

Copyright © 2012 Department of Production Engineering

All rights reserved. No part of this document may be reproduced, distributed, or transmitted in any form or by any means, including printing, photocopying, recording, or other electronic or mechanical methods, without the prior consent, written or spoken, from the creators of the document. For permission request, contact the responsible person at the addresses above.

TEKES – Uudistuva teollisuus -aktivointihanke

KEstävän KEhityksen kilpailukykyinen ekotuotanto KEKE

1.1.2010-31.12.2011

Yhteenvetoraportti

1.	Johdanto	2
2.	Toteutus	2
2.1.	Työpakettien toteutus, sisältö ja tulokset	2
	TP 2: Kansallisen nykytilan ja suomalaisyritysten tarpeiden päivitys	2
	TP 3: Kansainväliset Benchmarking-vierailut ja state-of-the-artin päivitys	4
	TP 4: Tuotantoverkkojen uudet eko-konseptit ja niihin liittyvä palveluliiketoiminta	5
	TP 5: Lean-, Agile- ja Eko-ajattelun huomioonottaminen Digitaalisessa valmistuksessa.....	6
	TP 6: Tuotteiden ja tuotantojärjestelmien elinkaarten vuorovaikutus.....	8
	TP 7: Tuotantoverkkojen riskienhallinta.....	10
	TP 8: Projektin tuloksista tiedottaminen	12

1. Johdanto

KEKE-projektin tavoitteena oli vahvistaa Tampereen teknillisen yliopiston (TTY) Tuotantotekniikan laitoksen (TTE) osaamista kestävän kehityksen kilpailukykyisten tuotteiden ja tuotannon alueella. Pyrkimyksenä oli hankkia osaamista ja rakentaa yhteistyöyhteydet alan tunnettuihin kansainvälisiin osaamistahoihin tulevia tutkimus- ja kehitysprojekteja varten.

Tässä sisältöraportissa esitetään KEKE-projektin toteutus, sisältö ja tulokset työpaketeittain sekä raportoidaan projektin voimavarat ja yhteistyö. Lisäksi tarkastellaan projektin ongelmia ja muutostarpeita. Tulokset esitetään tiivistetysti, työpakettien kattavat tulosraportit on toimitettu Tekesiin erikseen.

2. Toteutus

2.1. Työpakettien toteutus, sisältö ja tulokset

Projektin työpaketeista on laadittu erilliset tulosdokumentit, joissa on esitelty työpakettien keskeiset tulokset laajasti ja kattavasti. Projektin ja sen työpakettien laajuuden vuoksi työpakettien tulokset esitetään tässä hyvin lyhyesti ja tarkempi tieto ja tulokset ovat saatavilla erillisistä dokumenteista.

TP 2: Kansallisen nykytilan ja suomalaisyritysten tarpeiden päivitys

Tavoite

Työpakettien tavoitteena oli selvittää suomalaisten teollisuusyritysten, erityisesti konfiguroituvaa kappaletavaratuotantoon keskittyneiden kone- ja metalliteollisuusyritysten nykytila ja tulevaisuuden tarpeet kestävään kehitykseen ja kestävän kehityksen tuotantoon liittyen.

Toteutus

Nykytilan ja tulevaisuuden tarpeiden kartoitus toteutettiin lomakekyselyn ja haastattelujen avulla. Kysymyslomake mahdollisti laajan aihepiirin käsittelyn kohtuullisella työmäärällä, haastattelut puolestaan mahdollistivat asian tarkemman läpikäymisen ja lisätiedon keräämisen.

Kysymyslomakkeena käytettiin aiemmassa American Management Associationin toteuttamassa kansainvälisessä tutkimuksessa käytettyä lomaketta, jota täydennettiin tämän tutkimusprojektin tarpeiden mukaisesti. Perusteluna tälle oli mahdollisuus verrata projektissa kerättyä tietoa aiemmassa laajassa kansainvälisessä tutkimuksessa kerättyyn tietoon ja saatuihin tuloksiin. Kysymyslomake toteutettiin ensin Excel-taulukkona ja myöhemmin internetkyselynä. Vastauspyyntöjä lähetettiin yli 50 KEKE-projektista kiinnostuneeseen yritykseen ja vastauksia saatiin 25 yrityksestä yhteensä 70 kappaletta.

Haastatteluissa haastateltavia pyydettiin kirjaamaan kestävään kehitykseen ja

kestävän kehityksen tuotantoon liittyviä mahdollisuuksia ja haasteita sekä sijoittamaan nämä nelikenttään, jossa tarkasteltiin asian tärkeyttä (asteikolla tärkeä – erittäin tärkeä) sekä ajankohtaisuutta/aikajännettä (asteikolla 0-4v – 5-10v). Haastatteluja toteutettiin 23 kappaletta 21 yrityksessä, yhteen haastatteluun osallistui tilaisuudesta riippuen yhdestä neljään henkeä.

Kotimaisen tiedonkeruun lisäksi KEKE-projektissa kerättiin vertailutietoa espanjalaisista ja intialaisista yrityksistä kysymyslomakkeen avulla. Espanjalaisille yrityksille toteutettuun kyselyyn vastasi 40 henkilöä 36 yrityksestä ja intialaisille yrityksille toteutettu kysely lähetettiin yli 175 yritykseen ja siihen saatiin yli 100 vastausta.

Tulokset

Työpaketissa tunnistettiin suomalaisten teollisuusyritysten nykytilanne sekä tulevaisuuden tarpeita kestävään kehitykseen ja kestävän kehityksen tuotantoon liittyen. Lisäksi selvitettiin espanjalaisten ja intialaisten yritysten nykytilannetta ja tulevaisuuden tarpeita ja verrattiin suomalaisista yrityksistä kerättyä tietoa ja tuloksia näihin. Siten asetetut tavoitteet saavutettiin ja ylitettiin selvittämällä suomalaisyritysten tilan lisäksi espanjalaisten ja intialaisten yritysten näkemyksiä ja vertaamalla näitä suomalaisiin yrityksiin.

Suomalaisyritysten nykytilan kartoituksessa tarkasteltiin mm. kestävän kehityksen merkitystä ja roolia yrityksissä ja niiden toiminnassa. Vastausten ja haastatteluiden perusteella kestävä kehitys sekä siihen liittyvät tavoitteet ja tekijät ovat tärkeitä sekä henkilöstölle että yrityksille. Kestävän kehityksen rooli ei kuitenkaan vielä ole merkittävä yritysten toiminnassa ja toiminnoissa, esimerkiksi tuotannossa, hankinnoissa ja tuotesuunnittelussa ja niihin liittyvissä päätöksissä. Myös asiakkaiden koettiin korostavan ostopäätöksissään enemmän esimerkiksi hintatasoa ja kustannuksia kuin kestävän kehityksen näkökulmia. Vaikka rooli ei vielä ole merkittävä, on yrityksillä jo olemassa valmiuksia kestävän kehityksen toteuttamiseen ja kestävän kehityksen tavoitteiden saavuttamiseen, erityisesti henkilöstön terveyden ja turvallisuuden varmistamiseen ja ympäristöystävällisyyteen esimerkiksi energiatehokkuuden parantamiseen sekä hukkamateriaalien ja päästöjen vähentämiseen. Myös kehitystarpeita raportoitiin, liittyen esimerkiksi kestävän kehityksen tavoiteasetantaan ja mittaamiseen sekä toimittajien ja oman henkilöstön kanssa tehtävään kestävästä kehityksestä tavoittelevaan yhteistyöhön.

Tulevaisuuden tarpeissa kartoitettiin erityisesti kestävän kehityksen tavoitteiden toteuttamiseksi tarvittavia keinoja. Vastausten perusteella kestävän kehityksen tulisi olla keskeisessä roolissa visiossa ja strategiassa ja siten ohjata päivittäistä toimintaa ja päätöksentekoa. Myös asiakkaiden vaatimusten sekä yhteiskunnan, esimerkiksi lainsäädännön ja verotuksen, ohjauksen tulisi kannustaa ja ohjata yrityksiä nykyistä vahvemmin kohti kestävästä kehityksestä ja sen mukaista toimintaa. Lisäksi yrityksissä kaivataan konkreettisia kehityskeinoja, joilla tuotteita ja toimintaa voidaan kehittää kestävän kehityksen tavoitteita tukeviksi. Myös kestävän kehityksen nykytilaa ja kehitystä tarkasteleville mittareille ja vertailukohteille nähtiin tarvetta.

Suomalaisyritysten nykytila ja tulevaisuuden tarpeet on raportoitu tarkemmin erillisessä Työpaketti 1:n yhteenvetodokumentissa, Jaana Kuuselan diplomityössä

sekä kolmessa konferenssiartikkelissa (ks. Luku 2.1.8. TP 8).

Espanjalaisten yritysten nykytila ja tulevaisuuden tarpeet on raportoitu Alexandre Torresin diplomityössä.

Vertailu suomalaisten, espanjalaisten ja intialaisten yritysten sekä AMA:n toteuttaman tutkimuksen välillä on raportoitu Jaana Kuuselan diplomityössä sekä kahdessa konferenssiartikkelissa. (ks. Luku 2.1.8. TP 8)

TP 3: Kansainväliset Benchmarking-vierailut ja state-of-the-artin päivitys

Tavoite

Työpaketin tavoitteena oli kasvattaa ja vahvistaa kestävään kehitykseen ja kestäväan kehityksen tuotantoon liittyvää osaamista. Tavoitteena oli tunnistaa ja kuvata parhaita periaatteita, keinoja ja käytänteitä kestäväan kehityksen ja kestäväan kehityksen tuotannon toteuttamiseen teollisuudessa ja tuotannossa. Tiedonkeruu oli tarkoitus toteuttaa kolmella alueella: USA:ssa, EU-alueella ja Japanissa.

Toteutus

Tiedonkeruu toteutettiin kirjallisuus- ja internetselvityksillä sekä yritysvierailuilla. Vierailuja toteutettiin USA:ssa, EU:n alueella sekä Japanissa.

- Subaru of Indiana Automotive Inc.
- Toyota
- Toyota Motor Manufacturing, Kentucky, Inc.
- Lexmark
- Rolls-Royce Aerospace
- Volvo Cars Corporation
- Audi Ag
- BMW
- Kobe steel
- Komatsu
- Fujitsu
- Hitachi
- Toshiba
- Panasonic
- Automotive Cluster "South East Europe (SEE)"
- Kolektor
- Cimos Group
- Gorenje

Tulokset

Tiedonkeruun yhteenveto on erillisenä dokumenttina. Dokumentissa on esitetty työpaketissa koottu laaja, kansainvälisistä yrityksistä ja yliopistoista kerätty tuotantoa, kestävä kehitystä ja kestävä kehityksen tuotantoa tarkasteleva aineisto. Tuloksissa on pyritty keskittymään kestäväan kehitykseen ja kestäväan kehityksen tuotannon tavoitteiden, toimenpiteiden ja periaatteiden esittelyyn. Työpaketin tavoitteet saavutettiin pääosin, kerätty aineisto mahdollistaa myös jatkoanalyysin.

TP 4: Tuotantoverkkojen uudet eko-konseptit ja niihin liittyvä palveluliiketoiminta

Tavoitteet

Työpaketin tavoitteena oli tunnistaa ja määritellä ekologisten supertehtaiden ja kestäväan kehityksen tuotannon keskeiset periaatteet, konseptit ja menestystekijät. Pyrkimyksenä oli myös löytää Super Eco-tehtaissa toteutettujen ratkaisujen ja ratkaisujen vaikutusten väliset syy/seuraus –suhteet, pääpainona mitä-miksi-miten kysymykset ja niihin vastaaminen. Tavoitteena olisi siis myös ymmärtää keskeiset vaikutusmekanismit. Edelleen tavoitteena oli laatia menestystekijöiden perusteella työkalu, jolla voidaan arvioida ja tarkastella suomalaisten yritysten toimintaa.

Toteutus

Työpaketin laaja tiedonkeruu toteutettiin kirjallisuus- ja internetselvityksen sekä yritys- ja yliopistovierailujen avulla. Tiedonkeruu keskittyi pitkän aikajänteen tutkimus- ja kehitysstrategioihin, -visioihin ja –konsepteihin. Lisäksi tunnistettiin esimerkkejä tutkimus- ja kehitysstrategioiden toteutuksesta ja tuloksista. Analysointivaiheessa kerättyä tietoa pyrittiin jäsentämään 6R-periaatteiden mukaisesti tuotteen elinkaari ja suljettu materiaalivirta huomioiden ja näiden vaiheiden mukaisesti. Analysoinnissa ja jäsentämisessä hyödynnettiin myös kestäväan kehityksen STEEP-jaottelua (Social, Tehnological, Economic, Environmental, Political).

Tulokset

Työpaketin tuloksena on laaja yhteenveto Super Eco tehtaiden ja kestäväan kehityksen tuotannon mahdollistajista, keskeisistä periaatteista, konsepteista ja menestystekijöistä. Tuloksissa esitetään myös laajoja kestäväan kehityksen toteuttamiseen tähtäviä tutkimus- ja kehitysstrategioita ja –suunnitelmia, erityisesti Japanista ja USA:sta. Esimerkkeinä esitetään myös teollisia tutkimus- ja kehityskulkuja sekä Super Eco tehtaiden ja kestäväan kehityksen tuotannon konsepteja.

Suunnitelmaan verrattuna, tavoiteltu Super Eco tehtaiden ja kestäväan kehityksen tuotannon konseptien ja periaatteiden tunnistaminen toteutui. Työpaketissa kerättyä erittäin kattavaa tietomäärää on pyritty jäsentämään 6R- ja STEEP-viitekehysten perusteella, mutta tutkimussuunnitelmassa hahmoteltu jäsentely ei materiaalin laajuudesta johtuen täysin toteutunut. Siten kerätty materiaali mahdollistaa myös jatkoanalyysin ja –jäsentämisen. Työpaketissa tavoiteltu arviointityökalun laadinta tai päivittäminen ei toteutunut projektin aikana suunnitellusti. Syynä tähän oli se, että University of Kentuckyn 6R-pohjaisen analyysi- ja arviointityökalun kehitystyö ei edennyt projektin aikana suunnitellusti, eikä kyseinen työkalu ole valmiina edes

KEKE-projektin sisältöraportti		Date 27.4.2012
Prepared Mikko Koho	Email Mikko.koho@tut.fi	Reviewer Seppo Torvinen, Mikko Koho

KEKE-projektin päättyessä. Tulosraportissa esitellään kuitenkin 6R-konseptia ja sen soveltamista tuotannon ja tuotteen arviointiin.

TP 5: Lean-, Agile- ja Eko-ajattelun huomioonottaminen Digitaalisessa valmistuksessa

Tavoite

Työpaketin tavoitteena oli jäsentää Lean, Agile ja kestävän kehityksen tuotannon kilpailutekijät muotoon, joka mahdollistaa niiden myöhemmän tietoteknisen hyödyntämisen. Tavoitteena oli jäsentää kerätty tieto niin, että sitä voidaan hyödyntää tuotantojärjestelmien suunnittelussa, kehittämisessä ja operoinnissa.

Toteutus

Työpaketin tiedonkeruu kestävän kehityksen osalta perustui kirjallisuusselvitykseen sekä työpakettien 2-4 tuloksiin. Leanin ja Agilen osalta tiedonkeruu perustui erillisiin kirjallisuusselvityksiin sekä projektin henkilöiden aikaisempaan kokemukseen. Analyysivaiheessa kerätty tieto pyrittiin jaottelemaan ja jäsentelemään tuotantojärjestelmän rakennemallin perusteella. Rakennemalli muodostuu osioista: liiketoiminta, tuotteet, prosessit, resurssit, tuotanto ja tilaukset ja se auttaa jäsentämään ja kuvaamaan tiedot ja tekijät siten, että niiden tietotekninen hyödyntäminen on mahdollista. Edellisen jaottelun mukaista tietoa kerättiin ja analysoitiin kirjallisuustutkimuksen lisäksi useammassa projektin sisäisessä työpajassa. Tämän analysoidun tiedon hyödyntämistä digitaalisesti havainnollistettiin käyttäen esimerkkinä tehdassimulointia.

Tulokset

Työpaketin tulokset on raportoitu tarkemmin erillisessä Työpaketti 5:n yhteenvetodokumentissa sekä yhdessä kansainvälisessä konferenssiartikkelissa (ks. Luku 2.1.8. TP 8). Seuraava taulukko esittää esimerkkinä yhteenvedon Lean, Agile ja kestävän kehityksen tuotannon kilpailutekijöistä jaoteltuna tuotantojärjestelmän rakennemallin osa-alueiden mukaisesti.

Suunnitelmaan verrattuna tuloksissa on esitetty työpaketin tavoitteena olleiden taksonomioiden ja ontologioiden muodostamisessa vaadittavaa tietoa ja tiedon jäsentelyä. Itse taksonomioiden ja ontologioiden toteuttaminen ei täysin toteutunut projektin aikana, vaan vaatii lisätyötä jatkossa. Tästä johtuen myös tulosedokumenttien T5-1 ja T5-2 sijasta työpaketin tulokset raportoitiin yhteen dokumenttiin. Taksonomioiden ja ontologioiden vaatimaa lisätyötä pystytään osittain jatkamaan jo käynnissä olevassa NICO-projektissa (Kestävästi kilpailukykyisten tuotantoverkkojen kehittämisen, analysoinnin sekä ohjaamisen viitekehys ja työkalut, TTY/TTE) ja tuloksia voidaan esittää sen dokumentoinnissa.

	Lean	Agile	Sustainable
Product	<ul style="list-style-type: none"> Product platforms Modularity Configuration High mix, low volume Industrial product-service systems, maintenance, and after sales 	<ul style="list-style-type: none"> Custom made, unique products Part commonality Material flexibility 	<ul style="list-style-type: none"> Lifecycle view on environmental impacts Modularity for post-use, reusable and recyclable modules Use of renewable and non-toxic materials Increasing product reliability and prolonging life of products
	<ul style="list-style-type: none"> Product families Standardization Near net-shape blank parts Small and light work pieces 		
Process	<ul style="list-style-type: none"> Process capability, first time right Waste elimination Performance predictability Process ownership 	<ul style="list-style-type: none"> Predictable manufacturing processes Flexible and configurable processes 	<ul style="list-style-type: none"> Energy harvesting Reducing use of energy and materials Reducing emissions and waste Additive manufacturing Ergonomics of operations Eco-efficient mfg methods
	<ul style="list-style-type: none"> Stable manufacturing processes Standard manufacturing processes Continuous improvement Zero defect processes 		
Resource (machines, devices)	<ul style="list-style-type: none"> Simple "one-purpose" machines Automation with human touch (autonomation) Single minute exchange of die 	<ul style="list-style-type: none"> Flexible and configurable manufacturing resources Multipurpose machine 	<ul style="list-style-type: none"> Eco-efficient machines Reusability, recyclability, upgradability, and retirement of resources
Resource (people)	<ul style="list-style-type: none"> Value stream based teamwork and learning organization Multi-skilled workers with job rotation Systematic problem solving 	<ul style="list-style-type: none"> Multi-skilled workers Adaptive organization Adaptive problem solving 	<ul style="list-style-type: none"> Safety and health issues Environmental awareness Well educated and committed people on eco-issues
Production	<ul style="list-style-type: none"> Just-In-Time pull production Cell production Visual control Single-piece or small batch continuous flow Work Standardization Economies of repetitiveness 	<ul style="list-style-type: none"> Configurable and changeable structures of production systems and supply network Supply network transparency and supplier reliability Plans for alternative solutions, e.g. routing flexibility Late point differentiation of products 	<ul style="list-style-type: none"> Eliminating emissions and waste Use less material and energy Cleaner manufacturing, green manufacturing Heating and cooling Lightning and ventilation Zero landfill Reusable packing material
Order	<ul style="list-style-type: none"> Levelling of orders Defined product families Order penetration point, Pacemaker Repetitive batches with appropriate annual volume 	<ul style="list-style-type: none"> High mix – Low volume Mass Customization Late order penetration point Order configurability 	<ul style="list-style-type: none"> Reverse logistics Closed-loop lifecycle Product take-back and recovery
Business	<ul style="list-style-type: none"> Lead time reduction through elimination of waste (muda) Make to stock (MTS) or assemble to order (ATO) Cost management Transparent long-term partnership Supply management Internal customer relationship Long-time relationship with suppliers and customers 	<ul style="list-style-type: none"> Customized products with high-pricing potential Make to stock (MTS) or engineer to order (ETO) Collaborative network (focus on connecting the core competences) Known capabilities Changing market Customer relationship 	<ul style="list-style-type: none"> Sustainability strategy and management Green labelling and branding Globally local manufacturing New business models and opportunities Sustainability issues as services provided by third parties

Taulukko 1 Esimerkkejä Lean, Agile ja kestäväen kehityksen tuotannon kilpailutekijöistä jaoteltuna tuotantjärjestelmän rakennemallin osa-alueiden mukaisesti

TP 6: Tuotteiden ja tuotantojärjestelmien elinkaarten vuorovaikutus

Tavoite

Työpakettin tavoitteena oli tutustua ja perehtyä tuotteiden ja tuotantojärjestelmien elinkaarimalleihin sekä näiden vuorovaikutukseen ja yhdistämiseen. Pyrkimyksenä oli löytää keinoja, joilla tuotteen sekä tuotantojärjestelmän tehokasta käyttöä voidaan jatkaa mahdollisimman vähäisellä panostuksella. Erityisiä kiinnostuksen kohteita olivat: tuotteiden päivitettävyys, purkamisen, kunnostamisen ja uudelleenvalmistamisen mahdollisuudet sekä tuotteiden kierrätettävyyden ja hävitettävyyden parantaminen ekomoduloinnin kautta.

Toteutus

Tuotteiden ja tuotantojärjestelmien elinkaarimalleihin sekä niiden vuorovaikutukseen ja yhdistämiseen perehdyttiin kirjallisuusselvityksen perusteella. Erityisesti keskityttiin tuotteen käytönjälkeisiin vaiheisiin, niiden toteuttamiseen ja niihin liittyviin riskeihin, johon liittyen tehtiin oma kirjallisuusselvitys.

Työkalujen ja keinojen osalta tutustuttiin tuotteen elinkaareen ja elinkaarivaikutuksiin liittyviin laskenta ja suunnittelumalleihin. Tarkastelun kohteena olivat LCA (Life Cycle Assessment) arviointityökalut, lisäksi projektissa tehdyssä diplomityössä pyrittiin laatimaan työkalu, jonka avulla olisi mahdollista optimoida tuotteen elinkaaren aikaista energiankulutusta tuotteen konseptuaalisen suunnittelun aikana. Projektin päättyessä diplomityö ja työkalun laatiminen on vielä osittain kesken, mutta ensimmäinen versio on laadittuna.

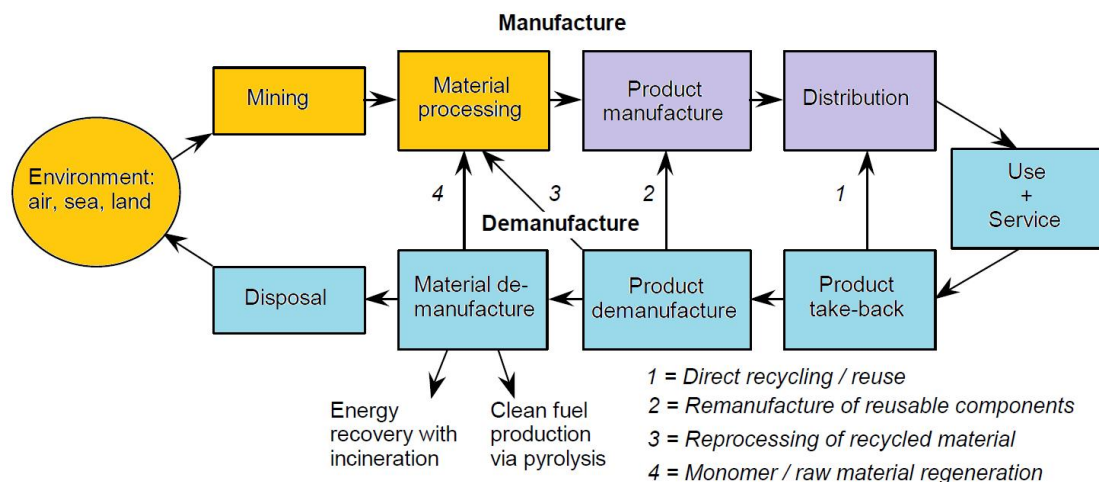
Työpakettiin liittyen toteutettiin myös kaksi teollista tapaustutkimusta. Ensimmäisessä tapaustutkimuksessa tarkasteltiin tuotteen purkamista ja sen osien tai materiaalien uudelleenkäyttöä. Siinä tutustuttiin arviointimalliin, jonka avulla voidaan tunnistaa purkamisen ja uudelleenkäytön kannalta potentiaalisimmat osat ja materiaalit niiden purettavuuden sekä kierrätys- tai uudelleenkäyttöarvon perusteella. Arviointimallia sovellettiin yhteen tuotteeseen kohdeyrityksen henkilöstön avulla. Toinen tapaustutkimus keskittyi tuotteen elinkaarivaikutuksiin ja elinkaariarviointiin (LCA Life Cycle Assessment), ympäristömyötäiseen tuotesuunnitteluun (DfE, Design for Environment) ja sen periaatteisiin. Tavoitteena oli tunnistaa tuote- ja yrityskohtaisesti soveltuvimmat ja tärkeimmät tuotesuunnitteluperiaatteet. Tapaustutkimuksen lähtökohtana oli kohdetuotteelle toteutettu elinkaariarviointi ja sen tulokset sekä DfE-periaatteet. Kohdeyrityksen henkilöstön vastausten perusteella, MCDA (multi criteria decision analysis) prosessin avulla tunnistettiin tuotteelle ja yritykselle soveltuvimmat ja tärkeimmät DfE-tuotesuunnitteluperiaatteet, joiden avulla kyseisen ja tulevien tuotteiden ympäristövaikutuksia voidaan pienentää.

Tulokset

Työpakettin tulokset on raportoitu erillisessä Työpaketti 6:n yhteenvedodokumentissa, joka esittelee tuotteen ja tuotantojärjestelmän elinkaarimallit sekä niiden vuorovaikutuksen. Näitä tuloksia esitellään lyhyesti seuraavissa kappaleissa. Yhteenvedoraportissa esitellään lyhyesti myös teolliset tapaustutkimukset, jotka on

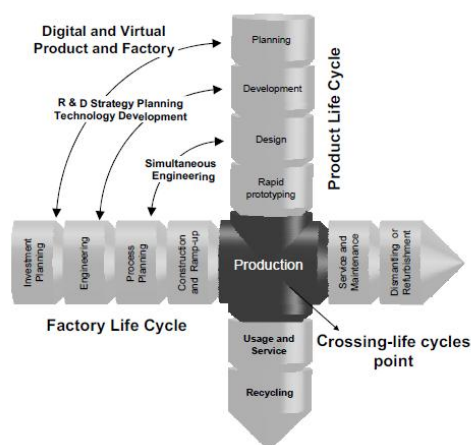
käsitelty yksityiskohtaisesti kahdessa konferenssiartikkelissa. Lisäksi laadittiin yksi tuotteen takaisinottoa, uudelleenkäyttöä ja näihin liittyviä riskejä tarkasteleva konferenssiartikkeli. (ks. Luku 2.1.8. TP 8)

Työpaketti ja sen tulokset painottuvat tuotteen elinkaarimalliin, sen vaiheisiin sekä tuotteen käytön jälkeisiin vaiheisiin ja tuotteen käyttöiän pidentämiseen. Seuraava kuva esittää tuotteen elinkaarimallin, joka korostaa suljettua materiaalivirtaa sekä raaka-aineiden tarpeen ja käytön minimoimista.



Kuva 1. Tuotteen elinkaarimalli, elinkaaren vaiheet ja suljettu materiaalivirta (Bras, 1997)

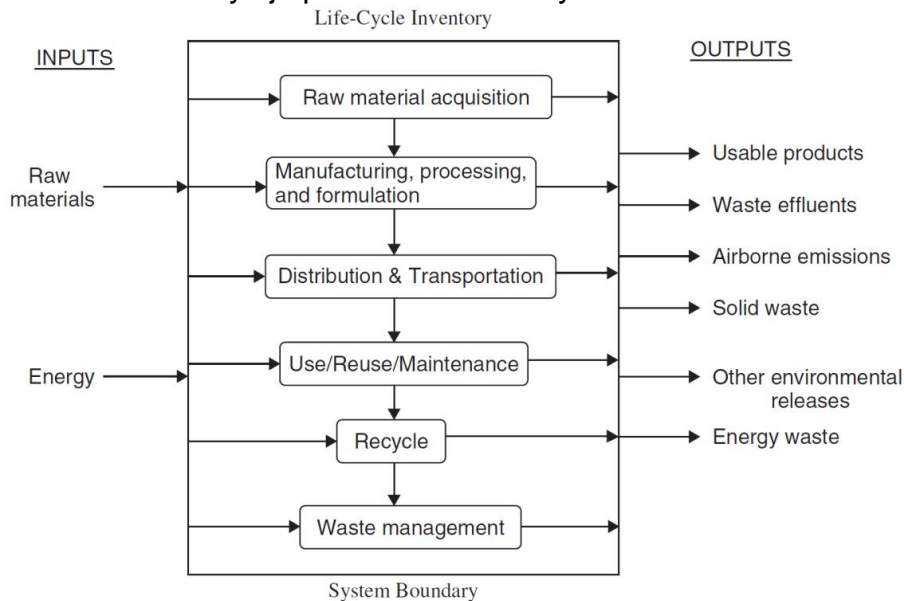
Tuotantojärjestelmän elinkaarimalli kulkee järjestelmän suunnittelusta, käyttöönoton ja käytön kautta järjestelmän uudelleenkäyttöön ja lopulta käytöstä poistoon. Työpaketissa tarkasteltiin myös tuotteen ja tuotantojärjestelmän elinkaarimallien vuorovaikutusta (ks. alla oleva kuva) ja siihen liittyviä keinoja ja työkaluja.



Kuva 2. Tuotteen ja tuotantojärjestelmän elinkaarten vuorovaikutus (Pedrazzoli et al., 2007)

Aihepiiriin liittyvien keinojen osalta tutustuttiin yleisesti tuotteen elinkaarivaikutusten arviointiin (LCA, Life Cycle Assessment), joka mahdollistaa tuotteen ympäristövaikutuksen arvioinnin ja laskennan huomioiden sekä tuotteen ja siihen tarvittavien osien ja materiaalien valmistuksen että tuotteen käytön ja hävittämisen.

Elinkaariarvioinnin viitekehys ja periaate on esitetty seuraavassa kuvassa.



Kuva 3 Tuotteen elinkaariarvioinnin (LCA Life Cycle Assessment) viitekehys ja prosessi (Sridhar, 2007)

Työpaketissa tunnistettiin ja selvitettiin myös tuotesuunnitteluun liittyviä työkaluja ja periaatteita, joiden avulla voidaan arvioida ja vaikuttaa tuotteen ympäristövaikutuksiin. Lisäksi tapaustutkimuksissa tutustuttiin ja testattiin tuotteen purkamiseen, uudelleenkäyttöön ja kierrätykseen liittyvää työkalua ja toimintamallia sekä menetelmää ja toimintapaa, jonka avulla voidaan tuotteen elinkaariarvioinnin sekä kohdeyrityksen henkilöstön näkemysten perusteella tunnistaa tärkeimmät ympäristömyönteisen tuotesuunnittelun (DfE) periaatteet. Lisäksi projektin aikana pyrittiin diplomityönä kehittämään työkalua tuotteen energiakäytön optimointiin tuotteen konseptuaalisen suunnittelun vaiheessa.

Suunnitelmaan verrattuna, tuotteen elinkaarimalliin, sen vaiheisiin sekä tuotteen käytön jälkeisiin vaiheisiin ja tuotteen käyttöänsä pidentämiseen perehdyttiin huolellisesti ja syvällisesti. Myös tuotantoyrityksen elinkaarimalliin sekä tuotteen ja tuotantoyrityksen elinkaarimallien vuorovaikutukseen perehdyttiin, mutta tarkastelutaso ei ole yhtä yksityiskohtainen kuin tuotteen elinkaaren osalta. Suunnitelmassa mainittuun tuotteiden päivitettävyyteen sekä ekomodulointiin perehtyminen ei toteutunut suunnitella laajuudella, lisäksi suunnitelmasta mainittujen kolmen tapaustutkimuksen sijaan toteutettiin vain kaksi tapaustutkimusta.

TP 7: Tuotantoverkkojen riskienhallinta

Tavoitteet

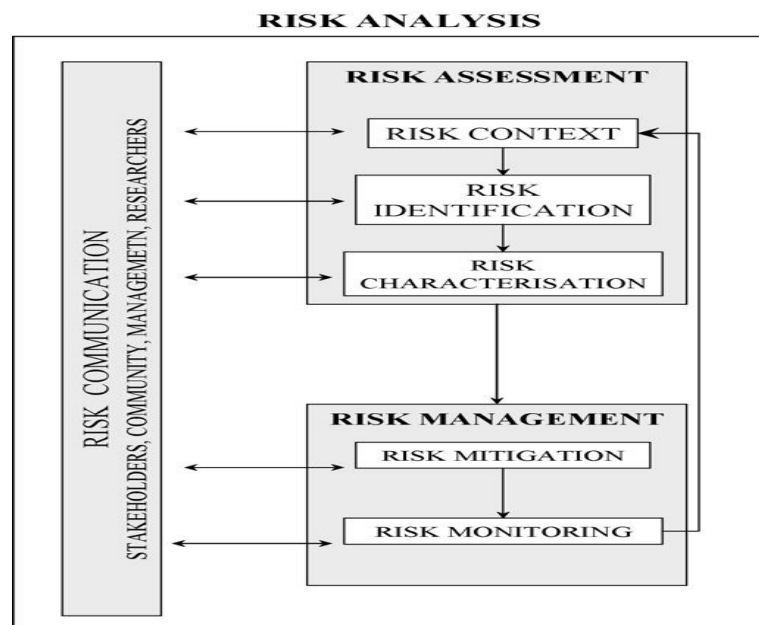
Työpaketin tavoitteena oli perehtyä tuotantoverkkojen riskienhallintaan, kiinnittäen erityisesti huomiota kestävä kehityksen näkökulmiin. Tarkempina tavoitteina oli tunnistaa tuotantoverkkojen ja kestävä kehityksen riskit tai riskilähteet, muuttaa tunnistetut riskit ja riskilähteet matemaattiseksi malliksi sekä testata mallia tapaustutkimuksissa.

Toteutus

Työpakettia toteutettiin kirjallisuusselvityksenä, jossa tarkasteltiin riskien hallintaa ja siihen liittyviä toimintatapoja sekä näiden soveltamista kestäväen kehityksen ja kestäväen kehityksen tuotannon näkökulmiin. Lisäksi selvitettiin kestäväen kehitykseen ja kestäväen kehityksen tuotantoon liittyviä riskitekijöitä sekä tutustuttiin näiden tunnistamiskeinoihin.

Tulokset

Tuloksissa tarkastellaan ja raportoidaan riskienhallintaprosessia sekä sen soveltamista kestäväen kehityksen ja kestäväen kehityksen tuotannon yhteyteen. Seuraava kuva esittää yleisen prosessin ja viitekehyksen riskien arviointiin ja hallintaan.



Kuva 4 Riskien arvioinnin ja hallinnan viitekehys ja prosessi (Astles et al., 2006)

Työpaketissa tunnistettiin myös tyypillisiä kestäväen kehitykseen ja kestäväen kehityksen tuotantoon liittyviä riskitekijöitä, joita on esitetty seuraavassa taulukossa.

Category	Examples
Operational/ Technological	Forecast errors, component/material shortages, capacity constraints, quality problems, machine failure/downtime, software failure, imperfect yields, efficiency, process/product changes, property losses (due to theft, accidents, etc.), transportation risks (delays, damage from handling/transportation, re-routing, etc.), storage risks (incomplete customer order, insufficient holding space, etc.), budget overrun, emergence of a disruptive technology, contract terms (minimum and maximum limit on orders), communication/IT disruptions
Social	Labor shortages, loss of key personnel, strikes, accidents, absenteeism, human errors, organizational errors, union/labor relations, negative media coverage (reputation risk), perceived quality, coincidence of problems with holidays, fraud, sabotage, pillage, acts of terrorism, malfeasance, decreased labor productivity
Natural/Hazard	Fire, wild fire, severe thunderstorm, flood, monsoon, blizzard, ice storm, drought, heat wave, tornado, hurricane, typhoon, earthquake, tsunami, epidemic, famine, avalanche
Economy/ Competition	Interest rate fluctuation, exchange rate fluctuation, commodity price fluctuation, price and incentive wars, bankruptcy of partners, stock market collapse, global economic recession
Legal/Political	Liabilities, law suits, governmental incentives/restrictions, new regulations, lobbying from customer groups, instability overseas, confiscations abroad, war, tax structures, customs risks (inspection delay, missing data on documentation)

Source: Adapted from Deleris and Erhun (2007)¹

Taulukko 2 Kestävän kehityksen ja kestävän kehityksen tuotannon riskitekijöitä (Deleris & Erhun 2007)

Työpaketin tulokset on esitetty tarkemmin erillisessä TP7:n yhteenvedodokumentissa. Suunnitelman mukaisesti tulokset tarkastelevat kestävän kehityksen ja kestävän kehityksen tuotannon riskitekijöitä ja niiden hallintaa. Suunnitelmassa tavoitellun matemaattisen riskimallin laatiminen sekä testaaminen tapaustutkimuksissa ei toteutunut projektin aikana.

TP 8: Projektin tuloksista tiedottaminen

Projektin tuloksista ja kestävän kehityksen tuotannosta tiedottaminen toteutettiin järjestämällä seminaaripäiviä, konferenssiartikkelien ja –esitysten sekä seminaariesitysten avulla. Lisäksi projektissa laadittiin kolme diplomityötä.

CSM Forum seminaarit:

Projektin aikana järjestettiin neljä CSM (Competitive Sustainable Manufacturing) Forum seminaaria. Tilaisuuksiin kutsuttiin kolme tai neljä ulkomaalaista asiantuntijaesiintyjää sekä neljä tai viisi kotimaista puhujaa sekä yrityksistä että yliopistoista. Seminaarit järjestettiin seuraavasti:

- 1st Competitive Sustainable Manufacturing Forum Seminar 4.8.2010
- 2nd Competitive Sustainable Manufacturing Forum Seminar 4.2.2011
- 3rd Competitive Sustainable Manufacturing Forum Seminar 25.-27.5.2011 (ISAM 2011 konferenssin yhteydessä)
- 4th Competitive Sustainable Manufacturing Forum Seminar 23.9.2011

KEKE-projektin sisältöraportti		Date 27.4.2012
Prepared Mikko Koho	Email Mikko.koho@tut.fi	Reviewer Seppo Torvinen, Mikko Koho

CSM Forum seminaarit olivat (3. Seminaaria lukuunottamatta) osallistujille maksuttomia. Lisätietoa seminaareista ja puhujista löytyy sivulta: <http://www.tredea.fi/tuova/seminaarit/>

Konferenssiartikkelit ja –esitykset:

Projektin aikana laaditut konferenssiartikkelit ja pidetyt konferenssiesitykset on listattu työpaketeittain. Artikkelit on julkaistu ja esitykset pidetty tieteellisessä, tutkimusalalle merkittävässä kansainvälisissä konferensseissa.

Projektin yleinen esittely:

Nylund, H., Koho, M. & Torvinen, S. 2010. Framework and toolset for developing and realizing sustainable production systems. Proceedings of the 20th International Conference on Flexible Automation and Intelligent Manufacturing, FAIM 2010, July 12-14, 2010, California State University East Bay, USA pp. 294-301.

TP 2: Kansallisen nykytilan ja suomalaisyritysten tarpeiden päivitys:

Shankar K., Koho M., Wan H., Torvinen S. & Chen F.F. 2012. Manufacturing Sustainability: A Comparison of Indian and Finnish Manufacturers' Vision and Current State. 22nd International Conference on Flexible Automation & Intelligent Manufacturing (FAIM2012). 10-13 June 2012, Finland.

Koho, M., Kuusela, J., Tapaninaho, M. & Torvinen, S. 2011. Finnish manufacturing companies' views on sustainable development and sustainable production. The 4th Swedish Production Symposium, SPS11, May 3-5, 2011, Lund, Sweden.

Koho, M., Torres, A. & Torvinen, S. 2011. Objectives, enablers and challenges of sustainable development and sustainable manufacturing: Views and opinions of Spanish companies. International Symposium on Assembly and Manufacturing , ISAM 2011, Tampere

Koho, M., Tapaninaho, M. & Torvinen, S. 2011. Towards Sustainable Development and Sustainable Production in Finnish Manufacturing Industry. 4th International Conference on Changeable, Agile, Reconfigurable and Virtual Production (CARV2011), Montreal, Canada

Tapaninaho, M., Koho, M. & Torvinen, S. 2011. Current state and future expectations of sustainable development and sustainable production in the Finnish Manufacturing Industry. The 9th Global Conference on Sustainable Manufacturing, St. Petersburg, Russia

TP 5: Lean-, Agile- ja Eko-ajattelun huomioonottaminen Digitaalisessa valmistuksessa

Nylund H., Kirman B., Koho M., Tapaninaho M. & Torvinen S. 2011. Considering aspects of lean, agility, and sustainability in digital manufacturing. International Conference on Agile Manufacturing Systems (ICAM-2011), Agra, India.

TP 6: Tuotteiden ja tuotantojärjestelmien elinkaarten vuorovaikutus:

Bernstein W.Z., Ramanujan D., Koho M., Zhao F. & Ramani K. 2012 Discovering Material Recovery Scenarios for Industrial Machinery: A Case-Based Approach. Proceedings of the 2012 ASME Manufacturing Science and Engineering Conference (MSEC2012), USA. June 4-8 2012.

KEKE-projektin sisältöraportti		Date 27.4.2012
Prepared Mikko Koho	Email Mikko.koho@tut.fi	Reviewer Seppo Torvinen, Mikko Koho

Ramanujan D., Bernstein W.Z., Choi J-K., Koho M., Zhao f: & Ramani K. 2012. Prioritizing Design for Environment strategies using a stochastic Multi Criteria Decision Analysis. ASME 2012.

Tapaninaho M., Koho M. & Torvinen S. 2012. Risk management in product recovery, background for a framework in risk assessment, mitigation and elimination. 22nd International Conference on Flexible Automation & Intelligent Manufacturing (FAIM2012). 10-13 June 2012, Finland.

Seminaariesitykset ja puheenvuorot:

Kotimaiset seminaarit:

Koho, M. 2011. Kestävän kehityksen tila ja tulevaisuuden odotukset suomalaisessa metallituoteteollisuudessa. Konepajamiesten seminaari FinnTec 2012 messut, Helsinki, 19.4.2012.

Koho, M. 2011. Sustainable manufacturing now and in the future: findings from Finnish industry. 4th CSM Forum Seminar, 23.9.2011. Tampere.

Koho, M. 2011. Finnish Manufacturing Companies' Views on Sustainable Development and Sustainable Manufacturing. Tampere Manufacturing Summit 2011. 23.25.5.2011. Tampere.

Koho, M. 2010. Kestävän kehityksen kilpailukykyinen ekotuotanto, KEKE. Tekes Uudistuva teollisuus –seminaari, 20.10.2010, Helsinki.

Kansainväliset seminaarit:

Koho, M. 2010. From production system assessment towards assessment and realisation of production network sustainability. Intelligent Manufacturing Systems (IMS) Centre Seminar, 7 July, 2010, University of Windsor, Windsor, Ontario, Canada

Nylund, H. 2010. Past, present, and future work on framework for extended digital manufacturing systems (EDMS). Intelligent Manufacturing Systems (IMS) Centre Seminar, 7 July, 2010, University of Windsor, Windsor, Ontario, Canada

Torvinen, S. 2010. Competitive sustainable manufacturing (CSM). Intelligent Manufacturing Systems (IMS) Centre Seminar, 7 July, 2010, University of Windsor, Windsor, Ontario, Canada

Diplomityöt:

Kuusela, Jaana. 2011. Kestävä tuotanto suomalaisessa teollisuudessa nyt ja tulevaisuudessa. TTY. <http://URN.fi/URN:NBN:fi:ty-2011091314798>

Torres Romiguer, Alexandre. 2011. Sustainable development: objectives, enablers and challenges for Spanish companies. TTY.

Izquierdo Brutau, Roger. A tool for energetic optimization on conceptual design stage. TTY. (kesken)