker, T.F., Qin, D., Plattner, G.-K., Tignor, M, Allen, S.K., Boschung, J., Nauels, A, Xia, Y, Bex, V. & Midgley, P.M. (eds). *Climate Change 2013: The Physical Science Basis*. Cambridge University Press. S. 659-740. <http://www.ipcc.ch/report/ar5/wg1/>

- Norris, G. 2015. Handprint-Based NetPositive Assessment. Harvard T.H. Chan School of Public Health. November 2015. <https://www.3ds.com/fileadmin/Stories/cop21/handprint-based-netpositive-assessment-harvard-th-chan.pdf>
- Pallari, P. 2014. The EcoCuva Model for Sustainable Enterprising. Acta Universitatis Lapponiensis 219. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-484-759-9>.
- Selech, K., Klos, Z., Kulczycka, J. & Kurczewski, P. 2014. Life cycle thinking in small and medium enterprises: the results of research on the implementation of life cycle tools in Polish SMEs—Part 3: LCC-related aspects. The International Journal of Life Cycle Assessment 19, 1119–1128.
- Seppälä, J. (toim.) 2004. Ympäristövaikutusten arviointi elinkaariarvioinnissa – alailmakehän otsonin muodostuminen, happamoituminen, pienhiukkaset ja ekotoksisuus. Suomen ympäristö 673. Suomen ympäristökeskus. Helsinki.
- SFS-EN ISO 14040:2006. Ympäristöasioiden hallinta: Elinkaariarviointi: Periaatteet ja pääpiirteet. Suomen Standardoimisliitto, Helsinki.
- SFS-EN ISO 14044:2006. Ympäristöasioiden hallinta: Elinkaariarviointi: Vaatimukset ja suuntaviivoja. Suomen Standardoimisliitto, Helsinki.
- Suikkanen, K. & Nissinen, A. 2017. Circular Economy and the Nordic Swan Ecolabel: An Analysis of Circularity in the Product-Group-Specific Environmental Criteria. Nordic Council of Ministers, Copenhagen. TemaNord 2017:553.
- Suomen yrittäjät. 2017. Yrittäjyys Suomessa. <https://www.yrittajat.fi/suomen-yrittajat/yrittajyys-suomessa-316363> [Päivitetty 17.2.2017].
- SYKE (Suomen ympäristökeskus). 2013. Elinkaariarviointi, jalanjäljet ja panos-tuotosmalli. http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kulutus_ja_tuotanto/Tuotesuunnittelu_ja_tuotteet/Elinkaariarviointi_jalanjaljet_ja_panostuotosmalli [Päivitetty 4.12.2013].

LIITTEET

Liite 1. Tietopaketti elinkaariarvioinnista ja elinkaariklinikasta yrityksille.

Tietoa elinkaariarvioinnista (LCA) ja elinkaariklinikka-toimintamallista pk-yrityksille

ToimintaMALLI yritysten elinkaaristen Ympäristövaikutusten kehittämiseksi (MALLI-Y) -hanke

Suomen ympäristökeskus 2017



Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020
Einkaariarviointi



Ympäristövaikutuksia syntyy ihmisen toiminnan ja luonnonilmiöiden myötä muodostuvien päästöjen ja ympäristömuutosten vuoksi. Vaikutukset voivat kohdistua luontoon, ihmisten terveyteen ja elinolosuhteisiin.

Elinkaariarviointi (life cycle assessment) eli LCA on menetelmä, jonka avulla tuotteen tai palvelun vaatimia resursseja ja ympäristövaikutuksia voidaan analysoida ja arvioida. Täydellinen elinkaari kattaa raaka-aineiden tai materiaalien hankinnan luonnosta, niiden prosessoinnin ja kuljetuksen tuotantolaitokselle, tuotteen valmistuksen, jakelun, käytön, uudelleenkäytön, huollon, kierrätyksen ja hylkäämisen. Näin laajan elinkaariarvioinnin tekeminen on kuitenkin työlästä ja aikaavievää, ja usein elinkaariarviointi toteutetaankin suppeammassa muodossa. Yksinkertaistetussa elinkaariarvioinnissa (streamlined LCA) tutkitaan esimerkiksi vain rajattua osaa tuotantoprosessista tai tuotejärjestelmästä, tai keskitytään jonkin tietyn päästön (esim. hiilidioksidipäästöt) tai ympäristövaikutuksen tarkasteluun. Elinkaariarvioinnit suoritetaan yleensä alalle kehitettyjen ohjelmistojen ja inventaariotietokantojen avulla.

Elinkaariarvioinnin hyödyntäminen pk- ja kasvuyrityksissä

Yksinkertaistettu elinkaariarviointi sopii moniin yritystoiminnan osa-alueisiin (Antikainen R. (toim.) Suomen ympäristökeskuksen raportteja 7/2010):

- ✓ Tuotekehitys: materiaalien ja muiden resurssien vertailu, ympäristömyötäinen hankinta ja käyttöön-otto, ympäristömyötäinen tuotesuunnittelu,
- ✓ Tuotteen/palvelun ympäristövaikutusten ja niiden merkittävyyden tunnistaminen, (yksikkö-prosesseittain tai kokonaisvaikutuksina),
- ✓ Prosessidatan eli inventaariotiedon monipuolinen hyödyntäminen,
- ✓ Tuotantoprosessien kehittäminen: resurssien käytön tehostaminen, päästöjen vähentäminen, uusien materiaalivaihtoehtojen, prosessiteknologioiden tai innovaatioiden arviointi/vertailu,
- ✓ Kilpailuedun luominen: tunnistetaan oman tuotteen edut suhteessa kilpailijaan,
- ✓ Ympäristöjohtaminen: uusien teknologioiden potentiaalin ennustaminen ja analysointi.

Elinkaarielinikka-toimintamallissa (vaiheet esitetty kuvassa 1) **yrityksiä autetaan löytämään tuotteensa/palvelunsa keskeisimmät ympäristövaikutukset sekä kehitysideoita tuote- tai prosessitasolla tuotteen ja yrityksen kilpailukykyä edistämiseksi**. Toimintamalli perustuu yksinkertaistettuun elinkaariarviointiin (streamlined LCA, kuva 2), jonka tavoitteena on arvioida tuotetta/prosessia lyhyemmässä ajassa ja pienemmällä resurssilla verrattuna yksityiskohtaiseen elinkaariarviointiin.

Kehittämistoimenpiteisiin kuuluvat esimerkiksi energia- ja resurssitehokkuuden edistäminen, jätehuollon ja kierrätyksen kehittäminen, kasvihuonekaasupäästöjen ja kuljetusmatkojen minimoiminen tai

ympäristöystävällisempien raaka-aineiden käyttöön siirtyminen.

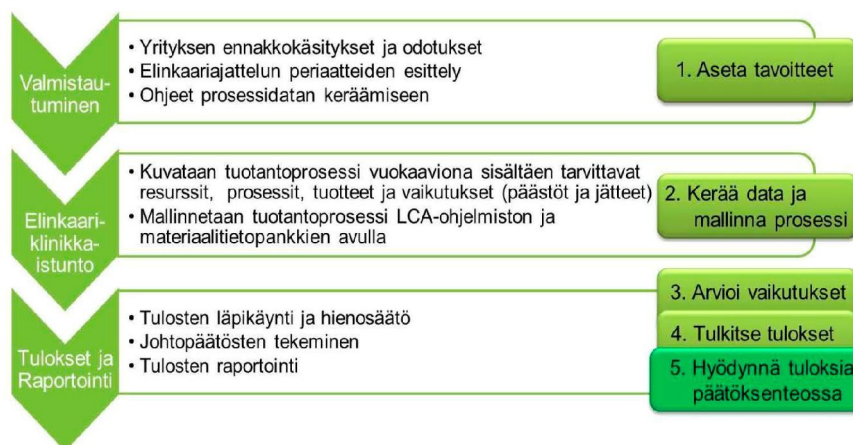
Elinkaarielinikka-konsepti

Valmistautuminen elinkaarielinikka-istuntoon:

Yrityksiä kannustetaan tutustumaan tämän esitteen avulla toimintamalliin ja elinkaariarviointiin jo etukäteen, jotta he voivat saada arvioinnista itselleen mahdollisimman paljon hyötyä. Yrityksen tietoja, toiveita ja odotuksia arviointiin liittyen selvitetään esitietolomakkeen avulla (liite 1). Lisäksi sovitaan yhdessä joko etukäteen tai elinkaarielinikka-istunnon alussa arvioinnin tavoitteet, painopisteet sekä raportoinnin laajuus.

Tiedonkeruu: Kattava ja ajantasainen inventaariotieto arvioitavasta kohteesta on tulosten luotettavuuden lähtökohta. Tiedonkeruu onkin siksi tehtävä systemaattisesti ja huolellisesti. Prosessitietojen keräämisestä on hyvä keskustella jo etukäteen ja tiedonkeruulomaketta (liite 2) voidaan täyttää mahdollisuuksien mukaan jo ennen elinkaarielinikka-istuntoa, jolloin istuntoaika voidaan hyödyntää tehokkaammin itse prosessin mallintamiseen ja vaikutusten arviointiin.

Elinkaarielinikkainstunto: Arvioitava kohde kuvataan vuokaaviona huomioiden kaikki tarvittavat resurssit (materiaalit ja energia), yksikköprosessit, tuotteet ja ympäristövaikutukset (päästöt ja jätteet). Vuokaavion ja kerättyjen prosessitietojen perusteella prosessi voidaan mallintaa LCA-ohjelmiston ja erilaisten materiaalitietopankkien avulla (kuva 3). Arvioinnin tuloksena saadaan LCA-ohjelmiston ominaisuuksista riippuen erilaisia vaikutuksia esittäviä kuvaajia ja taulukoita (kuva 3), jotka arvioinnin tekijä käsittelee, tulkitsee ja raportoi yrityksen edustajalle sovitun tavoitteenasettelun määrämällä laajuudella. Tulosten raportoinnissa voidaan käyttää apuna lomakepohjaa (liite 3).



Kuva 1. Elinkaari-klinikka-toimintamallin vaiheet.

Tulosten hyödyntäminen: Arvioinnista saatujen tulosten pohjalta tehdään johtopäätöksiä ja konkreettisia toimenpide-ehdotuksia. Varsinainen tulosten hyödyntäminen ja toteuttamisvaihe jää yrityksen vastuulle.

Raportointi: Arvioinnista koostetaan yrityksen käyttöön tuleva raportti. Raportoinnin laajuudesta ja käytöstä sovitaan yhdessä yrityksen ja arvioinnin tekijän kanssa jo klinikan alkuvaiheessa.

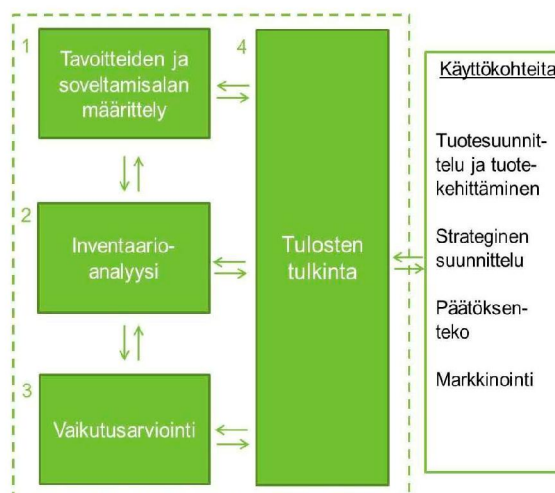
Palautte: Osallistuvilta yrityksiltä toivotaan palautetta elinkaari-klinikka-konseptista toimintamallin edelleen kehittämiseksi. Arvioinnin eri vaiheisiin liittyvän suoran palautteen lisäksi yrityksille lähetetään lyhyt kyselyn (3–5 kysymystä) pian klinikka-istunnon jälkeen sekä noin 6 kk kuluttua.

Perustietoa elinkaariarvioinnista

Kansainväliset ISO-standardit (SFS-EN ISO 14040:2006 ja 144040:2006) ohjaavat arviointia. Standardien mukaiset arvioinnin neljä vaihetta (kuva 2) ovat:

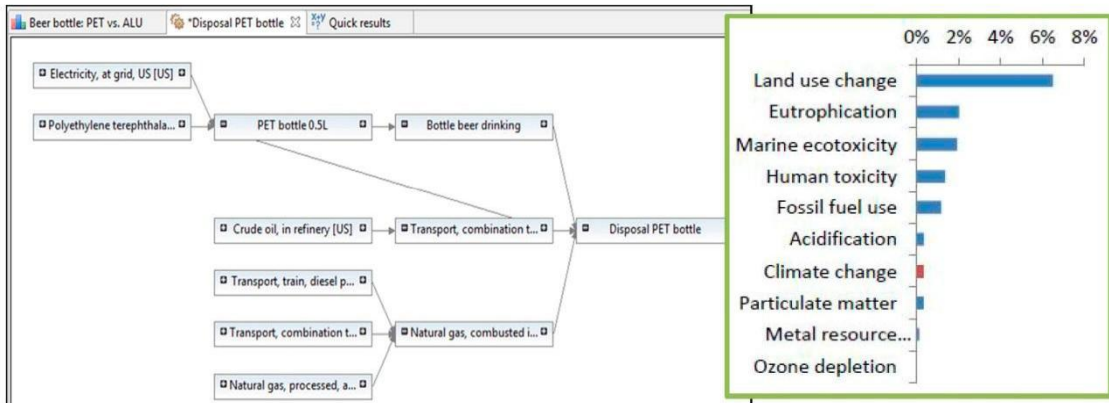
1) Tavoitteiden ja soveltamisalan määrittely: arvioinnin tavoitteiden ja soveltamisalan päättäminen, sisältäen mm. arvioinnin syyt, tarkoituksen, yksityiskohtaisuuden, tarkasteluajanjakson, tulosten hyödyntäjät, raportoinnin vaatimukset ja arviointia rajoittavat tekijät. Huolellisesti suoritettu määrittelyvaihe selkeyttää ja tehostaa arvioinnin suorittamista.

2) Inventaarioanalyysi: tarvittavien tietojen kerääminen koko tuotejärjestelmästä eli yksikköprosessista, joita materiaali- ja energiavirrat yhdistävät. Nämä tiedot kuvaavat koko tuotteen elinkaaren. Tiedon tarve ja yksityiskohtaisuus määräytyvät arvioinnin soveltamisalan ja tavoitteiden mukaan. Yleensä huomioidaan ainakin keskeisimmät yksikköprosessit. Myös rajaussääntöjä (cut-off rules) käytetään usein: tällöin päätetään esimerkiksi, että vähintään 95 % vaikutuksista on liitettävä arviointiin.



Kuva 2. Elinkaariarvioinnin vaiheet ja käyttökohteita (ISO 144040:2006).

Inventaarioanalyysin perustana on **toiminnallinen yksikkö (functional unit)**. Se on vertailuyksikkö, jonka suhteen inventaariotiedot lasketaan, esim. yksi toiminto tai yksi kilo tuotetta.



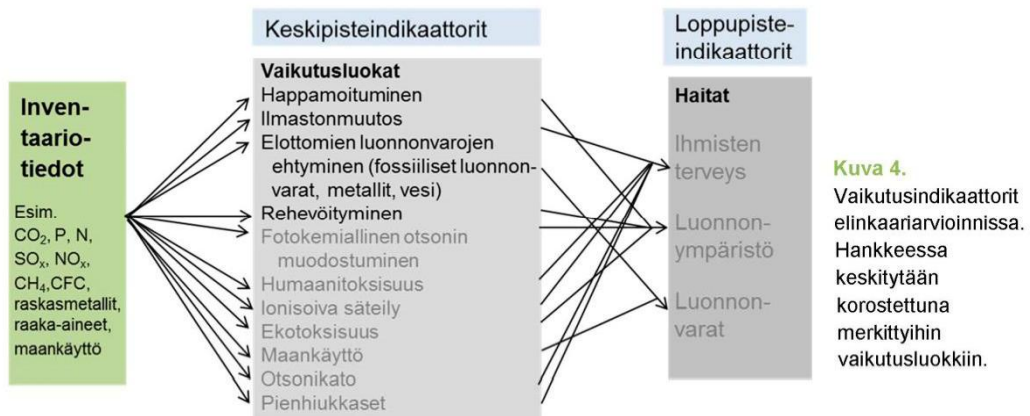
Kuva 3. Prosessin mallintaminen openLCA-ohjelmistolla ja esimerkki tuloksista.

3) **Vaikutusarvioinnin** tavoitteena on tarkastella haitallisten toimien (esim. yksikköprosessit) tai päästöjen potentiaalinen vaikutus yleisesti hyväksytyille ns. "suojeltaville kohteille", joita ovat esimerkiksi ihmisten terveys, luontoympäristö ja luonnonvarat (kuva 4). Näitä kohteita nimitetään yleisesti **vaikutusarvioinnin loppupisteiksi**, kun taas potentiaalisia ympäristövaikutuksia kuvataan yleensä **vaikutusarvioinnin keskipisteinä** tai ns. vaikutusluokka-indikaattoreina. Inventaarioanalyysin aikana kerättyjä tietoja käytetään vaikutusarviointivaiheessa, joka suoritetaan yleensä LCA-ohjelmiston ja materiaali tietopankin avulla joko keski- tai loppupistemallinnuksena (kuva 4).

Käytännössä vaikutusarviointi tapahtuu luokittelemalla inventaariotiedot yhteen tai useampaan vaikutusluokkaan. Lisäksi tiedot muunnetaan yhteiseen yksikköön karakterisointikerrointen avulla ja saadut tulokset yhdistetään vaikutusluokan sisällä. Laskennan tuloksena saadaan näin yksittäinen luku, joka kuvaa koko vaikutusluokan indikaattoritulosta.

Vaikutusarvioinnissa voidaan lisäksi käyttää **normalisointia, ryhmittelyä ja painotusta**. Normalisoinnissa tulokset esitetään suhteessa valittuun vertailuarvoon liittyen esim. arvioitavan kohteen alueellisiin tietoihin. Tulosten suhteuttaminen helpottaa tulosten ymmärtämistä. Ryhmittelyssä vaikutusluokkia lajitellaan eri ryhmiin käyttäen mahdollisesti myös tärkeysjärjestystä. Painotuksessa puolestaan muunnetaan vaikutusluokkien indikaattorituloksia painotustekijöiden avulla. Arvovallinnat, joilla ei usein ole tieteellistä perustaa, vaikuttavat tuloksiin ryhmittelyssä ja painotuksessa, joten niitä tulee käyttää hyvin harkiten sekä selkeästi perustellen ja dokumentoiden.

4) **Tulosten tulkintaan** sisältyy johtopäätösten ja toimenpidesuosituksen tekeminen saatujen tulosten perusteella ja tuloksiin vaikuttavien tekijöiden, tulosten johdonmukaisuuden, täydellisyyden sekä herkkyyden tunnistaminen. Rajoitusten, valittujen menetelmien ja lähtötietojen laadun vaikutukset ja epävarmuuksien analysointi täydentävät tulosten tulkintaa.



Kuva 4. Vaikutusindikaattorit elinkaariarvioinnissa. Hankkeessa keskitytään korostettuna merkittyihin vaikutusluokkiin.

Liite 2. Tiedonkeruulomake esitiedoille.

TÄYTETÄÄN ENNEN ELINKAARIKLINIKKA-ISTUNTOA (YRITYS)	
Odotukset ja ennakkokäsitykset	
Aiempi kokemus/osaaminen ympäristövaikutusten arviointiin liittyen	Listaa aiemmin tehdyt selvitykset, esim. ympäristöluvut, päästömittaukset, hiilijalanjalan laskenta, materiaallivirtojen analysointi, elinkaariarviointi.
Ennako-odotukset/ajatukset elinkaariyöskentelystä	Kuvaile odotuksianne ja toiveitanne arviointiin (ja tulosten käyttöön) liittyen.
Tarkasteltava tuote/palvelu ja tavoitteiden määrittely	
Tuotteen/palvelun määrittely (tarkoitus, päätoiminnot)	Kuvaile arvioitavaa tuotetta/palvelua ja sen toimintoja, tarkoitusta ja hyötyä käyttäjälleen.
Asiakkaat ja toiminnan laajuus, kasvuodotukset	Kuvaile asiakkaita, esim. vuosittainen tuotanto/asiakasmäärä, ovatko asiakkaat pääosin koti- vai ulkomailla, yrityksen kasvuodotukset lähivuosina
Tavoitteiden määrittely	
Arvioinnin syyt, toiveet ja tavoitteet/käyttötarkoitus	Kuvaile mihin toivot arvioinnin keskittyvän, esim. keskeisimpien ympäristövaikutusten selvittäminen, prosessi- ja tuotekehityksen (mm. uudet materiaalit tai menetelmät verrattuna nykyisiin) tai muun päätöksenteon tueksi...
Tulosten hyödyntäjät (sisäinen vai julkinen raportti?)	Haluatteko raportista yrityksen sisäisen vai julkisen? Kuka tulee käyttämään tuloksia (esim. tuotesuunnittelu ja -kehitys/tuotanto/markkinointi/ johto (pääöksenteko) /markkinointi, asiakkaat, rahoittajat, sidosryhmät...)
Systeemin rajaus	
Toiminnallinen yksikkö	Kuvaile mitä arvioidaan, esim. yhden (tai useamman, anna lukumäärä) tuotteen tai palvelun valmistus, tai vertailu johonkin toiseen tuotteeseen tai menetelmään jne.
Arvioitava systeemi/ yksikköprosessit	Listataan tarvittavat seuraavista: Raaka-aineiden hankinta (kuljetuksineen) ja esikäsittely, tuotanto, tuotteen jakelu ja varastointi, käyttövaihe, käytöstä poisto (kuljetuksineen)
Vaikutukset, joihin keskitytään erityisesti	Liittykö tuotteeseen/palveluun erityisiä kemikaali- tai päästörisejä, joilla voi olla merkittäviä vaikutuksia terveyteen tai ympäristöön?
Inventaariotiedot ja käytettävissä oleva aineisto	
Materiaalit ja resurssit, kuljetukset ym.	Listataan merkittävimmät raaka-aineet ja resurssit. Tietojen keräämiseen lisäksi erillinen lomake (Lomake 2).
Päästöt ja jätteet, epäsuorat vaikutukset (erillinen lomake)	Listataan merkittävimmät päästöt, jätteet ja epäsuorat vaikutukset. Tietojen keräämiseen lisäksi erillinen lomake (Lomake 2).
Mitä aineistoa on käytettävissä (prossidata ja muut lähteet),	Mittausdata (miltä ajanjaksolta?), alihankkijan toimittamat tiedot, tietopankit, arviot... ilmoita myös aineiston ikä.
Aineiston tarkkuus ja edustavuus, rajoitukset	Arvioi tiedon saatavuutta, aineiston luotettavuutta ja mahdollisia rajoituksia (esim. vanhentunut data)
Aineistoihin liittyvät rajaukset ja oletukset	Käytetään tarvittaessa oletuksia ja arvioita ja kirjataan ne ylös tulosten tarkastelussa ja arvioinnissa käytettäväksi.
Muuta huomioitavaa	Esitä muita huomioita, kommentteja ja kysymyksiä arviointiin liittyen.

Liite 3. Tiedonkeruulomake prosessitietojen keräämiseksi.

LOMAKE 2: TÄYTETÄÄN ENNEN ELINKAARIKLINIKKA-ISTUNTOA (YRITYS)			
Yritys ja lomakkeen täyttäjän yhteystietoineen	Arvioitavan tuotteen/palvelun nimi	Päivämäärä	
Pöytä Oy	Pöytä	6.9.2017	
Kuvaile lyhyesti arvioitavaa tuotetta/palvelua:			
Muovista ja metalliosista koostuva pöytä. Valmistusmäärä 1000 kpl vuodessa.			
Toiminnallinen yksikkö:			
Yhden pöydän valmistus ja pakkaaminen			
Tuotejärjestelmän/yksikköprosessin kuvaus: ilmoita arvioitavaan kohteeseen liittyvät vaiheet ja listaa tarvittavat raaka-aineet ja resurssit alla olevaan taulukkoon (lisää rivejä tarvittaessa)			
Pöydän valmistus: Muovinen pöytälevy ruiskuvaletaan muovigranulaateista. Teräksiset jalat tulevat alihankkijalta ja ne pulverimaalataan. Pöytälevyyn kiinnitetään alumiiniset jalkojen kiinnityslevyt teräsruuveilla. Asiakas kiinnittää jalat pöytään itse. Lopuksi kiinnitysruuvit pakataan ensin muovipussiin ja ruuvipussi, pöytälevy sekä jalat pakataan pahvipakkaukseen.			
Resurssi	Materiaali	Määrä	Alkuperä/kuljetustarve
Raaka-aineet ¹	Muovi (Korkeatiheksinen polyeteeni, PE-HD)	1 kg	Kuljetusmatka 500 km, maantiekuljetus, puoliperävaunu
	Maali	0,05 kg	Tikkurilan maalitehdas – Joensuu, 400 km maantiekuljetus, puoliperävaunu
	Alumiini (kiinnityslevyt)	0,1 kg	Kiina-Joensuu Laiva (Sanghai-Hampuri, 19850 km) - ja autokuljetus (Hampuri-Joensuu 1865 km)
	Teräs (ruuvit)	0,0025 kg	Kiina, – Joensuu Laiva (Sanghai-Hampuri, 19850 km) - ja autokuljetus (Hampuri-Joensuu 1865 km)
Pakkausmateriaalit	Pahvi (kierrätyskartonki)	0,9 kg	
	Muovi (matalatiheksinen polyeteeni, PE-LD)	0,012 kg	

Resurssi	Materiaali	Määrä	Lisätietoja
Sähkö	Ruiskumaalaus ja ruuvaus	509 Wh + 53,3 Wh = 562,3 Wh	Perussähkö, keskijännite
Energia (esim. lämmitykseen) ²			
Muut resurssit			
Jätteet	Materiaali	Määrä	Käsittelytapa
Ilmoita kiinteät ja nestemäiset jätteet	Pahvi	0,2 kg	Kierrätetään
	Muovi	0,5 kg	Energiajäte
Päästöt	Kemikaali	Määrä	Käsittelytapa
Ilmoita päästöt ilmaan, veteen ja maaperään ³			

Raaka-aineet: mistä materiaaleista/raaka-aineista tuote koostuu? Esim. mm. puu- ja teräsmateriaalit sekä kemikaalit. Lisätietona voi merkitä sulkujen sisään, mihin tuotteen osaan materiaali kuuluu, esim. teräs (ruuvit).

² **Energiamuoto**, esim. biomassa, hiili, maakaasu, propaani, paloöljy, raskas/keskiraskas/kevyt polttoöljy

³ **Päästöt ilmaan:** esim. epäorgaaniset päästöt: Cl₂, CO, CO₂, hiukkaset/pöly, F₂, H₂S, H₂SO₄, HCl, HF, N₂O, NH₃, NO_x, SO_x, orgaaniset päästöt: hiilivedyt, PCB, dioksiinit, fenolit ja metallit: Cr, Fe, Hg, Ni, Pb, Zn

Päästöt veteen: esim. BOD, COD, hapot, Cl₂, CN₂⁻, puhdistusaineet/öljyt, liuenneet orgaaniset aineet, F⁻, Fe-ionit, Hg-ionit, hiilivedyt, Na⁺, NH₄⁺, NO₃⁻, organokloridit, muut metallit, muut typen yhdisteet, fenolit, fosfaatit, SO₄²⁻, suspendoitunut kiintoaine.

Päästöt maaperään: esim. mineraalijäte, teollisuuskeijäte, kiinteä yhdyskuntajäte, ongelmajätteet (luettele tarkemmin mitä komponentteja sisältää).

Muut päästöt: esim. haju, jätelämpö, melu, säteily, tärinä.



Liite 4. Esimerkkiraportti elinkaariklinikasta.

EAKR-hanke
Toimintamalli yritysten elinkaaristen ympäristövaikutusten
kehittämiseksi (MALLI-Y)



Raportti

Elinkaariklinikka: Pöydän valmistus

Yrityksen nimi
Arvioinnin suorittajat
Elinkaariklinikan pvm

Pöytä Oy
N.N. ja N.N.
11.9.2017



Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020



1 Johdanto

Tämän yksinkertaistetun elinkaariarvioinnin (elinkaariklinikan) suorittivat Suomen ympäristökeskus SYKE ja Pöytä Oy. Arviointi on osa hanketta ”ToimintaMALLI yritysten elinkaaristen Ympäristö-vaikutusten kehittämiseksi (MALLI-Y, 2015–2017)”. Hankkeen rahoittajia ovat Euroopan aluekehitys-rahasto (EAKR), rahoittavana kansallisena viranomaisena Etelä-Savon elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus, sekä SYKE.

Pöytä Oy valmistaa muovista ja metalliosista koostuvia pöytiä Suomen markkinoille. Valmistusmäärä 1000 kpl vuodessa. Tutkijat N.N. ja N.N. olivat vastuussa arvioinnin toteuttamisesta. Toimitusjohtaja N.N. osallistui arviointiin Pöytä Oy:n edustajana.

2 Tavoitteet ja soveltamisalan määrittely

Elinkaariklinikan tavoitteena oli arvioida yhden pöydän valmistuksen ja pakkaamisen aikana syntyviä ympäristövaikutuksia yksinkertaistetun elinkaariarvioinnin (streamlined LCA) avulla. Arvioinnissa keskityttiin ilmastomuutokseen liittyviin vaikutuksiin (jatkossa ilmastovaikutukset). Elinkaariklinikan aikana käytiin prosessin materiaalitietoja läpi ja arviointi suoritettiin näiden lähtötietojen (taulukko 1) avulla.

Arvioinnin *toiminnalliseksi yksiköksi* määritettiin yhden pöydän valmistus ja pakkaaminen.

3 Prosessin mallintaminen ja vaikutusten arviointi

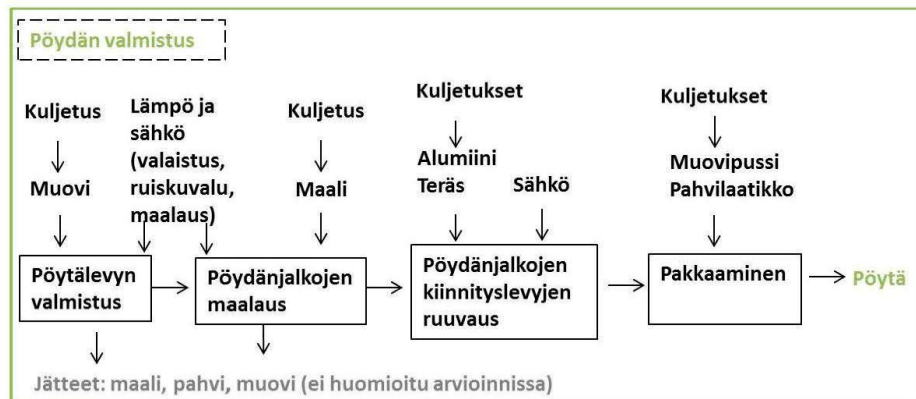
Arvioitava prosessi mallinnettiin openLCA-ohjelmistolla (GreenDelta, versio 1.5.0, ympäristövaikutusten arviointimenetelmänä oli ReCiPe-keskipiste-mallinnuksen hierarkkinen näkökulma¹). Arvioinnissa käytettiin yritykseltä saatuja materiaalitietoja (taulukko 1) sekä inventaariotietoja (life cycle inventory eli LCI data) Ecoinventin (versio 3.1) tietokannoista. Myös VTT:n tuottaman Suomen liikenteen pakokaasupäästöjen ja energiankulutuksen laskentajärjestelmä LIPASTOn² tietoja käytettiin apuna kuljetusten mallinnuksessa. Muut arvioinnin tukena käytetyt tietolähteet on mainittu erikseen raportin alaviitteissä.

¹ Tämä näkökulma huomioi muutosten aiheuttamat vaikutukset ympäristöön keskinkertaisiksi muiden näkökulmien mallintaessa vaikutukset voimakkaammin.

² <http://lipasto.vtt.fi/> (viitattu 17.10.2016)

Taulukko 1. Pöydän tuotantoon ja pakkaamiseen (kuvitteellinen yritys Pöytä Oy) liittyvät materiaalitiedot.

Raaka-aine/ osaprosessi	Määrä	Alkuperä/kuljetustarve
Muovi (korkeatiheksinen polyeteeni, PE-HD)	1,0 kg	500 km maantiekuljetus, puoliperävaunuyhdistelmä
Ruiskuvalu	1,0 kg	
Maali	0,05 kg	Tikkurilan maalitehdas – Joensuu, 400 km maantiekuljetus, puoliperävaunuyhdistelmä
Alumiini (kiinnityslevyt)	0,1 kg	Kiina-Joensuu Laiva (RoRo-alus, Sanghai-Hampuri, 19850 km) ja maantiekuljetus (Hampuri-Joensuu 1865 km), puoliperävaunuyhdistelmä
Alumiinin muotoilu	0,1 kg	
Teräs (ruuvit)	0,0025 kg	Kiina - Joensuu Laiva (RoRo-alus, Sanghai-Hampuri, 19850 km) ja maantiekuljetus (Hampuri-Joensuu 1865 km), puoliperävaunuyhdistelmä
Teräksen muotoilu	0,0025 kg	
Pahvi (pakkaus)	0,9 kg	200 km maantiekuljetus, puoliperävaunuyhdistelmä
Muovipussi (muovikalvo)	0,012 kg	20 km maantiekuljetus, puoliperävaunuyhdistelmä
Sähkö (ruiskumaalaus ja ruuvaus)	509 Wh +53,3 Wh = 562,3 Wh	Perussähkö, keskijännite. Esimerkiksi ruuvauksen tehonkulutus: teholtaan 800 W ruuviväännintä käytetään 4 minuutin ajan eli $800/60*4=53,3$ Wh
Lämmitys	50 kWh	Kaukolämpö. Yritys valmistaa 1000 pöytää vuodessa ja kaukolämpölasku on yhteensä 50 000 kWh, jolloin yhdelle pöydälle allokoidaan lämmityksen osuudeksi 50 kWh.
Kuljetukset	$1*500+0,05*400+0,1*1865+0,0025*1865+0,9*200+0,012*20 = 891,4025$ g*km	Maantiekuljetus: puoliperävaunuyhdistelmä, EURO5, täysi kuorma
	$0,1*19850 + 0,0025*19850 = 2034,625$ kg*km	Merikuljetus: RoRo-alus



Kuva 2. Yksinkertaistettu prosessikaavio mallintamisen tueksi.

Rajaukset

Ruuvaukseen ja ruiskumaalaukseen tarvittavan sähkön määrä arvioitiin työajan ja laitteiden tehon perusteella. Pakkausmateriaalien ja alumiinin oletettiin olevan neitseellisiä materiaaleja.

4 Ilmastovaikutukset

Yksinkertaistetun LCA-arvioinnin myötä tarkastelussa keskityttiin ilmastovaikutuksiin. Tulokset on esitetty hiilidioksidi-ekvivalenttina (CO₂-ekv.) eli kaikkien ilmaston-muutukseen vaikuttavien kasvihuonekaasupäästöjen (esim. hiilidioksidi, metaani, dityppimonoksidi) yhteismitallistettuna summana. Kullakin kasvihuonekaasulla on oma lämmityspotentialikerroin (global warming potential eli GWP-kerroin), joka huomioi kaasujen viipymääjat ilmakehässä sekä kaasujen lämpösäteilyn läpäisyominaisuudet ilmakehässä. Kasvihuonekaasun määrä suhteutetaan hiilidioksidin lämmitysvaikutukseen tietyllä ajanjaksolla (yleensä 100 vuotta). Esimerkiksi metaanin GWP-kerroin sadan vuoden ajalta kumulatiivisesti laskettuna on 28, eli metaanin lämmitysvaikutus on 28-kertainen hiilidioksidin verrattuna.^{3,4}

Arvioinnin tulokset on esitetty taulukossa 2.

³ <http://www.tieteentermipankki.fi/wiki/Geofysiikka:lämmityspotentiaali>, viitattu 12.9.2017.

⁴ Myhre, G., Shindell, D., Bréon, F.-M., Collins, W., Fuglestedt, J., Huang, J., Kohc, D., Lamarque, J.-F., Lee, D., Mendoza, B., Nakajima, T., Robock, A., Stephens, G., Takemura, T. & Zhang, H. 2013. Anthropogenic and Natural Radiative Forcing. Julk.: Stocker, T.F., Qin, D., Plattner, G.-K., Tignor, M., Allen, S.K., Boschung, J., Nauels, A, Xia, Y, Bex, V. & Midgley, P.M. (eds). Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Cambridge University Press. S. 659-740. <http://www.ipcc.ch/report/ar5/wg1/>, viitattu 12.9.2017.

Taulukko 2. Pöydän valmistukseen ja pakkaamiseen liittyvät ilmastovaikutukset (Pöytä Oy).

Impact category		Climate Change	
Contribution	Process	Amount	Unit
100.00%	Esimerkki_Pöytä	7.26056	kg CO2 eq
> 26.61%	polyethylene production, high density, granulate - RER	1.93199	kg CO2 eq
> 23.35%	aluminium ingot, primary, to aluminium, cast alloy market - GLO	1.69555	kg CO2 eq
> 15.07%	injection moulding - RER	1.09421	kg CO2 eq
> 14.87%	corrugated board box production - RER	1.07942	kg CO2 eq
> 05.60%	metal working, average for aluminium product manufacturing - RER	0.40685	kg CO2 eq
> 04.39%	Transport, RoRo	0.31856	kg CO2 eq
> 03.52%	alkyd paint production, white, solvent-based, product in 60% solution state - RER	0.25535	kg CO2 eq
> 03.04%	market for electricity, medium voltage - FI	0.22087	kg CO2 eq
02.42%	Heat, district heating	0.17600	kg CO2 eq
> 00.62%	Transport, semi trailer, 40 t	0.04465	kg CO2 eq
> 00.48%	packaging film production, low density polyethylene - RER	0.03481	kg CO2 eq
> 00.02%	steel production, electric, low-alloyed - RER	0.00124	kg CO2 eq
> 00.01%	wire drawing, steel - RER	0.00107	kg CO2 eq

Yhden pöydän valmistuksesta ja pakkaamisesta aiheutuvat ilmastovaikutukset ovat noin 7,3 kg CO₂-ekv. joka vastaa noin 43,7 km henkilöautolla ajoa Suomessa⁵.

Muoviosat aiheuttavat merkittävän osan ilmastovaikutuksista (PE-LD -muovin valmistus 26,6 % ja ruiskuvalu 15,1 %) eli yhteensä 41,7 % ilmastovaikutuksista. Alumiinin valmistuksen osuus on 23,4 % ja alumiinin työstämisen osuus 5,6 % eli yhteensä 29,0 %. Pakkausmateriaalien osuus on yhteensä 15,4 %, joka jakaantuu pahvilaatikon (14,9 %) ja muovikalvon (0,5 %) aiheuttamiin vaikutuksiin. Kuljetusten osuus yhteensä 5,0 %. Kuljetusten ilmastovaikutuksista suurin osa aiheutuu teräsosien kuljetuksesta meriteitse. Ruiskumaalauksessa käytettävän maalin osuus on 3,5 % ilmastovaikutuksista ja sähkön osuus 3,0 % ja lämmityksen osuus 2,4 %. Ruuvien valmistuksen osuus on 0,03 %.

Kaikkiaan raaka-aineiden osuus ilmastovaikutuksista on 74,2 %, pakkaamisen (sis. pakkausmateriaalit) 15,4 %, kuljetusten 5,0 %, sähkön 3,0 %, lämmön 2,4 %.

5 Yhteenvedo tuloksista ja toimenpide-ehdotukset

Pöytä Oy:n yhden pöydän valmistuksen ja pakkaamisen ilmastovaikutukset ovat yhteensä noin 7,1 kg CO₂-ekv. joka vastaa noin 42,5 km henkilöautolla ajoa Suomessa⁵.

Ilmastovaikutuksia voitaisiin pienentää käyttämällä kierrätettyä alumiinia tai vähäpäästöisempää materiaalia. Sähkön vaihtaminen uusiutuvilla energialähteillä tuotettuun vihreään sähköön pienentäisi ilmastovaikutuksia noin 3,0 %. Lisäksi muovimateriaalin (korkeatiheksinen polyeteeni) vaihtaminen esimerkiksi kierrätysmuoviin pienentäisi ilmastovaikutuksia.

⁵ Perustuu vuoden 2011 tietoihin (167 g CO₂-ekv./km) Suomen henkilöautojen keskimääräisistä päästöistä ja energiankulutuksesta <http://lipasto.vtt.fi/vyksikkopaastot/henkiloliikenne/eliikenne/henkilauto/havnt.htm> (viitattu 12.5.2017).

Huomio! Arvioinnin tulokset perustuvat yrityksen toimittamiin inventaariotietoihin arvioitavasta prosessista. Raportti on tarkoitettu käytettäväksi tutkimus- ja tuotekehitystehtäviin ja yrityksen päätöksenteon tueksi. Raporttia ei saa käyttää markkinointitarkoituksiin tai suoraan kommunikointiin kuluttajien kanssa, sillä näitä tarkoituksia varten tulee tehdä ISO-standardin mukainen, yksityiskohtaisempi elinkaariarviointi.



Liite 5. Elinkaariklinikoihin osallistuneiden yrittäjien edustajilta saatu palaute.

Hyödyt yritykselle	Muutuivatko ajatuksesi klinikka-toiminnan aikana?	Suunniteltteko muutoksia klinikka-toiminnan tulosten perusteella?	Kuinka paljon yrityksenne olisi valmis maksamaan elinkaariklinikasta?
Elinkaariklinikasta ei ole välitöntä hyötyä yrityksellemme, mutta se oli mielenkiintoista. Ala on ehkä vähän haastava, koska tietokannoista ei löytynyt kaikkea mitä etsittiin. Raportissa on hyvä, että on eritelty, miten suuri osuus milläkin asialla on päästöistä. Ja lopussa on toimenpide-ehdotuksia.	Ajatukseni eivät muuttuneet prosessin aikana, tämä oli suurin piirtein sellainen kuin olin ajatellut.	En suunnittele muutoksia. Tämä prosessi on myös viranomaisten määrittelemä, joten liikkumavaraa ei paljon ole. Jos raaka-ainetta olisi saatavilla pienemmät päästöt aiheuttavasta materiaalista, vaihtaisin ne.	Meidän toimialallamme vihreys ei ole vielä lyönyt läpi, eikä kukaan tee päätöksiä palveluntarjoajista sillä perusteella. Itse kyllä olen kiinnostunut vastuullisesta toiminnasta ja ainahan voi olla myös edelläkävijä. Joten vastaus on: mahdollisesti olisin valmis maksamaan. Sopiva hinta olisi mielestäni 1000-2000 €.
Hyvähän se on pysähtyä välillä miettimään näitäkin asioita!	-	Jos hyviä ideoita tulee, valmiita niitä toteuttamaan. Maalämpö tai aurinkopaneelit pohdinnassa.	Ei näillä näkymin nähdä maksulliseen neuvontaan tarvetta.
Kyllä oli ja nimenomaan silloin kun saimme myös vertailtavasta tuotteesta päästöarvot tietoon, sillä vain näin pystyy hahmottamaan tietoa miten omat tuotteet asettuvat kokonaisuuteen. Omien tuotteiden päästötiedot eivät riitä yrittäjälle analysoinnin pohjaksi. Yrittäjä haluaa (varsinkin maksaessaan palvelusta) käyttää tietoa tuotekehityksensä yhtenä pohjatietona voidakseen luoda yrityksen brändiä ja kilpailuetua kilpailijoihin.	Kyllä, sillä autolla ajon hiili-dioksiidipäästöiksi muutettuna tavallinenkin ihminen hahmottaa ympäristövaikutusten määrän ja vaikuttavuuden, joskin aina välttämättömässä kulutuksessa on valittava pienempi paha, jotta suuremmilta kustannuksilta säästytään. Taustatietojen määrä antaminen tutkimukseen oli kohtuullinen.	Olemme tuotesuunnitteluvaiheessa ottaneet huomioon valmistettavuuden ja käytettävyyden ehdoilla mahdollisimman ympäristöystävälliset tuotteet. Ehkä enempi ongelma on käyttäjien tietämättömyys raaka-aineen ympäristöpäästöistä ns. lyhytikäis-tuotteen elinkaareissa.	Vastaavanlainen raportointi, mitä saimme, voisi olla n. 1000 euroa. Mielestäni elinkaariklinikka-arviointi on niin tärkeä osa tuotesuunnittelua, että palvelu olisi hyvä sitoa ELYn sertifiointeihin konsulttipalveluihin, joita yrittäjät voivat ostaa pieneen hintaan 1-3-5 päivän paketteina (ELY maksaa osan kuluista).
Minulle tulos on ollut alusta pitäen selvillä, mutta yhteistyökumppanit tarvitsevat tätä tietoa.	Kaikki ollut selvää alusta lähtien, pitkä käytännön kokemus auttaa.	-	En olisi valmis maksamaan, sillä tulos oli jo tiedossani.
Elinkaariklinikasta oli/on hyötyä meille, ehdottomasti. Koen, että esimerkiksi, joilla kuvaatte päästöjä, ovat hyödyllisiä meille maallikoillekin. Tavallisesta kuluttajaelämästä otetut esimerkit avaavat hyvin, kuinka suuria kuormituksia aiheutamme ilmastolle "pienillä" teoillamme. Ympäristövaikutus on vain yksi segmentti tuotteen elinkaaresta ja vaikutusalueesta. Olisin toivonut jalanjälkien lisäksi kädenjälkiä eli positiivisia vaikutuksia.	Koska kuulin konseptista, mutta se ei ollut minulle tuttu, olen positiivisesti yllättynyt sen laajuudesta (vaikka tämä olikin suppea tutkimus) ja selkeydestä. Työnne perusteella hahmotan helpommin koko elinkaariajattelua.	Tuotekehitys on alkanut ensimmäisten tulosten jälkeen ja olemme käyneet keskustelua asiasta syvällisemmin.	Hinta riippuu tietenkin laajuudesta. Mutta tällainen yksinkertaistettu arvioinnin sopiva hinta olisi ehkä 800-1300 euroa.
Tutkimus oli mielenkiintoinen ja koin että siitä oli minulle ja yritykselleni hyötyä. Oli monia asioita joiden vaikutusten suuruutta ympäristöön on ollut edes osannut ajatella.	En oikein osaa arvioida kliinikkakonseptin kehitettäviä asioita. Mutta ajatukseni konseptista ja ympäristövaikutusten arvioinnista	Uskoisin että tulen tekemään paljon pieniä muutoksia pitkälläkin tähtäimellä. Tietoisuuteni ympäristövaikutuksista lisääntyi merkittävästi ja aion käyttää sitä	En ehkä uskalla luvata että olisin emakkotietojen perusteella välttämättä maksanut tällaisesta palvelusta varsinkin yritykseni toiminnan ollessa vielä kovin pientä. Voisin kyllä suositella tällaista palvelua myös pienemmille yrityksille.

	muutuivat ehdottomasti positiivisempaan suuntaan.	hyväkseni tulevaisuudessa.	Pienyrittäjänä 500 € hipoi varmaan kipurajaa, jos toiminta olisi selkeästi laajempaa, niin 1000 €.
Kyllä. Nyt saimme numeerisen selonteon asioista, joiden olemme olettaneet näin olevan, mutta emme ole tienneet miten nämä ekologiset valinnat oikeasti vaikuttavat kokonaisuuteen. Tämä toi asiat teoriatasolta konkretiaan.	Ei oikeastaan ollut ennakkokäsityksiä, joten ei siis muuttunut.	Tämä vahvisti valitun tien kulkemista ja lisähuomion/panostuksen antamista ympäristöasioihin sekä niiden tuomista esille markkinoinnin saralla.	Tämä on mielestäni sellaista perusselvitystä, jota olisi hyvä valtion tukea, koska tätä kautta eurot pyörähtävät takaisin valtiolle. Pienille yrityksille oman ajankäytön lisäksi voisi olla kenties n. 1000 € hintalappu. Hinta pitäisi olla niin alhainen, että se ei olisi este toteuttaa tällaista selontekoa.
Kyllä ajatusmallina projekti oli meille tarpeellinen. Asiakkailta ei ole tullut kysymyksiä tai pyyntöä selvittää tuotteitamme hiilijalanjälkeä, mutta uskoaksemme sillä on tulevaisuudessa merkitystä ja painoarvoa ostajan tehdessä valintoja.	-	Muutoksia nopeasti ei tutkimusten perusteella tehdä, mutta tulevaisuuden suunnitelmista asia on huomioitava.	Kustannuksista hiilijalanjälki selvitykseen ollaan valmiita osallistumaan, kunhan panostus / tulos suhde on positiivinen. Markkinointiviestinnässä, tässä taloudellisessa tilanteessa, on vaikea perustella tuotteeseen kohdistunutta lisäkustannusta.
Oli hyötyä. Päästiin vertaamaan omaan aikaisempaan LCA-arviointiin ja kun saatiin hyvin yhteneviä tuloksia, niin pystyttiin päättämään, molemmat tavat toimivat ainakin tämän suppean aineiston perusteella.	Klinikalla toteutettuna tämä tuntui menevän kevyemmin kuin meidän aikaisemmin hoitamallamme tavalla. Aikaa kului huomattavasti vähemmän, mikä on hyvä asia.	Tällä hetkellä ei muutoksia vielä - tässä oli kyseessä enemminkin ymmärryksen lisääminen siitä, missä ollaan nykytilassa.	Jos tällaisen käyttöön on pakottava syy, niin olen valmis ostamaan palveluna, koska LCA:n tekemiseen vaaditaan kuitenkin niin paljon perehtyneisyyttä, että sitä ei ole mahdollista hankkia itse. Hyvän asiantuntijan täydestä työpanoksesta saattaisiin olla valmis maksamaan jopa 1000 €/pv.
Oli hyötyä ja antoi suuntaa antavat tulokset tuotteidemme hiilijalanjäljestä ja ero materiaalien välillä. Vertailuarvoja olisi hyvä saada vielä näiden rinnalle.	Olen pitänyt ympäristövaikutusten huomioon ottamista pitkällä aikavälillä tärkeänä, eikä tämä ole mielestäni muuttunut analyysin aikana.	Isompia muutoksia ei ole tällä hetkellä suunnitelmista. Tuloksia voidaan kuitenkin käyttää hyödyksi ainakin materiaalihankintoja tehdessä. Materiaalien laatu on meille kuitenkin tärkein ja ohjaa pääosin hankintaa. Rajatapauksissa ekologisuus voi kääntää vaakakupin.	Näin suppean analyysin teettämisestä sopiva hintaluokka olisi mielestäni 1000 euroa.
Elinkaariklinikka ei ollut aiemmin tuttu ja siitä oli hyötyä yrityksellemme, jotta näimme missä menemme muihin vertailulukemiin nähden ja saimme pohdittavaksi vielä uusia mahdollisia parannuskeinoja.	-	Kyllä, palaamme takaisin kartoittamaan nykyisiä mahdollisuuksia aurinkopaneelin osalta.	Ketkä kokevat ympäristöasiat tärkeiksi yritystoimintansa osalta, uskoisin, että maksaisivat raportista, oikea hinta lienee 1000–2000 välissä.
Toistaiseksi ei hyötyjä, mitä jäin kaipaamaan on hiilidioksidipäästöjen vertailu eri toimialojen ja tuotteiden kesken. Vaikea kuitenkin suhteuttaa muihin tuotteisiin.	Eipä oikeastaan.	Klinikalla ei vaikutusta, energiamuodon vaihtaminen oli jo muutenkin listalla, kunhan saadaan rahaa.	Eipä oikeastaan ostopalvelu kiinnostaisi. Pitäisi keksiä lopputuotteelle sen arvostusta nostava tuotteistaminen, niin että myös kuluttajat sitä arvostaisivat. Suomessa tämä yleensä tehdään niin, että määrätään laki joka edellyttää tämän tyyppisen kartoituksen.
Raportista on meille varmasti hyötyä.	Tieto ja ymmärrys tuotteen ympäristövaikutuksista tulevat vaikuttamaan	Raportissa huomioitujen ehdotuksen ympäristövaikutusten pienentämiseksi tullaan arviomaan.	Mikäli asiakkaat haluavat tällaista tietoa olen siitä valmis maksamaan. Meiltä ei tätä kuitenkaan asiakkaiden puolesta ole kysytty, joten tällä hetkellä en

	ajattelutapaan ja päätöksiin jatkossa. Ympäristön vaikutusten arviointi ei ollut minulle tätä ennen juurikaan tuttua.	Tulosten perusteella meillä on hyvä mahdollisuus minimoida ympäristövaikutukset uuden tuotteen valmistuksessa.	voisi tutkimuksesta maksaa.
Mielenkiintoista tietoa.	Raportin johtopäätökset olivat ennakoitavissa.	Muutoksia toimintaan ei ole tällä hetkellä suunnitelmassa saatujen tulosten perusteella, sähkön hinta on oleellinen tekijä jatkossakin.	Varsinaisesti toiminnallemme ei kuitenkaan tästä raportista ole hyötyä ja näin ollen emme olisi myöskään valmiita tällä hetkellä maksamaan palvelusta. Varmasti on olemassa yrityksiä, joille myös maksullinen palvelu olisi avuksi.
Tällä hetkellä kukaan ei velvoita tekemään, mutta tällainen tieto on kuitenkin hyvä olla.	Itse prosessi vaatii yritykseltä jonkin verran tietojen keruuta/selvitystä. Jos tiedot eivät ole helposti saatavilla, niin se nostaa kynnystä selvityksen tekemiseen. Muutenhan prosessi meni joustavasti.	Tässä ainakin tuotannon tehokkuuden merkitys korostuu, eli hävikki mahdollisimman pieneksi.	Kun kyseessä on tällainen pieni yritys, ei hinta voi kohota kovin suureksi. Minusta hintaluokka 500 – 1000 euroa voisi olla kohtuullinen.
Kyllä, tutkimuksen perusteella mietimme eräitä asioita, mm. sitä, että meillä tuotantomääriin nähden liian suuret kiinteät energiakustannukset (lämmitys, logistiikka jne.)	Kyllä, mm. edellisen kohdan perusteella.	Mietimme mm. eräiden prosessien ulkoistamisia.	Kyllä, yritykselle räätälöity arviointi. Hintaluokka 1000–2000 euroa.
Elinkaariklinikasta oli ja on hyötyä yrityksellemme. Saimme ensimmäisen kerran yksityiskohtaista tietoa kootusti mm. eri materiaalien hiilijalan jäljestä, tietoa pientenkin yksittäisten yksiköiden (esim. pakkauksen osan) merkityksestä/vaikutuksesta kokonaiskertymään.	Positiiviset ajatuksemme vahvistuivat kliinikkatyön aikana. Jos kliinikkatyön kautta ei olisi saatu elinkaaria analysia, sen tekemiseen yrityksellämme ei olisi ollut resursseja juuri nyt.	Kliinikkatoiminnasta saatua elinkaarianalyysia käytetään jatkossa vahvemmin päätöksen teon pohjana.	Tähän en suoraan yrityksen vastausta osaa antaa, mutta oma henkilökohtainen vastaukseni on 1000 – 2000 euroa.
Raportti oli mielenkiintoinen, siitä ja vuokaaviosta näki kaikki merkittävät tekijät prosessista. Tapaaminen oli selkeä ja kannatti istua yhdessä alas käymään toiminta läpi.	Arviointi auttoi selvittämään mitä yrityksessä tapahtuu. Jotain on muutettava, mutta mitä ja milloin? Arvioinnin tulokset antoivat uuden tavan lähestyä asiaa.	Raaka-aineen hankintaan tehtiin muutoksia, jotka helpottavat toimintaa ja vähentävät kuljetusmatkoja. Sähkö on ongelmallisempi, sen osalta emme vielä tiedä toimenpiteistä.	Ehkä noin 500 euroa, pienillä mikroyrityksillä ei ole varaa enempään. He kuitenkin hyötyisivät arvioinnista toiminnan alkuvaiheessa tarkistuttamalla ovatko ”oikealla tiellä”. Hinnoittelu voisi olla liukuva perustuen esim. liikevaihtoon?
		Ei vielä konkreettisia toimenpiteitä tehty tai hyötyä nähtävissä, tulevaisuudessa markkinoinnissa voisi olla hyötyä, jos selkeä markkinointisuunnitelma tms. olisi yrityksellä.	Tällöin voisi olla valmis maksamaan arvioinnista esim. 500 euron luokkaa.
			Kustannustasoltaan hyvä ja totuudenmukainen selvitys on tienannut hintansa markkinoilla ja puoltaa siten jopa 2000–5000€ arvoista laskutusta.



Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020



ISBN 978-952-11-4887-3 (PDF)
ISBN 978-952-11-4888-0 (nid.)
ISSN 1796-1726 (verkkoj.)
ISSN 1796-1718 (pain.)