

Reetta Jänis ja Päivi Kärnä (toim.)

# Ympäristötehokkuus opetuksen kehittämisen välineenä

EcoMill-ympäristötehokkuuspaja

Lahden ammattikorkeakoulun julkaisu, sarja C Artikkelikokoelmat, raportit ja muut ajankohtaiset julkaisut, osa 154



**LAHDEN AMMATTIKORKEAKOULU**  
*Lahti University of Applied Sciences*



Reetta Jänis ja Päivi Kärnä (toim.)

# Ympäristötehokkuus opetuksen kehittämisen välineenä

EcoMill-ympäristötehokkuuspaja

### **Lahden ammattikorkeakoulun julkaisusarjat**

A Tutkimuksia

B Oppimateriaalia

C Artikkelikokoelmat, raportit ja muut ajankohtaiset julkaisut

### **Lahden ammattikorkeakoulun julkaisu**

Sarja C Artikkelikokoelmat, raportit ja muut ajankohtaiset julkaisut, osa 154

Vastaava toimittaja: Ilkka Väänänen

Taitto: Katariina Malkki

ISSN 1457-8328

ISBN 978-951-827-202-4 (PDF)

# Sisältö

<b>Johdanto</b> .....	8
Reetta Jänis	
<b>Ympäristöalan opetuksen tehostaminen opetusmenetelmien ja -teknologian avulla</b> .....	9
Reetta Jänis ja Päivi Kärnä	
<b>Ympäristötehokkuus projektioppimisen ja työelämäyhteistyön aiheena</b> .....	13
Reetta Jänis ja Maarit Virtanen	
<b>Projektioppiminen elinkaariajattelussa.</b>	
<b>Case: Kulinaaritalon peruskorjaus</b> .....	19
Sakari Autio, Michael Lettenmeier ja Reetta Jänis, referoinut Jarmo Pitkäniemi	
<b>Kaupunkilinja-auton raaka-aineiden hiilijalanjälki.</b>	
<b>Tapaustutkimus: diesel-, hybridi-, sähkö- ja konversiosähkölinja-auto</b> .....	23
Päivi Kärnä	
<b>Hulevesien hallinta.</b>	
<b>CASE: Rakennusbetoni- ja Elementti Oy</b> .....	26
Jarmo Pitkäniemi	
<b>Ympäristömerkkiin perustuvan itsearviointijärjestelmän luominen</b>	
<b>Lahden Siivouspalvelulle</b> .....	32
Joonas Siitonen	
<b>Kovalevytuotteen ympäristöselosteen laatiminen elinkaariarvioinnin pohjalta</b> .....	35
Petri Korhonen	
<b>Poistoilman lämmön talteenoton kehittäminen vanhaan kerrostaloon.</b>	
<b>Case: Oppilastalo Oy</b> .....	37
Eero Heinola	
<b>Kampusfillarit alojen ja koulutusorganisaatioiden välisenä yhteistyönä</b> .....	39
Reetta Jänis	
<b>Ympäristöpeli monialaisen yhteistyön tuloksena</b> .....	42
Maarit Virtanen ja Jarmo Pitkäniemi	
<b>Liite</b> .....	44
EcoMill-projektin julkaisut	



### Päivi Kärnä:

Valmistuin Lahden ammattikorkeakoulusta ympäristötekniikan insinööriksi vuonna 2012. EcoMill-projektille tekemäni harjoittelu ja opinnäytetyö poikivat minulle työpaikan: työskentelen nykyisin ympäristöalan projekteissa LAMK:n TKI-, KV- ja Aluekehityspalveluissa.



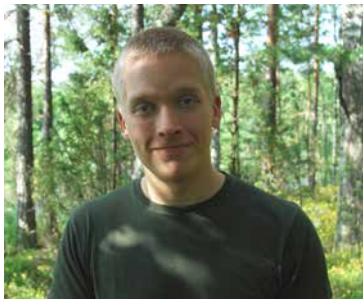
### Jarmo Pitkäniemi:

Valmistuin Lahden ammattikorkeakoulusta ympäristötekniikan insinööriksi (AMK) keväällä 2014. Tällä hetkellä työskentelen projektiapulaisena EcoMill-projektissa LAMK:n TKI-, KV- ja aluekehityspalveluissa.



### Joonas Sintonen:

Olen keväällä 2013 valmistunut Lahden ammattikorkeakoulusta ympäristötekniikan linjalta. Tällä hetkellä työskentelen Helsingin seudun ympäristöpalveluilla jäteasemanhoitajana.



### Petri Korhonen:

Valmistumisen jälkeen siirryin pääkaupunkiseudulle kesätöihin, jonka jälkeen suuntaan Tampereelle toivottavasti oman alan hommiin. Myös mahdollisia jatko-opintoja harkitsen, kunhan pääsen paremmin työelämään kiinni. Haaveissa olisi myös päästä joskus ulkomaille töihin, mieluiten johonkin lämpimään.



### Eero Heinola:

Valmistuin ympäristötekniikan insinööriksi Lahden ammattikorkeakoulusta toukokuussa 2014. Tällä hetkellä työskentelen Ekokemillä Riihimäellä. Tulevaisuudessa haluaisin jossain vaiheessa jatkaa opintojani diplomi-insinööriksi.



#### **Reetta Jänis:**

Olen vuonna 1998 valmistunut ympäristötietä opiskellut Filosofian maisteri. Työkokemusta on useista projekteista yli 10 vuoden ajalta. Työskentelin EcoMill-projektin projektipäällikkönä vuoden 2011 lopusta lähtien ja nyt uudet haasteet odottavat FUAS-konsortion parissa.



#### **Maarit Virtanen:**

Työskentelen Lahden ammattikorkeakoulussa erilaisissa ympäristöalan projekteissa. Aiempaa työkokemusta minulla on sekä yrityspuolelta, Lahden kaupungilta että tutkijana Tampereen yliopistolta, mistä olen valmistunut hallintotieteiden maisteriksi. Erityisesti minua kiinnostavat kansainväliset kehitys- ja ympäristökysymykset.



#### **Sakari Autio:**

Sakari Autio, MMM, työskentelee Lahden ammattikorkeakoulun tekniikan alalla lehtorina.



#### **Michael Lettenmeier:**

Michael Lettenmeier toimii ympäristöalan yrittäjänä ja Wuppertal Instituutin konsulttina. Hänellä on pitkä kokemus materiaalitehokkuudesta ja materiaalijalanjaljen laskennasta.

## Johdanto

Käytännönläheistä ympäristötehokkuusosaamista tarvitaan kaikilla toimialoilla. Ympäristötehokkuudella tarkoitetaan suurempien hyötyjen saavuttamista vähemmillä resursseilla. Tehokkuuden lisääntyessä yritysten ja kuntaorganisaatioiden kilpailukyky paranee samalla kun ympäristökuormitus vähenee. Projektioppiminen on tapa lisätä tulevaisuuden työntekijöiden, yritysten ja opetushenkilökunnan ympäristötehokkuusosaamista. Ecomill-ympäristötehokkuuspaja on vuosina 2010-2014 toteutettu projekti, jossa yhdistettiin ympäristötehokkuus ja projektioppiminen. Projektia toteutettiin yhdessä Aalto-yliopiston Insinööritieteiden korkeakoulun Lahden keskuksen 31.7.2013 saakka.

EcoMill-projektissa pilotoitiin kahta opetusmenetelmää, joilla tähdätään projektioppimisen ja –osaamisen lisäämiseen. Problem based learning –työpajoja järjestettiin viisi ja niissä aiheena oli yrityslähtöinen ympäristötehokkuusongelma, esimerkiksi rakennusjätteen hyötykäyttö. Work shadowing-menetelmää testattiin terveydenhoitoalan ympäristöasioiden kartoituksessa. Lisäksi opetushenkilökunnan opetusteknologiaosaamista lisättiin seitsemällä lyhytaikaisella laite- ja teknologiakoulutuksella.

EcoMill-projektissa toteutettiin 27 työelämälähtöistä yhteistyöprojektia 18 eri organisaation kanssa. Toteutetut yhteistyöprojektit olivat yritysten todellisista ympäristötehokkuuden kehittämistarpeista lähteviä selvitystöitä ja ne toteutettiin osana opetusta. Yhteistyöprojekteihin osallistui noin 200 opiskelijaa ja lähes 20 opettajaa. Yhteistyön jatkuvuuden varmistamiseksi pk-yritysten kanssa tehtiin pitkäaikaisia puitesopimuksia.

Opetusmenetelmien testaamisen ja lukuisten työelämälähtöisten yhteistyöprojektein perusteella tehtiin Lahden ammattikorkeakoulun opetusympäristöön projektioppimisen kurssi sekä siihen liittyvät opintomateriaalit kaikkien alojen opettajien käyttöön. Kevään 2014 aikana valmistui myös ympäristöalan verkko-opetuspelejä kaikille uusille opiskelijoille.

Tämän artikkelikokoelman kolme ensimmäistä artikkelia tuovat esille sen, miten EcoMill-projektissa opetusta on kehitetty ja pilotoitu vastaamaan työelämän tarpeisiin. Viisi seuraavaa artikkelia ovat esimerkkejä toteutetuista yhteistyöprojekteista ja kaksi viimeistä artikkelia kuvaavat sitä, miten monialaisena yhteistyönä kehitetään ympäristötehokkuutta.



# Ympäristöalan opetuksen tehostaminen opetusmenetelmien ja -teknologian avulla

*Reetta Jänis ja Päivi Kärnä*

EcoMill-ympäristötehokkuuspaja-projektissa pilotoitiin opetusmenetelmien käyttöä ja perehdytettiin opetushenkilökuntaa uuden opusteknologian käyttömahdollisuuksiin. Opetusmenetelmien testaamisen tavoitteena oli saattaa opiskelijat sellaisten ympäristötehokkuuteen liittyvien ongelmien äärelle, joita he työelämässä todennäköisesti tulevat kohtaamaan sekä antaa heille eväitä ratkaista nämä ongelmat. Problem based learning (PBL) eli ongelma-perustaisen oppimisen menetelmää sovellettiin ja testattiin viidessä ympäristöinsinööriopiskelijoille järjestetyssä PBL-työpajassa. Toisena opetusmenetelmänä sovellettiin Work shadowing - eli työn varjostamisen menetelmää terveydenhoitajaopiskelijoiden kestävä kehityksen opetuksessa. Lisäksi opetushenkilökunnalle järjestettiin oma PBL-koulutus, jonka tavoitteena oli kehittää opetushenkilökunnan valmiuksia hyödyntää PBL-menetelmää opetuksessa sekä korkeakoulujen ja yritysten välisessä yhteistyössä. Kevään 2014 aikana Lahden ammattikorkeakoulun henkilökunnalle järjestettiin useita uusien laitteiden ja opusteknologioiden käyttökoulutuksia. Koulutusten tarkoituksena oli edistää opusteknologian käyttöä opetuksessa ja opiskelijamentoroinnissa.

## Problem based learning -menetelmä

Problem based learning on opetuksellinen strategia tai menetelmä, josta on kehitetty lähestymistavoiltaan erilaisia variaatioita. PBL-opetuksessa painotetaan ongelmalähtöisyyttä ja ryhmässä oppimista. Ongelmien ratkaisemiseksi opiskelijat pyrkivät ryhmässä soveltamaan olemassa olevaa tietoa sekä etsimään uutta. Menetelmä kehittää samalla kriittistä ajattelua, oman työskentelyn arviointia ja vuorovaikutustaitoja. Lahden ammattikorkeakoulu on ottanut käyttöön ongelmalähtöisen oppimisen ja projektioppimisen yhdistelmän mekatroniikan insinöörikoulutuksessa jo vuonna 2003 (Lahtinen 2010, 177).

EcoMill-projektissa järjestettyjen PBL-työpajojen aiheena oli bio- ja energiajäte, rakennusjäte, vesi, tuhka sekä puunjalostusteollisuuden selkeytysaltaan purkuprosessi. Kahteen ensimmäiseen pajaan osallistui työelämäedustajien lisäksi insinööriopiskelijoita niin Lahden ammattikorkeakoulusta (LAMK) kuin Aalto-yliopistosta. Kolme seuraavaa työpajaa järjestettiin LAMK:in opiskelijoille ja niissä oli mukana työpajan teeman mukaisia asiantuntijoita. Kaikista työpajoista saatiin tuloksiksi valitun teeman kehittämiseen liittyvät idealistat ja koottu yhteenvedo (kuva 1). Tulokset jaettiin kaikille osallistujille.



Work shadowing -menetelmä koettiin toimivaksi ja nopeaksi tavaksi arvioida työyksikön ympäristöasioita ja löytää kehittämiskohteita. Menetelmä herätti työntekijät pohtimaan ympäristöasioita ja omia valintoja työssään. Opiskelija puolestaan sai tietoa ja ideoita, joita viedä eteenpäin tuleviin alan työpaikkoihinsa.

## Opetusvälineet ja uudet opetusteknologiat

Lahden ammattikorkeakoulun Niemen kampusalueelle rakennettiin vuonna 2013 uusia opetustiloja, joihin asennettiin uusia opetusvälineitä ja -laitteita. Niemenkadulla sijaitsevat tilat tarjoavat erinomaiset mahdollisuudet hyödyntää opetusteknologiaa opetuksessa. Esimerkkinä tästä on mm. AV-luokka, jossa sähköistä materiaalia voi esittää panoraamakuvana tai kahdella valkokankaalla yhtä aikaa, toistaa musiikkia, puhetta ja muuta ääntä, lähettää puhetta ja kuvaa opetukseen etäosallistujille, sekä jakaa dokumenttikameran avulla kuvaa esimerkiksi omista muistiinpanoista. Myös useissa tavallisissa luokissa on käytössä dokumenttikamera sekä mahdollisuudet etäluennointiin.

Hanne Hummelholmin ohjaustoiminnan koulutusohjelman oppinnäytetyössä kiinnitetään huomiota siihen, että laitteiden tarjoamien ”uusien” opetusmenetelmien käyttöönotto edellyttää edes jonkinlaista ohjelmistojen käytön osaamista. (Hummelholm 2012, 25.) Merkittävää on osata käyttää myös itse laitteita. Keväällä 2014 tiloja käyttävälle henkilökunnalle järjestettiin koulutuksia, joissa käytiin läpi laitteiden käyttöä sekä opeteltiin opetuksen kehittämiseksi saatavilla olevien ohjelmien ja sähköisten työkalujen käyttämistä.

Koulutusten järjestämisessä tehtiin yhteistyötä Lahden ammattikorkeakoulun Opiskelija- ja opetusteknologiapalvelujen sekä Koulutuskeskus Salpauksen kanssa. Käsiteltyjä teemoja olivat muun muassa yhteismuokkaukseen käytettävät työkalut, etäneuvottelun ja etäopetuksen toteuttaminen sekä etäopetuksen nauhoittaminen. Lisäksi opeteltiin pieniä keinoja organisaation pikaviestintä-ohjelman sekä sähköpostin tarjoamista mahdollisuuksista työnteon helpottamiseksi.

Ensimmäiset koulutuksista olivat avoimia, pop-up-tyylisiä tilaisuuksia, joihin ei tarvittu ennakkoilmoittautumista henkilökunnalta. Koulutusten välillä kerätyn palautteen perusteella henkilökunta toivoi oppimistilaisuuksia, jotka tapahtuisivat pienissä ryhmissä ja joissa pääsisi itse kokeilemaan opeteltavia menetelmiä. Jälkimmäiset koulutukset järjestettiin työpajamuotoisina pienille ryhmille. Kokonaisuudessaan koulutuksia järjestettiin 7 kappaletta ja niissä saavutettiin yhteensä 81 osallistujaa.

Infolaatikko: Yhteismuokkaus on hyvä tapa muokata materiaaleja samanaikaisesti. Yhteismuokkauksen työkaluja ovat mm. LAMK:ssa käytössä oleva Wiki ja Google Driven eri ohjelmat. Google Drive on yleisesti opiskelijoiden itsensä valitsema yhteismuokkausalue, kun taas Wikin käyttö saa hitaasti tuulta alleen.

Infolaatikko: Lahden ammattikorkeakoulu käyttää Funet Tiimi Adobe Connect -ohjelmaa etäopetuksen ja -neuvotteluiden toteuttamiseen. Ohjelman avulla voi näyttää esityksiä, lähettää linkkejä, käydä chat-keskustelua, jakaa näyttöä kokonaisuudessaan tai vaihtoehtoisesti vain yksittäisiä ohjelmia, tehdä kyselyitä, työstää tehtäviä pienemmissä ryhmissä – ja nauhoittaa kaiken tämän!

## Lähteet

- Lahtinen, T. 2010. PBL ja projektioppiminen insinöörikoulutuksessa: Uusi opetussuunnitelma mekatroniikan opetukseen. Teoksessa: Keskitalo, J., Kolari, S., Roslöf, J. & Savander-Ranne, C. (toim.) Insinöörikoulutuksen uusi maailma II: Foorumi 2010 – hyvät käytännöt. HAMKin e-julkaisu 2/2010. Hämeenlinna: Hämeen ammattikorkeakoulu.
- Häkkinen, M. 2011. Työn varjostaminen: varhaiskehittämismenetelmä. eOSMO-hankkeen verkkodokumentti [viitattu 21.4.2014]. Saatavissa: <http://www.cosmo.fi/tyokirja/varjostaminen/index.html>
- Hummelholm, H. 2012. Opetusteknologian uudet tuulet: Vertaileva tutkimus interaktiivisten laitteiden soveltuvuudesta opetuskäyttöön. Hämeenlinnan ammattikorkeakoulu, ohjaustoiminnan koulutusohjelma, opinnäytetyö. Hämeenlinna: Hämeen ammattikorkeakoulu.

# Ympäristöhokkuus projektioppimisen ja työelämäyhteistyön aiheena

*Reetta Jänis ja Maarit Virtanen*

EcoMill-ympäristöhokkuuspajan yhtenä tavoitteena oli lisätä opiskelijoiden projektiosaamista ja ammatillisia taitoja sekä kehittää opetushenkilökunnan projektiohjaamistaitoja. Lisäksi työelämäyhteistyöprojektien kautta lisättiin tulevaisuuden työntekijöiden, yritysten ja opetushenkilökunnan ympäristöhokkuusosaamista. Teoreettisesti projektioppiminen on oppimisen muoto, jonka lähtökohdat ovat löydettävissä eri teoriasuuntauksista, kuten humanismista ja eksperimentaalisista. Projektioppiminen on keino tuottaa oman alan valmiuksia ja työelämätaitoja. Projektioppiminen viitataan opetusjärjestelyihin ja pedagogiikkaan enemmän kuin opiskelijassa tapahtuvaan projektioppimisen prosessiin. (Vesterinen 2011, 30–32.) Projektioppimista ja -työskentelytaitoja tarvitaan, koska kaikkea tulevassa ammatissa tarvittavaa tietoa ei ole mahdollista sisällyttää opetussuunnitelmaan. Lisäksi työelämän muutosnopeus vaatii monialaosaamista ja itseohjautuvuutta.

## Yhteistyöprojektit

EcoMill-projektin aikana toteutetut 27 yhteistyöprojektia (taulukko 1) olivat työelämän todellisista tarpeista lähteviä selvitystöitä ja ne toteutettiin osana perusopetusta yhdessä Lahden ammattikorkeakoulun ympäristötekniikan opiskelijoiden ja opettajien kanssa. Yhteistyöprojekteissa opiskelijat ratkoivat yritysten ympäristöhokkuusongelmia vastuuopettajan ja EcoMill-pajan asiantuntijoiden tuella. EcoMill-asiantuntijoiden tehtävänä oli kontaktoida alueen pk-yrityksiä ja kuntatoimijoita sekä suunnitella heidän kanssaan kehitysprojekteja opiskelijavoimin toteutettavaksi. Tämän jälkeen yhteistyöprojektit käytiin läpi opettajien kanssa ja etsittiin yhdessä sopiva toteutusmuoto. Opettajien rooli projekteissa oli määrittellä oppimistavoitteet, ohjata opiskelijoita ja ottaa päävastuu arvioinnista. Vesterisen mukaan opettajan tärkein tehtävä projektioppimisen on huolehtia oppimisen ohjauksesta. Opiskelija on projektissa sekä oppimisen subjekti että toimija. (Vesterinen 2011, 62–63).

**Taulukko 1.** EcoMill-projektissa vuosina 2011–2014 toteutetut yhteistyöprojektit.

Yhteistyöprojektin nimi	Yhteistyöyritys/organisaatio
Green Office-järjestelmän käyttöönotto kaupungin organisaatiossa	Lahden kaupunki
Ruokaloiden biojättemittaukset	Lahden Ateria
Mukkulan koulun jätehuoltosuunnitelma	Mukkulan koulu
PHKK:n opiskelijaruokaloiden biojätteen seuranta	Koo-Kuppila
Ympäristöselosteet kahdelle betonituotteelle	Rakennusbetoni ja -elementti Oy
Joutsenmerkin kriteerit pesulalle	Pyykkipoika
Tuotteen ympäristömerkkiselvitys	Plastella
Finndomo Oy:n jätehuoltosuunnitelma	Finndomo Oy
Betoniteollisuusyrityksen hulevesien käsittelyvaihtoehtojen selvitys	Rakennusbetoni ja -elementti Oy
Kierrätetyt kampuspöyrät	Oppimiskeskus Fellmannia
Carbon Footprint of the Raw Materials of an Urban Transit Bus. Case study: Diesel, Hybrid, Electric and Converted Electric Bus	MovekoTech Oy
Koti- ja asumispalveluiden henkilökunnan työn ympäristönäkökohtien kartoitus	Lepolakodin palvelutalo ja Lahden keskustan kotihoito
Betoninvalmistuksen hienojakoisen jätteen hyötykäytön tehostaminen – katsaus alan teknologiaan ja kirjallisuuteen	Rakennusbetoni ja -elementti Oy
Ympäristömerkkiin perustuvan itsearviointijärjestelmän luominen	Lahden siivouspalvelut
Kulinaaritalon peruskorjauksen materiaalitehokkuus	PHKK:n Kiinteistöpalvelut
Hollolan Sora Oy:n murskaus- ja seulontalaitoksen melumittaus	Rakennusbetoni ja -elementti Oy
Aurinkoenergian mahdollisuudet Oppilastalo Oy:n kohteissa	Oppilastalo Oy
Hulevesisuunnitelma pohjavesialueella sijaitsevalle teollisuustontille	Rakennusbetoni ja -elementti Oy
Energiatehokkuuden parantaminen rakennuksissa. Case Oppilastalo Oy	Oppilastalo Oy
Lahden Messut Oy:n jätehuollon tehostamisen arviointi	Lahden Messut Oy
Kovalevytuotteen ympäristöselosteen laatiminen elinkaariarvioinnin pohjalta	Suomen Kuitulevy Oy
Energianeuvontatilaisuudet Oppilastalo Oy:n asukkaille	Oppilastalo Oy
Poistoilman lämmön talteenottojärjestelmän kehittäminen vanhaan kerrostaloon. Case: Oppilastalo Oy	Oppilastalo Oy
Hulevesikiven ympäristöarvot ja niiden markkinointi	Rakennusbetoni ja -elementti Oy
Rälssin maankaatopaikan jäljellä olevan läjitystilavuuden määrittäminen ja pohdintaa ylijäämämaiden hyötykäyttöön	Lahden Seudun Kuntatekniikka
Puunhankinnan tai jalostuksen sivutuotteina syntyvien hakkeiden tuotekortit	Koskitukka Oy
Suomen Kuitulevy Oy melumittaus	Suomen Kuitulevy Oy

Yhteistyöprojektien toteutus tapahtui kokonaisina opintojaksoina, opintojaksojen ryhmitöinä, harjoitteluna tai opinnäytteinä. EcoMill-asiantuntijat huolehtivat projektin käytännön järjestelyistä, esimerkiksi sopimusteknisistä asioista ja toimivat yhteistyöprojektien toteutuksen ohjaajina opettajan rinnalla. Opiskelijat sitoutettiin projektien toteuttamiseen heti alusta lähtien käymällä yhteistyösopimus ja suunnitelma läpi. Toteutukseen kuului eri asiantuntijatahojen ohjausta tai luentoja sekä projektityöskentelyn harjoittelua: yritysten kanssa asioimista, ryhmätyötaitoja, projektin toteuttamisen suunnittelua ja toteutusta, tulosten esittämistä ja raportointia.

Kaikissa yhteistyöprojekteissa järjestettiin työelämän edustajien kanssa 1–4 tapaamista, joissa käytiin läpi toimeksianto, arvioitiin projektin edistymistä ja annettiin lisäohjeita opiskelijoille. Lopputulokset esiteltiin erikseen sovitussa tilaisuudessa. Projektin päätteeksi EcoMill-projektin asiantuntijat keräsivät palautteen kaikilta osapuolilta: opiskelijoilta, opetushenkilökunnalta ja työelämän edustajilta. Opiskelijat arvostivat projekteissa etenkin mahdollisuutta tehdä konkreettista yhteistyötä yritysten kanssa ja olivat yleisesti ottaen tyytyväisiä projekteihin. Kritiikkiä saivat osakseen esimerkiksi ohjeistus sekä projektityön ja muun kurssin opetuksen linkittyminen riittävän hyvin yhteen. Opetushenkilökunnan palautteessa kiitettiin etenkin aitoa ongelmanratkaisua projekteissa sekä yhteistyötä eri toimijoiden välillä. Myös yritykset olivat tyytyväisiä yhteistyöhön vaikka parannusehdotuksiakin esitettiin mm. aikataulutuksen suhteen. Kokemuksen ja palautteen perusteella kehitettiin Lahden ammattikorkeakoulun opetushenkilökunnalle projektioppimisen kurssi. Kuvassa 2 on esitetty esimerkkejä palautteesta.

Yritystoimeksiantajien palaute (1=heikko - 5=kiitettävä)	1	2	3	4	5	Yhteensä	Keskiarvo
Olen tyytyväinen projektin toteuttamistapaan	0	0	0	7	1	8	4,125
Olen tyytyväinen projektin tuloksiin	0	0	1	6	1	8	4
Tarjosin opiskelijoille riittävästi tietoja projektitoimeksiannon suorittamiseen	0	0	2	3	3	8	4,125
Tarjosin opiskelijoille riittävästi tukea (ohjeita, palautetta) projektitoimeksiannon toteuttamiseen	0	1	1	5	1	8	3,75
Sain mahdollisuuden osallistua sopivasti projektin etenemiseen	0	0	2	2	4	8	4,25
Toimeksiantoon käyttämäni työaika oli sopiva	0	1	2	3	2	8	3,75
Projektitoimeksianto lisäsi omaa osaamistani	0	0	2	4	2	8	4
Opettaja(t)/EcoMill-henkilöstö tarjosi mielestäni opiskelijoille riittävästi tukea projektitoimeksiannon toteuttamisessa	0	0	1	3	4	8	4,375
Opiskelijoiden osaaminen oli riittävän hyvällä tasolla	0	0	1	6	1	8	4
Haluun myös jatkossa tehdä oppilaitosyhteistyötä	0	0	0	3	5	8	4,625
Yhteensä	0	2	12	42	24	80	4,1

Opettajien palaute (1=heikko - 5=kiitettävä)	1	2	3	4	5	Yhteensä	Keskiarvo
Opiskelijoilla oli jaksolla mahdollisuus oppia riittävästi teoriaa/taustatietoja	0	0	1	0	2	3	4,33
Opiskelijoilla oli jaksolla mahdollisuus oppia käytännön työskentelystä	0	0	0	1	2	3	4,67
EcoMill-projektitoimeksianto sopi opintojakson sisältöön	0	0	0	0	3	3	5,00
EcoMill-projektitoimeksianto lisäsi omaa osaamistani	0	0	0	2	1	3	4,33
EcoMill-henkilöstö tarjosi mielestäni riittävän ohjeistuksen/tuen projektin toteuttamiseen	0	0	0	1	2	3	4,67
Yhteistyötä muiden koulutusalojen/koulutusasteiden kanssa oli EcoMill-projektitoimeksiannon puitteissa sopivasti	0	0	1	2	0	3	3,67
EcoMill-projektista oli hyötyä projektitoimeksiannon järjestämisessä	0	0	0	0	3	3	5,00
Yhteensä	0	0	2	6	13	21	4,52

Opiskelijoiden palaute (1=heikko - 5=kiitettävä)	1	2	3	4	5	Yhteensä	Keskiarvo
Opin jaksolla riittävästi teoriaa/taustatietoja	0	0	2	6	1	9	3,89
Opin jaksolla projektitoimeksiannon/projekticasen kautta käytännön työskentelyä	0	1	2	2	4	9	4,00
Projektitoimeksiannon ohjeistus oli riittävän selkeä	2	1	1	4	1	9	3,11
Työskentelymuoto (ryhmätyö) oli jaksolle sopiva	0	0	2	2	5	9	4,33
Jakson projektityön tuloksia esiteltiin muille ryhmäläisille/yritykselle mielekkäällä tavalla	0	1	1	4	3	9	4,00
Yritysyhteistyö toimi jaksolla sujuvasti	1	0	2	5	1	9	3,56
Yhteensä	3	3	10	23	15	54	3,81
Yhteensä	0	0	2	6	13	21	4,52

**Kuva 2:** Esimerkki yhteistyöprojekteista saadusta palautteesta yrityksiltä, opettajilta ja opiskelijoilta.



Projektioppimisessa arviointi ei voi keskittyä projektin toteuttamisen loppupäähän tai lopputuoteseen, vaan on pystyttävä arvioimaan koko toteutusprosessia kaikkine vaiheineen. Yhteistyöprojektien arviointiin pitäisi osallistua tasavertaisena niin opettajan, työelämän edustajan kuin opiskelijan, jolloin arviointi toimisi myös ohjauskeinona (Nurkka 2010, 24–25). Toteutetuissa yhteistyöprojekteissa arviointi jäi EcoMill-projektin asiantuntijoiden ja opettajien vastuulle. Lahden ammattikorkeakoulussa ei ole projektien arviointiin selkeitä kriteereitä.

EcoMill-projektissa toteutettujen yhteistyöprojektien laajuus, tulosten esitystapa ja toteutustapa vaihtelivat melko paljon, minkä vuoksi arviointiin ei kehitetty systemaattista arviointijärjestelmää. Laajemmissa yhteistyöprojekteissa oli vähintään kaksi työn esittelykertaa, jolloin läsnäolijat arvioivat, kommentoivat ja ohjeistavat työtä eteenpäin. Loppuarvioinnissa opettaja ja EcoMill-asiantuntijat arvioivat yhdessä projektiin toteutusta kokonaisuutena; raportointia, esityksiä, tulosten uutuusarvoa sekä projekti- ja ryhmätyötaitoja. Osassa yhteistyöprojekteja opiskelijat tekivät myös itsearvioinnin, jossa arviointiin oma ymmärtäminen, oma työskentelytapa ja kyky tehdä johtopäätöksiä. Vesterisen (2011, 69) mukaan projektiopiskelussa oman tavoitetason arviointi pitäisi olla jokaisen opiskelijan itsearvioinnin kohteena.

## Projektioppimisen haasteet

Ympäristötehokkuuteen liittyvää projektioppimista toteutettiin EcoMill-projektin resursseilla kevätlukukauden 2014 loppuun saakka. Jotta työelämälähtöisen projektioppimisen toiminta jatkuisi Lahden ammattikorkeakoulun ympäristötekniikan koulutusosalalla tämän jälkeenkin, on ratkaistava muutamia haasteita. Ensimmäinen haaste on opetushenkilökunnan aktivointi, motivointi ja kouluttaminen projektiopiskeluun ja -oppimiseen. Opettajille on tarjottava projektioppimiseen liittyvää perustietoutta, jossa kuvataan, mitä projektioppimisella tarkoitetaan ja mihin se sopii (Mustonen & Tervonen 2005, 8). EcoMill-projektissa tehtiin projektioppimisen kurssi, johon koottiin materiaalia opettajan näkökulmasta niin, että opettaja pystyy toteuttamaan projektiopettamista ja -oppimista. Toinen haaste on projektioppimisen sisällyttäminen luonnolliseksi osaksi perusopetusta ja opetuksen suunnittelua. Projektiopiskelun järjestäminen on työläämpää kuin perinteisen luokkaopetuksen, toisaalta se luo uusia mahdollisuuksia myös opettajan omaan kehittymiseen ja tietomäärän lisäämiseen.

Kolmas haaste on jatkuvan yhteistyön varmistaminen alueen pk-yrityksiin ja kuntatoimijoihin. Tätä varten EcoMill-projektin aikana tehtiin muutamia pitkäaikaisia puitesopimuksia yritysten ja muiden organisaatioiden kanssa. Yhteistyö vaatii opettajilta jatkuvaa aktiivisuutta, mutta on onnistuessaan antoisaa. Neljäs haaste on monialaisuuden lisääminen projektien toteuttamisessa. Ympäristötehokkuus liittyy kaikkiin toimialoihin ja on siksi hyvä aihe monialaisuuden lisäämiseksi.

Viides haaste liittyy kaikkiin edellä mainittuihin asioihin. Miten järjestetään työelämäprojektien vaatiman käytännön työn resursointi? Satakunnan ammattikorkeakoulun työelämään siirtymisen edistämiskäytäntöön, niin sanottuun T&O-toimintaan, on resursoitu oma henkilöstö, joka hoitaa yritysten yhteistyöpyynnöt projekteiksi ja edelleen oppimisympäristöiksi (Nurmi 2010, 126–127). Resursoinnin avulla T&O-toiminta on kasvanut tasaisesti ja siitä on saatu myös tuloja. Vastaavaa resurssia kaivattaisiin myös Lahden ammattikorkeakouluun yritysyritysten jatkuvuuden varmistamiseksi.

## Lähteet

- Mustonen, R. & Tervonen, P. 2005. Virtuaaliopetuksen kehittämishanke - projektioppimisen sovellus [viitattu 28.8.2012]. Saatavissa: <http://elearn.ncp.fi/materiaali/epeda/julkaisu.htm>
- Nurkka, P. 2010. Kokemuksia osaamisen arvioinnin kehittämisestä LbD-mallissa. Teoksessa: Toivola, T. (toim.) Yhdessä tekemällä: 11 tapaa linkittää T&K ja oppiminen. Haaga-Helia ammattikorkeakoulu.
- Nurmi, C. 2010. T&O – työelämään siirtymisen edistäjä. Teoksessa: Toivola, T. (toim.) Yhdessä tekemällä: 11 tapaa linkittää T&K ja oppiminen. Haaga-Helia ammattikorkeakoulu.
- Vesterinen, P. 2001. Projektiopiskelu ja -oppiminen ammattikorkeakoulussa. Jyväskylä studies in education, psychology and social research 189. Jyväskylä.

## Projektioppiminen elinkaariajattelussa

### Case: Kulinaaritalon peruskorjaus, Lahti

*Michael Lettenmeier, Sakari Autio, Reetta Jänis:* Project-based learning on life-cycle management: A case study using material flow analysis. Manuscript presented at the World Resources Forum 2013, 6th - 10th Oct. 2013, Davos, Switzerland.

Englannista referoinut *Jarmo Pitkäniemi*

### Projektioppiminen

Projektioppimisen kautta yritykset ja organisaatiot voivat kokeilla uusia lähestymistapoja esimerkiksi luonnonvarojen käytön mittaamiseen ja hallintaan yhteistyössä yliopistojen ja muiden asiantuntijoiden kanssa. Tässä artikkelissa esitellään elinkaarihallintaan liittyvää projektioppimisjaksoa, jossa Lahden ammattikorkeakoulun opiskelijat arvioivat rakennuksen peruskorjaamiseen ja laajentamiseen liittyviä materiaalivirtoja.

Projektioppimista hyödynnetään useissa ammattikorkeakouluissa, sillä se tarjoaaluentovetoiselle opetustyyliille käytännönläheistä vastapainoa todellisissa työelämän ympäristöissä (Silius-Ahonen ym. 2012). Vaikka projektityöskentely vaatii opettajilta paljon taustatyötä ja yhteistyöyrityksiltä joustavuutta sekä kommunikointivalmiutta, siitä hyötyvät kaikki osapuolet, parhaimmillaan myös harjoittelupaikkojen ja oppinnäytetyöaiheiden myötä. Ideana on, että kaikki oppivat – eivät vain opiskelijat.

Kulinaaritalon peruskorjauksen MIPS-laskentaprojektiin taustalla olivat Lahden ammattikorkeakoulun opiskelijat, opettaja, Päijät-Hämeen koulutuskonsernin kiinteistöpalvelut ja EcoMill-projekti. Kullakin taholla oli oma vastuualueensa: kiinteistöpalvelut mahdollisti opiskelijoiden pääsyn kohteeseen ja tarvittavien tietojen saatavuuden, opettaja varmisti tulosten syntymisen aikarajan puitteissa ja EcoMill järjesti oppimisen tueksi ulkopuolisen asiantuntijan D-mat oy-konsulttitoimistosta, joka tekee läheistä yhteistyötä materiaalivirtatarkastelua kehittäneen saksalaisen Wuppertal-instituutin kanssa.

### Materiaalivirrat ja resurssien käyttö Kulinaaritalon peruskorjauksessa

Rakentaminen ja rakennusten käytön vaatima energia, vesi ja kiinteistöpalvelut muodostavat merkittävän osan kaikesta kulutuksesta useissa Euroopan maissa (Watson ym. 2013; Kotakorpi ym. 2008). Rakennusmateriaaleja ei voi helposti vaihtaa rakennuksen valmistuttua, joten ne vaikuttavat rakennuksen käyttöön pitkään. Tästä syystä rakennusten elinkaaritarkastelu on erityisen tärkeää. Rakennusten elinkaaritarkasteluun on useita työkaluja, mutta monet niistä ovat liian monimutkaisia opetuskäyttöön.

Kulinaaritalon projektissa käytettiin MIPS-menetelmää (material input per service unit). Materiaalipanos (MI) on tuotteeseen kulutettujen luonnonvarojen summa, joka lasketaan viides-ssä kategoriassa valmiiden kertoimien avulla ja ilmaistaan massayksiköissä. (Ritthoff ym. 2002.) Luku jaetaan saatavien palveluyksiköiden määrällä, jolloin lopputuloksena on käytettyjen resurssien ja saavutetun hyödyn suhde. MIPS-menetelmä huomioi kohteiden koko elinkaaren, mutta rajoittuu ympäristövaikutusten osalta yleiseen tarkasteluun, koska se ei erittele yksittäisiä ympäristövaikutuksia.

Kulinaaritalon tapauksessa MIPS-laskennan kohteena oli koko kunnostusprosessi, joka lisäsi talon käyttöalaa noin 29 prosenttia. Kuvassa 3 on näkymiä peruskorjaustyömaasta. Prosessia vertailtiin pari vuotta aikaisemmin toteutettuun Fellmannian remontointiin, jota oli myös tarkasteltu projektioppimisen kautta.



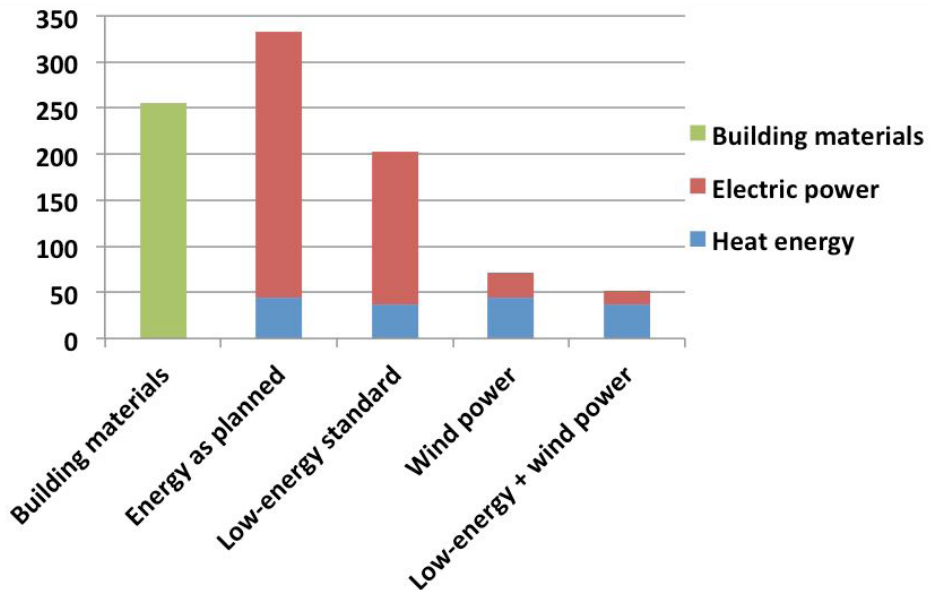
**Kuva 3:** Kulinaaritalon peruskorjaustyömaasta. (Kuva: Sakari Autio 2013.)

Oppimisprosessi ajoittui tammi-toukokuuhun 2013, jolloin opiskelijoille oli osoitettu 3–6 tuntia viikossa projektia varten. Tiukka aikataulu, kokemuksen puute ja tapauksen monimutkaisuus toivat mukaan omat haasteensa, mutta runsaiden tietolähteiden, kohdevierailujen ja asiantuntijaneuvojen avulla tehtävä saatiin suoritettua. Tehtävään sisältyi paljon Excel-laskelmien tekoa ja materiaalimäärien arvioimista. Tulokset annettiin yksiköissä kg, kg/m<sup>2</sup> ja kg/m<sup>2</sup>/vuosi. Kukin ryhmä laati omasta osuudestaan esitelmän ja tulokset koottiin yhteen loppuseminaarissa.

## Tulokset ja johtopäätökset

Projektin aikana opittiin, että betonin lisäksi myös sähköjärjestelmissä käytettävän alumiinin ja kuparin aiheuttama luonnonvarojen kulutus on merkittävää rakennuksen koko elinkaaren aikana. Vaihtoehtojen etsiminen näille materiaaleille voi olla niukkenevien resurssien tulevaisuudessa kiinnostavaa. Rakennuksen elinkaaren aikana käyttövaiheen materiaalityöalojen neliometriä kohden on hieman suurempi kuin itse rakennusmateriaalien. MIPS-menetelmän mukaisessa ilman kulutuksessa painottuu rakennuksen käyttövaihe. Sitä voitaisiin pienentää esimerkiksi suosimalla matalaenergiarakentamista ja hankkimalla tuulivoimaa tavanomaisen sähkön sijaan. Tällöin matalaenergiarakentamisessa rakennusmateriaalien määrä ja niiden takana oleva luonnonvarojen käyttö eivät saisi kasvaa ratkaisevasti (kuva 4).

MIPS-laskelmiin vaikuttaa myös rakennuksen käyttöikä, sillä laajennettavaan rakennukseen lisättävien uusien osien kestävyys voi mennä osittain hukkaan, mikäli vanhat osat hajoavat jo paljon aiemmin. Silloin rakennuksen peruskunnostus ei ehkä säästäkään luonnonvaroja niin paljon kuin voisi olettaa. Projektissa vertailtiin Kulinaaritalon kunnostusta myös aivan uuden talon rakentamiseen ja havaittiin, että kunnostus vaatii vähemmän luonnonvaroja kuin uuden rakentaminen, vaikkakin enemmän kuin kevyemmin remontoitussa Fellmanniassa.



**Kuva 4:** Kulinaaritalon materiaalityöalojen jälki kiloissa neliometriä kohden vuodessa sekä energiankulutuksen mahdolliset skenaariot.

Kaiken kaikkiaan projektissa opittiin ongelmanratkaisua ryhmässä ja odottamattomiin tilanteisiin varautumista. Kaikki ei aina mene suunnitelmien mukaan ja epäonnistumisen riski täytyy hyväksyä, kuten oikeassakin työelämässä. Tällaista lähestymistapaa voisi kutsua nimellä learning by doing with difficulties (LDD). Kurssi tarjosi tehokkaan LDD-kokemuksen kaikille osapuolille, ja sille voidaan toivottavasti kehittää jatkoa myöhemmin.

## Lähteet

- Kotakorpi, E., Lähteenoja, S., Lettenmeier, M. 2008. Household MIPS: Natural resource consumption of Finnish households and its reduction. *The Finnish Environment* 43/2008. Helsinki: Ympäristöministeriö.
- Ritthoff, M., Rohn, H., Liedtke, C. 2002. Calculating MIPS: Resource productivity of products and services. *Wuppertal Spezial* 27e. Wuppertal: Wuppertal Institute for Climate, Environment and Energy.
- Silius-Ahonen, E., Rosengren, Å., Brantberg, B. 2012. Promoting participatory learning opportunities in higher education. Teoksessa: Poikela, E. & Poikela, S. *Competence and Problem Based Learning: Experience, Learning and Future*. Publications A no 3. Rovaniemi: Rovaniemen ammattikorkeakoulu.
- Watson, D., Acosta-Fernandez, J., Wittmer, D., Gravgård Pedersen, O. 2013. Environmental pressures from European consumption and production. A study in integrated environmental and economic analysis. EEA Technical report No 2/2013. Kööpenhamina: European Environment Agency.

# Kaupunkilinja-auton raaka-aineiden hiilijalanjälki

## Tapaustutkimus: diesel-, hybridi-, sähkö- ja konversiosähkölinja-auto

*Päivi Kärnä*

Tutkimus kaupunkilinja-auton raaka-aineiden hiilijalanjäljestä tehtiin EcoMill-projektille vuonna 2012. Tutkimuksessa haluttiin selvittää eri energialähteitä käyttävien kaupunkiajossa käytettävien linja-autojen ympäristövaikutuksia. Selvityksen perusteella valmistui myös allekirjoittaneen englanninkielinen opinnäytetyö.

Elinkaaren eri vaiheiden hiilijalanjäljen ja muiden ympäristövaikutusten arviointimenetelmien avulla saadaan tietoa siitä, missä tuotteen elinkaaren vaiheessa aiheutuvat suurimmat ympäristökuormitukset. Saadun tiedon pohjalta tuotteiden valmistajien on mahdollista kehittää tuotteitaan ympäristöystävällisempään suuntaan. Tuotteen elinkaaren vaiheisiin kuuluvat materiaalien hankinta ja esikäsittely, tuotanto, kuljetukset ja varastointi, käyttö sekä elinkaaren loppu. Tässä tutkimuksessa kaupunkilinja-auton elinkaaren aikaisten päästöjen tarkastelu rajautui linja-auton materiaalien tuottamisen aiheuttamiin päästöihin. Työn alkaessa tavoitteena oli tarkastella EcoMill-projektissa myös kaupunkilinja-auton käytönaikaisia päästöjä erillisen erikoistyön merkeissä, mutta kyseinen tarkastelu peruuntui.

### Tavoitteet ja toteutus

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää, miten paljon päästöjä aiheutuu valituissa linja-autotyypeissä käytettyjen materiaalien valmistuksesta sekä sen perusteella vertailla linja-autotyyppien ympäristövaikutuksia.

Työ tehtiin yhteistyössä usean linja-autovalmistajan kanssa. Näitä olivat muun muassa suomalaiset MovekoTech Oy, Kabus Oy, Volvo Bus Finland Oy sekä portugalilainen CaetanoBus. Työtä varten saatiin tietoja myös erilaisilta sidosryhmiltä, kuten koulutusorganisaatioiden edustajilta, eri materiaalien parissa työskenteleviltä järjestöiltä sekä materiaalivalmistajilta.

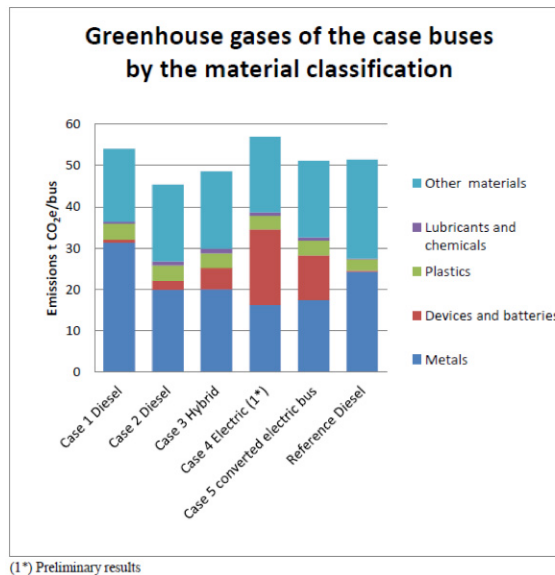
Tarkastellut linja-autotyypit olivat diesel-, hybridi-, sähkö- sekä konversiosähköbussi. Vertailtavia tuloksia saatiin viidestä eri linja-autosta; dieselkäyttöisen linja-auton suhteen vertailtiin alumiini- ja rautarunkoista versiota. Tutkittavat ajoneuvot olivat 12-metrisiä kaupunkiajoon tarkoitettuja linja-autoja. Tutkimus toteutettiin noudatellen kansainvälistä päästöjen raportoinnin ohjeistusta, Greenhouse Gas Protocolin Product Life Cycle Accounting and Reporting -standardia, sekä tietokantana EcoInvent-nimistä kasvihuonekaasupäästöjen tietokantaa.

Tutkimus toteutettiin jakamalla linja-autoissa käytettävät materiaalit eri luokkiin ja luokkien alla materiaaleihin. Materiaaleille laskettiin valmistamisen aiheuttamat päästöt. Yksikkönä käytettiin tonneja hiilidioksidiekvivalenttia linja-autoa kohti (t CO<sub>2</sub>e/linja-auto). Hiilidioksidiekvivalentti tarkoittaa sitä, että kaikkien kasvihuonekaasupäästöjen vaikutus on huomioitu ja ymmärtämisen helpottamiseksi muunnettu vastaamaan vaikuttavuudeltaan hiilidioksidin ilmastovaikutusta.

## Tulokset

Tulosten mukaan vaihteluväli materiaalihiilijalanjäljelle on 45,4–56,9 t CO<sub>2</sub>e linja-autoa kohden. Vertailun vuoksi kerrottakoon, että pienen Citroën C1 -auton valmistuksen hiilijalanjälki on noin 6 t CO<sub>2</sub>e (Berners-Lee & Clark 2010).

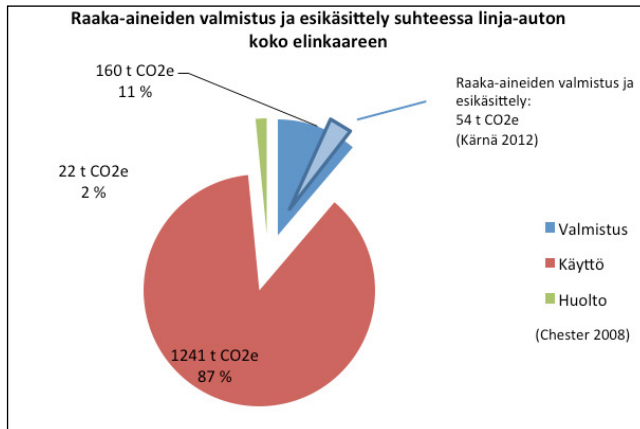
Tutkimuksen olennaisimmat tulokset on esitetty kuvassa 5. Suurimmat päästöt aiheutuvat metallien, etenkin alumiinin valmistuksesta, sillä metalli on linja-auton pääraaka-aine ja lisäksi metallien valmistuksen päästöt ovat suhteellisen merkittävät. Muita vaikuttavia päästöjen aiheuttajia ovat ikkunoissa käytettävän turvallisen tuplialasin, sähköä hyödyntävissä busseissa käytettävien Li-ion-akkujen sekä elektroniikan valmistus. Materiaalit, jotka aiheuttavat eniten valmistuksen aikaisia päästöjä, parantavat linja-auton käytettävyyttä ja turvallisuutta. Näin ollen tarkasteluisa pitäisikin kohdistaa katse käytön aikaisten päästöjen syntymiseen.



**Kuva 5.** Tapaustutkimuksen linja-autojen materiaalien valmistuksen aiheuttamat päästöt materiaaleittain (Kärnä 2012, 28).

Kaupunkilinja-auton raaka-aineiden hiilijalanjäljen vaikuttavuuden arvioimiseksi on hyvä vertailla päästöjä muihin elinkaaren aikaisiin päästöihin. Kuva 6 on esitetty karkea vertailu tehdyn tutkimuksen tuloksista suhteessa linja-auton koko elinkaaren aiheuttamiin päästöihin. Vertailukohteenä käytetään amerikkalaista tutkimusta vuodelta 2008.





**Kuva 6.** Materiaalien valmistuksen päästötutkimuksen tulokset verrattuna keskivertobussin aiheuttamiin päästöihin amerikkalaista tutkimusta mukailien (Chester 2008, 32; Kärnä 2012, 28).

Vertailusta on nähtävissä, että materiaalien valmistus aiheuttaa noin kolmanneksen kaikista linja-auton valmistamisen aikaisista päästöistä. Kokonaisuudessaan valmistus aiheuttaa vain reilun kymmenyksen linja-auton koko elinkaaren aikaisista päästöistä. Huollon osuus kokonaisuudesta on niin ikään pieni, vain kaksi prosenttia.

## Arviointi

Kasvihuonekaasupäästöjen laskeminen ja sitä myötä tuotteiden elinkaaren ympäristövaikutusten arvioiminen on haastavaa, mutta tärkeää. Tämä tutkimus antoi linja-auton valmistajille mahdollisuuden miettiä valmistamiensa tuotteiden hiilijalanjälkisisältöä ja toivottavasti eväät tehdä tulosten perusteella tuotekehitystä. Selvityksen myötä valmistajien tietoon tuli myös muiden tutkimusten tuloksia ja saatujen laskelmien avulla varmistuttiin siitä, että valmistuksen aikaiset päästöt todellakin ovat sitä luokkaa, mitä ulkomaalaiset tutkimukset kertovat.

## Lähteet

Berners-Lee, M. & Clark, D. 2010. What's the carbon footprint of ... a new car? GreenLiving -blogi [viitattu 20.9.2012]. Saatavissa: <http://www.guardian.co.uk/environment/green-living-blog/2010/sep/23/carbon-footprint-new-car>

Chester, M. 2008. Life-cycle Environmental Inventory of Passenger Transportation in the United States. Institute of Transportation Studies. University of California, Berkley. Dissertations [viitattu 24.8.2012]. Saatavissa: <http://escholarship.org/uc/item/7n29n303#page-1>

Kärnä, P. 2012. Carbon Footprint of the Raw Materials of an Urban Transit Bus – Case Study: Diesel, Hybrid, Electric and Converted Electric Bus. Tutkimusraportti. Lahti: Lahden ammattikorkeakoulu.

## Hulevesien hallinta, CASE: Rakennusbetoni- ja Elementti Oy

*Jarmo Pitkäniemi*

Hulevesi-käsitteellä tarkoitetaan maan pinnalla liikkuvaa vettä, joka on peräisin vesi- ja lumisateista sekä lumen sulamisesta (Eskola & Tahvonen 2010, 7) (Kuva 7). Sen käsittely on etenkin kaupunkimaisilla alueilla usein ongelmallista, sillä päällystettyä pintaa ja kattoalaa on runsaasti. Nykyään katsotaan, että huleveden määrän pienentäminen rakennettujen pintojen määrää vähentämällä on tärkein hallintamenetelmä (Suomen Kuntaliitto 2012, 20), vaikka vanhastaan hulevedet on ollut tapana siirtää putkia pitkin pois syntypaikaltaan muualla käsiteltäväksi.



**Kuva 7:** Sateisena päivänä tielle kerääntyvät hulevedet vaikuttavat liikenteeseen. (Kuva: Mika Sirviö 2013.)

## Ympäristötekniikan projektit 1 & 2

Syksyllä 2012 aloitettiin yhteistyöprojekti hollolalaisen Rakennusbetoni- ja Elementti Oy:n kanssa. Yritys on Hollolan Kukonkankaan teollisuusalueella sijaitseva betonituotteita valmistava yritys, jonka kanssa samaan konserniin kuuluvat myös Hollolan Sora Oy sekä Mikrobetoni Oy. Tuotevalikoimaan kuuluvat esimerkiksi ACO-seinäelementit, Karantia-väestönsuojat, valmisbetoni ja erimalliset pihakivet. Kaikkiaan konsernin palveluksessa on noin 80 henkilöä. Tehdaskiinteistö sijaitsee I-luokan pohjavesialueella.

Projektiopintojaksojen tavoitteena oli luoda hulevesisuunnitelma, jonka avulla yrityksen laajojen piha-alueiden hulevedet saataisiin käsiteltyä asianmukaisesti. Aikaa projektille oli varattu koko syyslukukausi, jonka aikana työtä tehtiin kahdessa peräkkäisessä opintojaksossa, joiden yhteenlaskettu laajuus oli 11 opintopistettä.

Suunnittelutyö aloitettiin pienissä opiskelijaryhmissä. Aluksi yksi ryhmä kokosi yhteenedon kohdetontin ympäristöolosuhteista, joihin kuuluivat esimerkiksi sademäärät, pohjavesitiedot ja maaperän laatu sekä muoto. Myös kiinteistön ennestään käytössä olevat hulevesiratkaisut koottiin tähän esitykseen, samoin arviot tontilla syntyvän huleveden määrästä.

Neljän jäsenen ryhmiä muodostettiin yhteensä neljä kappaletta. Kukin ryhmä suunnitteli omalaisensa ratkaisun koko tontille erilaisia tekniikoita yhdistellen (kuva 8). Myös mahdollisessa tulipalotilanteessa syntyvät sammutusvedet huomioitiin suunnitelmissa, joissa niille osoitettiin tontilta sopiva väliaikainen varastoitumistila.



**Kuva 8:** Kaaviokuva erään nelihenken opiskelijaryhmän hulevesiratkaisuehdotuksesta Rakennusbetoni- ja Elementti Oy:n piha-alueita varten.

Luovan suunnittelun lisäksi kukin ryhmä laati myös kirjallisuusselvityksen, jossa esiteltiin useita erilaisia huleveden hallintatekniikoita yleisellä tasolla ja havainnollistettiin niiden käyttöä todellisissa kohteissa sekä Suomessa että ulkomailla. Kirjallisuusraporteissa käytettiin myös tieteellisiä lähteitä niihin asianmukaisesti viitaten. Raporttien muotoilu tehtiin ammattikorkeakoulun virallisen opinnäytetyöohjeen mukaan. Ryhmien kirjallisuusraporteista laadittiin lopulta yksi yhteenveto, joka toimitettiin yritykselle.

Projektin kahden opintojakson aikana luennoimassa kävi useita vierailevia asiantuntijoita, minä lisäksi koko ryhmä teki ekskursion Hämeenlinnan ammattikorkeakoulun Lepaan toimipisteeseen, jossa kuultiin lehtori Outi Tahvosen luento hulevesien käsittelystä sekä tarkasteltiin viherkattojen testausjärjestelyä (kuva 9). Samalla matkalla käytiin tutustumassa myös Hattulan teollisuusalueen hulevesiratkaisuihin, joista kertoi kunnan tekninen johtaja Janne Teeriaho.



**Kuva 9:** Hämeenlinnan ammattikorkeakoulun lehtori Outi Tahvonen esittelee viherkattojen testausjärjestelyä HAMK:n Lepaan toimipisteessä. (Kuva: Reetta Jänis 2012.)

Kun pienryhmien suunnitelmat oli esitetty yritykselle, jaettiin opiskelijat kahteen suureen ryhmään, joiden tehtävänä oli laatia hulevesisuunnitelma sekä kirjallisena että esitelmän muodossa. Toinen ryhmä laati suunnitelman ekologis-sosiaalisesta näkökulmasta, toinen taas omaksui teknis-taloudellisen painotuksen. Jako pohjautui ekskursiolla kuultuun Outi Tahvosen luento, jolla opitut tiedot olivat muutenkin erittäin hyödyllisiä suunnitelmia tehdessä.

Ekologis-sosiaalisessa suunnitelmassa ehdotettiin tontille esimerkiksi linjavesikourua ja salaojaa, kattovesien imeytyspisteiden kunnostamista sekä parkkipaikan uusimista reikäkivilaattoja ja painanteita hyödyntäen. Pieni viherkattokin olisi mahdollista sisällyttää ratkaisuun. Teknis-taloudellinen ryhmä puolestaan suunnitteli parkkipaikalle muun muassa autokatoksia ja hulevesikasettijärjestelmää sekä ajoreittien pinnoittamista.

Joulukuussa 2012 molemmat suunnitelmat esiteltiin Rakennusbetoni- ja Elementti Oy:lle sekä suullisesti että kirjallisesti. Suunnitelmissa ehdotettiin käytettäväksi useita eri hulevesitekniikoita ja niihin sisällytettiin myös alustavat kustannusarviot. Suunnitelmat jäivät yrityksen käyttöön vapaasti hyödynnettäviksi, ja yritys ilmaisikin tyytyväisyytensä tuloksiin.

### Opinnäytetyö: Hulevesisuunnitelma pohjavesialueella sijaitsevalle teollisuustontille

Kun Ympäristötekniikan projektit 1 ja 2 -opintojaksot olivat päättyneet vuoden 2012 lopussa, Rakennusbetoni- ja Elementti Oy halusi vielä jatkaa opiskelijayhteistyötä ja nimesi kaksi opiskelijaa jalostamaan hulevesisuunnitelmia entisestään. Molemmat nimetyt opiskelijat hyväksyivät tarjouksen ja saivat näin hulevesisuunnitelman laadinnasta yhteisen opinnäytetyöaiheen.

Työ aloitettiin alkuvuodesta 2013 keskustelemalla yrityksen kanssa tavoitteista ja toiveista. Opinnäytetyön tutkimusongelmaksi valikoitui I-luokan pohjavesialueella toimimisen asettamat haasteet teollisuuskiinteistön hulevesiratkaisulle. Tavoitteena oli löytää ratkaisu, joka täyttäisi viranomaisten vaatimukset ja olisi samalla taloudellisesti toteuttamiskelpoinen.

Opiskelijat havainnoivat kohdetontin maastoa ja haastattelivat pihalla työskenteleviä pyöräkoneiden kuljettajia huhtikuussa ennen varsinaisen kirjoitustyön aloittamista. Kirjoittaminen aloitettiin toukokuussa, mutta valtaosa kirjoitettiin kesä-, heinä- ja elokuun aikana. Opinnäytetyöhön liittyvä tiedonhaku sisälsi Internet-lähteiden ja kirjallisuuden tutkimisen lisäksi myös haastattelujen tekoa, sillä hulevesisuunnitelmassa viranomaisten kanta on olennaisessa roolissa. Haastatteluilla pyrittiin selvittämään, millaisia näkemyksiä viranomaisilla on erilaisista huleveden hallintatekniikoista pohjavesialueella toimittaessa.

Opiskelijat tekivät kolme viranomaishaastattelua kesäkuun aikana. Kysymyksiin vastasivat Hämeen ELY-keskuksen ylitarkastajat Ulla-Maija Liski ja Sinikka Koikkalainen sekä Lahden seudun ympäristöpalvelujen ympäristönsuojelutarkastaja Juha Alaluukas. Haastatteluissa selvisi, että viranomainen tarkastelee asioita niiden aiheuttaman riskin kautta, ei niinkään antamalla yksiselitteisiä käskyjä ja raja-arvoja. Ratkaisujen etsiminen jää kiinteistön omistajan vastuulle. Isot alueet kannattaa jakaa pienempiin osiin ja tarkastella niitä erikseen. Näin tehtiin myös opinnäytetyössä.

Opinnäytetyöhön sisältyvässä teoriaosiossa lähdetään liikkeelle huleveden määritelmästä ja kerrotaan hulevesijärjestelmän mitoituksen periaatteita. Ennen varsinaista suunnitelmaa esitellään erilaisia hallintatekniikoita suositeltavuusjärjestyksessä. Työssä kerrotaan myös taajama- ja pohjavesialueiden asettamista erityisvaatimuksista, hulevesiasioita koskevista laeista ja kohdealueen vuotuisista sademääristä. Kohdekiinteistölle esitetään myös laskukaavoihin perustuva teoreettinen arvio riskistä, että haitta-aineita pääsee pohjaveteen asti.

Opiskelijat loivat kaksi varsinaista hulevesisuunnitelmaa Rakennusbetoni- ja Elementti Oy:n tontille (kuva 10). Ensin laadittu suunnitelma (vaihtoehto A) perustuu pääosin lähes koko piha-alueen pinnoittamiseen, kaivoihin ja putkitukseen, jotta mahdollisesti likaantunutta hulevettä ei joudu pohjaveteen. Merkittävin vaihtoehto A:n sisältämä uudistus on nykyisen pysäköinti-alueen tilalle rakennettava suuri hulevesiallas ja pysäköinnin siirtäminen tontin koilliskulmaan metsikön paikalle.



**Kuva 10:** Rakennusbetoni- ja Elementti Oy:n tehtaan piha-alueet korostettuna ilmakehuvaan. Vasemmalla pohjois-eteläsuunnassa kulkeva tie on Kukonkankaantie Hollolassa.

Koska viranomaishaastattelussa selvisi, että kevyempikin hulevesiratkaisu riittää turvaamaan pohjaveden laadun, opiskelijat laativat mittavalle suunnitelmalleen vaihtoehdon B, jossa hyödynnetään enemmän imeytysratkaisuja pinnoittamisen sijaan. Uutena rakenteena suunniteltiin pieni lisäpysäköintialue asiakkaita varten sekä kaksi hulevesiallasta, joiden avulla pysäköintialueilla muodostuvan huleveden laatu voidaan tarkistaa ennen imeytysjärjestelmään johtamista.

Opinnäytetyö viimeisteltiin syyskuussa, jolloin opiskelijat pitivät loppuseminaarisesitelmänsä oppimiskeskus Fellmannian kaikille avoimessa tiedekahvila-tapahtumassa. Opinnäytetyö myös palkittiin kunniamaininnalla Cleantech-iltapäiväseminaarissa 20. marraskuuta, jossa myös Rakennusbetoni- ja Elementti Oy sai kunniamaininnan aktiivisesta osallistumisesta opiskelijayhteistyöhön. Opinnäytetyön jälkeen toinen opiskelijoista suoritti yrityksessä vielä työharjoittelujakson, jonka aikana erään varastotilan katolle toteutettiin koeluontoinen viherkatto yhteistyössä Helsingin yliopiston tutkijoiden kanssa.

## Lähteet

Eskola, R. & Tahvonen, O. 2010. Hulevedet rakennetussa viherympäristössä. HAMK:n julkaisuja 7/2010. Hämeenlinna: Hämeen ammattikorkeakoulu.

Suomen Kuntaliitto. 2012. Hulevesiopus. Helsinki: Suomen Kuntaliitto [viitattu 23.4.2014]. Saatavissa: <http://shop.kunnat.net/download.php?filename=uploads/hulevesiopus-2012.pdf>

## Ympäristömerkkiin perustuvan itsearviointijärjestelmän luominen Lahden Siivouspalvelulle

*Joonas Siitonen*

Lahden kaupunkiorganisaatio on viime vuosina kiinnittänyt huomiota taseyksikköjensä ympäristötehokkuuteen, keskittyen myös paljon toimistoympäristöihin. Lahti on ensimmäisenä kaupunkina Suomessa sitoutunut ottamaan Green Office –ympäristöjärjestelmän käyttöön kaikissa toimistoissaan (Green City 2013). Green Office on WWF:n (World Wide Fund for Nature) tarjoama ympäristöjärjestelmä toimistoille (WWF 2013). Lahden kaupungin talousarvioon 2013 on kirjattu linjaus, jonka mukaan Lahden Siivouspalvelun toimistosiiivouksen ympäristötehokkuutta tulisi tarkastella jonkin olemassa olevan ympäristökriteeristön mukaisesti. Tämän perusteella käynnistettiin projekti, jonka ensisijainen tavoite oli saada kuva taseyksikön toimistosiiivouksen ekologisen tehokkuuden nykytilasta. Lisäksi siivouspalvelulle tarvittiin työkalu, jolla ympäristöasioiden tilannetta pystyttäisiin seuraamaan jatkossa vuositasona.

Nykytilaselvityksen sekä työkalun pohjaksi valikoituivat Joutsenmerkin siivouspalveluille asetamat kriteerit. Suurelta osin tähän vaikutti kriteerien mainio soveltuvuus kohteeseen. Joutsenmerkkiä kohtaan oli myös osoitettu kiinnostusta Lahden Siivouspalvelun toimesta. Alusta asti mietittiin myös varsinaisen Joutsenmerkinnän hakemista ja selvitystyössä ja työkalun luomisessa noudatettiin tarkasti Joutsenmerkinnän asettamia kriteereitä. Joutsenmerkinnän hallinnointia Suomessa hoitavan Motiva Oy:n konsultit olivat avuliaita mahdollisten kysymysten vaivatessa.

Projekti koostui seuraavista työvaiheista: alueen rajaus, Joutsenmerkin kriteeristöön tutustuminen, siivousmateriaalien laadun ja pinta-alkohtaisen kulutuksen selvittäminen, suoriutumisen pisteytys sekä työkalun luonti jatkoseurantaa varten. Nykytilan kartoitukseen valikoitui 39 varsinaista toimitilaa ja esimerkiksi raput ja käytävät jätettiin tarkastelun ulkopuolelle. Toimistosiiivouksessa arvioitiin jätehuoltoa, koneiden ja laitteiden käyttöä, veden kulutusta, kemikaalien kulutusta ja muiden siivous tarvikkeiden kulutusta. Siivouspalveluille on tällä hetkellä voimassa Joutsenmerkin kriteeristö 76:n versio 2.2. Kriteeristö 76 koostuu pakollisista vaatimuksista ja pistevaatimuksista, joista pakolliset vaatimukset ovat niin sanottuja minimivaatimuksia, jotka tulee täyttää. Pistevaatimuksista on mahdollista kerätä Joutsenmerkin vaatima pistemäärä. Vaatimukset on jaoteltu seitsemäksi osa-alueeksi sisältöineen. (Ympäristömerkki 2009).

Seurantatyökalu tehtiin Microsoft Excel -ohjelman pohjalle, koska laskenta piti sisällään melko yksinkertaisia suhteuttamislaskuja. Työkalu automatisoitiin mahdollisimman pitkälle suljettujen kaavojen avulla, jotta loppukäyttäjän työtaakka jäisi minimiin. Kuvassa 11 on esimerkki työkalun jätehuolto-osasta. Luonnollisesti käyttöä varten kirjoitettiin sanalliset ohjeet. Yleisesti ottaen työskentelin Lahden Siivouspalvelun tiloissa ja olin aktiivisessa kanssakäymisessä Siivouspalvelun väen kanssa mahdollisimman tarkkojen ja vertailukelpoisten tulosten aikaansaamiseksi.



3. Jätehuollon vaatimukset	
3.1 Jätepusstit	
Vuoden aikana kulutetut jätepusstit	75500 kpl
Vuoden aikana kulutetut jätepusstit, mg/m <sup>2</sup>	198,31 mg/m <sup>2</sup>
Pisteytys	
4 p: alle 50 mg/m <sup>2</sup>	
3 p: 50 - 99 mg/m <sup>2</sup>	
2 p: 100 - 149 mg/m <sup>2</sup>	1 pistettä
1 p: 150 - 200 mg/m <sup>2</sup>	
0 p: yli 200 mg/m <sup>2</sup>	
3.2 Jätteiden lajittelu	
Omassa toiminnassa jätteet lajitellaan vähintään viiteen eri jätelajikkeeseen (merkitse kenttään: 1 = kyllä, 0 = ei)	1 pistettä
Pisteitä jätehuollosta yhteensä	
	2 /5

**Kuva 11.** Excel-pohjaisen työkalun jätehuoltoon keskittyvä osio

Nykytilanneselvitys alkoi alkukeväästä 2013, joten koettiin luonnolliseksi käyttää vuoden 2012 materiaali- ja pinta-alatietoja nykytilaselvityksessä. Selvityksen tuloksen mukaan Lahden Siivouspalvelun toimistosiiivous ei täytä Joutsenmerkin minimivaatimuksia. Täyttymättä jäi kaksi pakollista vaatimusta. Rima ei kuitenkaan ollut kaukana, sillä muutamia materiaalihankintoja uudelleen miettimällä Lahden Siivouspalvelun toimistosiiivous olisi valmis Joutsenmerkinnälle.

Lahden Siivouspalvelu sai Green Office -ympäristöjärjestelmän käyttöönsä syksyllä 2013. Joutsenmerkkiä sillä ei vielä ole, eikä vuoden 2013 tietojen perusteella pisteet eivät siihen riittäkään. Palveluesimies Sannamari Suvisillan mukaan vuoden 2014 toiminnan ja eri aineiden kulutuksen perusteella Joutsenmerkkiin sen sijaan on hyvä mahdollisuus. Seuranta varten luotu työkalu on ollut hyödyllinen juuri kulutuksen sekä muutoksen seuraamisessa.

Selvityksen perusteella tehdyn opinnäytetyöni kirjallisessa osuudessa totesin, että Joutsenmerkitty palvelu julkisella sektorilla olisi pioneiritöitä, joka olisi loistava valttikortti nimenomaan kaupungin ulkoisessa viestinnässä. Kuitenkin myös sertifioidun ympäristötöy on yhtä hyödyllistä toimintaa käytännön tasolla. Päälimmäisenä työskentelystä sekä Lahden Siivouspalvelun että Ecomill-ympäristötehokkuuspajan henkilöstön kanssa, jäi kuva molemminpuolisesta aidosta innostuneisuudesta ja pyrkimyksestä saada kehitystä aikaan nimenomaan käytännössä. Tämän vuoksi koin jo pelkästään työskentelyn aiheen parissa palkitsevaksi.

## Lähteet

Green City. 2013. Green Office toimistojen työkaluksi [viitattu 26.4.2014]. Saatavissa: <http://www.greencity.fi/pilotit/energia/green-office-toimistojen-tyokaluksi>

Ympäristömerkki 2009. Joutsenmerkin kriteerit: Siivouspalvelut [viitattu 26.4.2014]  
Saatavissa: <http://joutsenmerkki.fi/wp-content/uploads/2013/08/Siivouspalvelut-versio-2.3.pdf>

WWF 2013. Mikä Green Office. [Viitattu 26.4.2014] Saatavissa: <http://wwf.fi/vaikutakanssamme/greenoffice/mika-green-office/>

## Kovalevytuotteen ympäristöselosteen laatiminen elinkaariarvioinnin pohjalta

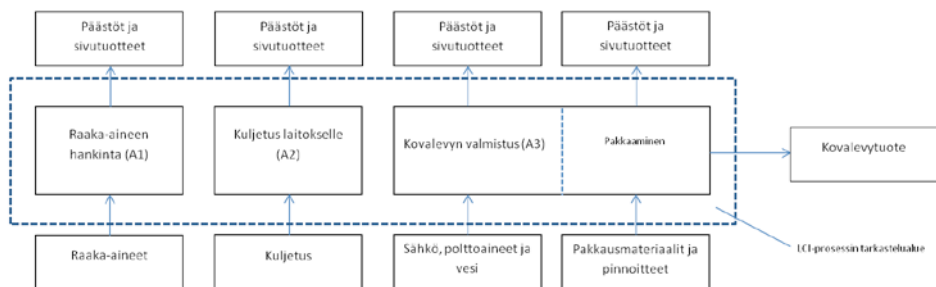
*Petri Korhonen*

Opinnäytetyön tavoitteena oli tuottaa Suomen Kuitulevy Oy:n kovalevytuotteelle standardin SFS-EN 15804 mukainen tyyppin III ympäristöseloste. Ympäristöselosteen on tarkoituksena toimia työkaluna yrityksen normaalissa yritysten välisessä viestinnässä ja markkinoinnissa sekä osaltaan edistää yrityksen toiminnan läpinäkyvyyttä ympäristöasioissa. Kovalevyllä tehtiin standardin SFS-EN ISO 14040 mukaan elinkaaritarkastelu, josta saatiin selosteessa ilmoitettavat arvot. Ympäristöselosteen varmentamista varten tehtiin projektiraportti, johon koottiin elinkaariarvioinnissa käytettyjen tietojen ja oletusten perustelut ja taustat. Opinnäytetyön kirjallisessa raportissa käsiteltiin edellämainittujen asioiden lisäksi elinkaariarvioinnin ja ympäristöselosteen taustalla olevia standardeja, käytettäviä ohjelmistoja ja tietokantoja sekä puulevyteollisuutta yleisesti.

Tyyppin III ympäristöseloste on vapaehtoinen ja julkinen dokumentti, joka tarjoaa määrällistä, tieteellistä ja harmonisoitua ympäristötietoa rakennustuotteesta tai -palvelusta. Koko elinkaaren kattava ympäristöseloste antaa tietoja myös rakennuksen käytön aikaisista, terveyteen vaikuttavista päästöistä sisäilmaan, maaperään ja veteen. Rakennusalan ympäristöselosteiden tavoitteena on luoda puitteet rakennustason ja rakennustöiden ympäristöpainotteiseen arviointiin sekä tarpeen mukaan ohjata päätöksentekijää vähemmän ympäristöä kuormittaviin vaihtoehtoihin. (SFS-EN 15804 2012, 8.)

Ympäristöselosteessa ilmoitettavat arvot saatiin kovalevytuotteelle suoritetusta elinkaariarvioinnista. Kovalevyn elinkaari rajattiin käsittämään tuotevaiheen (”kehdestä tehtaan portille”), eli raaka-aineiden hankinnan, kuljetukset sekä valmistuksen. Tuotevaiheeseen kohdistuva elinkaariarviointi ei kata tuotteen elinkaaren rakennusvaiheen, käyttövaiheen ja käytöstä poiston aikana aiheutuneita ympäristövaikutuksia.

Tarkasteltu tuote on Suomen Kuitulevy Oy:n Heinolan tehtaalla märkämenetelmällä valmistettu kuitulevy. Tuote koostuu pääasiassa kotimaisessa puuteollisuudessa syntyvistä jätteistä, kuten seulontapurusta ja sahanpurusta. Kyseistä kuitulevyä tehdas valmisti 47 777 kuutiometriä vuonna 2012. Työssä ei tarkasteltu levyn maalaamista tai pinnoittamista. Tarkastelun rajausta on havainnollistettu kuvassa 12.



**Kuva 12:** Tuotejärjestelmän vuokaavio

Työssä ei hyödynnetty maksullisia elinkaaritarkasteluun erikoistuvia ohjelmistoja tai tietokantoja, sillä niihin ei ollut pääsyä. Työ suoritettiin pääasiassa Microsoft Excel -ohjelmalla. Laskennat koostuivat suurimmaksi osaksi yksinkertaisesta matematiikasta sekä eri tietojen luokittelusta ja karakterisoinnista. Tarkastelussa käytettiin kyseisen vuoden tietoja. Käytetyt tiedot olivat pääasiassa yrityksen keräämiä, eikä ylimääräisiä mittauksia vaadittu. Kovalevyn valmistusta edeltävistä ja seuraavista prosesseista kerättiin tietoa haastatteluilla. Tietoja ei kuitenkaan aina ollut saatavilla tai niitä ei haluttu luovuttaa, jolloin ne jätettiin tarkastelun ulkopuolelle.

Elinkaaritarkastelun tulokset vastasivat suuruusluokiltaan käsitystä kyseisten prosessien vaikutuksista. Suurimmat yksittäiset ympäristövaikutukset aiheutuivat energiantuotannon hiilidioksidipäästöistä, joita syntyi edeltävissä prosesseissa merkittäviä määriä. Itse kovalevyn valmistuksen voidaan sanoa olevan ympäristöystävällistä, sillä päästöt ja jätemäärät ovat vähäisiä. Lisäksi käytetyt raaka-aineet koostuvat suurimmaksi osaksi puuteollisuuden sivutuotteista, eikä tuotannossa käytettävien kemikaalien ja muiden lisäaineiden määrä ole merkittävä.

Opinnäytetyö tehtiin vuoden 2014 kevään aikana. Elinkaariarvioinnin tekeminen ilman asiaankuuluvaa ohjelmistoa ja menetelmätuntemusta paitsi hidasti projektin etenemistä, myös saattoi osaltaan vaikuttaa tulosten laatuun. Opinnäytetyön käytännön osuuden katsotaan kuitenkin täyttäneen sille asetetut määrälliset tavoitteet. Laadullisten tavoitteiden toteutuminen selviää tarkemmin ympäristöselosteen todentamisen yhteydessä. Todentamisen jälkeen yritys voi käyttää ympäristöselostetta normaalissa liiketoiminnassaan.

## Lähteet

SFS-EN 15804. 2012. Kestävä rakentaminen. Rakennustuotteiden ympäristöselosteet. Laadinnan yleissäännöt. Helsinki: Suomen Standardoimisliitto.



Lämmönjakohuoneessa järjestelmä valjastetaan esilämmittämään lämpimäksi talousvedeksi tulevaa kylmää vettä, joka on kylmimmillään noin +5 oC -asteista. Tavoitteena on siis vähentää kaukolämmönsiirtimen lämmitystehon tarvetta ja tämän kautta vähentää kaukolämmön tarvetta käyttöveden lämmittämisessä, jolloin myös kaukolämpökulut laskevat.

Talousveden lämmitys on yksinkertaisin tapa saada aikaan tehokkaan lämmönsiirron vaatima lämpötilaero. Mitä suurempi lämpötilaero on ulospuhallettavalla ilmalla ja kylmällä talousvedellä, sitä suurempi hyöty suunnitellusta järjestelmästä saadaan. Huonona puolena on lämpimän käyttöveden vaihteleva käyttö, mutta toisaalta kerrostalossa lämmintä talousvettä käytetään melkeinpä jatkuvasti. Suunnitellussa järjestelmässä talousveden lämmityksessä ei siis käytetä lainkaan lämpöpumpua, vaan talteenotto perustuu ainoastaan poistoilman ja talousveden lämpötilaeroon. Samasta syystä lämmön talteenottojärjestelmä ei tarvitse säätöä, koska ilman lämpöpumpua ei ole pelkoa esimerkiksi talousveden liian suuresta lämpötilan noususta, eli kiehumisesta.

Ilmamäärän perusteella siis laskettiin poistoilmasta saatava maksimiteho, jonka perusteella etsittiin sopivat komponentit. Työssä esiteltiin vaihtoehtoina kaksi erikokoista patterikennovaihtoehtoa, muuten järjestelmä oli molemmissa tapauksissa komponenteiltaan samanlainen. Lämmön talteensaannissa patterikennon koko on suurin yksittäinen tekijä. Mitä suurempi kenno, sitä enemmän saadaan lämpöenergiaa talteen. Kuitenkin koon valinnassa on pidettävä mielessä realiteetit, kuinka suuri kenno pystytään asentamaan ilmanvaihdon poistopuhaltimen yhteyteen järkevästi. Opinnäytetyössä suuremmaksi kennovaihtoehdoksi valittiin Fläktwoods QLCM-sarjan malli, jonka mitat ovat 1050 x 803 millimetriä, ja pienemmäksi saman valmistajan QJCD-sarjan malli, jonka mitat ovat 400 x 400 millimetriä (Fläktwoods 2014, 21, 95).

Patterikennovaihtoehtojen valinnan jälkeen pystyttiin laskemaan molemmista järjestelmävaihtoehtoista saatavat säästöt, kulut ja takaisinmaksuajat. Suuremmalla QLCM-kennolla saadaan enemmän lämpöenergiaa talteen, noin 101 MWh, ja pienemmällä QJCD-kennolla noin 59 MWh vuodessa. Säästöä järjestelmällä syntyy vuodessa pienemmällä QLCD-kennolla noin 3 080 euroa ja suuremmalla QLCM-kennolla noin 5 850 euroa. Molempien järjestelmävaihtoehtojen hinta-arvio asennuksineen jää hieman alle 5 000 euron. Tällöin takaisinmaksuaika pienemmän kennon järjestelmällä on noin 19 kuukautta ja suuremman kennon järjestelmällä noin 10 kuukautta. Pienemmällä QJCD-kennolla säästöä talousveden lämmityksessä syntyy noin 14 prosenttia ja suuremmalla QLCM-kennolla noin 24 prosenttia. Talon kokonaiskulutuksessa nämä vastaavat viiden ja kahdeksan prosentin säästöä kaukolämpökuluissa.

Työn tulos yllätti hyvin positiivisesti, sillä oli odottamatonta, että näinkin yksinkertaisella järjestelmällä saataisiin näin hyviä tuloksia. Halpa hinta luonnollisesti vaikuttaa erittäin kilpailukykyiseen takaisinmaksu aikaan. Seuraava vaihe opinnäytetyössä suunnitellun järjestelmän tutkimiseksi olisi rakentaa kohteeseen prototyyppi, jonka avulla järjestelmästä saatava todellinen hyöty selviäisi paremmin.

## Lähde

Fläktwoods. 2014. Lämmönsiirtimet [viitattu 21.4.2014]. Saatavissa: <http://www.flaktwoods.fi/b74e3dfd-1c81-4eed-b9dc-835fe3628ad9>

# Kampusfillarit alojen ja koulutusorganisaatioiden välisenä yhteistyönä

Reetta Jänis

Kierrätetyt kampuspyörät –projekti on esimerkki Päijät-Hämeen koulutus konsernin sisäisestä monialaisesta yhteistyöprojektista, johon osallistui opiskelijoita ja opetushenkilökuntaa Lahden ammattikorkeakoulusta, Koulutuskeskus Salpauksesta ja Tuoterenkaasta. Monialaisella yhteistyöllä tarkoitetaan eri ammattiryhmiin kuuluvien asiantuntijoiden yhteistyötä ja yhdessä työskentelyä jonkin tavoitteen saavuttamiseksi. Monialaisuuden rinnalla on käytössä käsite moniammatillinen yhteistyö, joka pitää sisällään ammattien rajoja rikkovat työskentelymuodot. (Kontio 2010, 8). Kierrätetyt kampuspyörät -projektissa kunnostettiin käytöstä poistetuista polkupyöristä Oppimiskeskus Fellmannian ilmeen mukaisia, lainkäyttöön tarkoitettuja kampusfillareita. Monialaisen yhteistyön yhtenä tavoitteena oli huomioida asiakkaan eli Oppimiskeskus Fellmannian tarpeet mahdollisimman kokonaisvaltaisesti.

## Monialainen yhteistyö käytännössä

Lahden ammattikorkeakoulun ympäristötekniikan opiskelijat ideoivat ja suunnittelivat vaihtoehtoisia kampusfillarien käyttökonsepteja Kestävä kehitys kaupunkiekosysteemeissä –opintojaksolla. Käyttökonsepteissa on huomioitava välineet ja tekniikka esimerkiksi lukitusjärjestelmä, palvelun tarjonta ja rakenne esimerkiksi käyttäjäryhmä sekä käyttökustannukset ja rahoitusmallit. (Urbaani ratas, 2013, 3). Kestävä kehitys kaupunkiekosysteemeissä –opintojakson tuloksena saatiin 10 erilaista konsepti-ideaa, joista tehtiin posterit. Kuvassa 14 on esimerkkejä konsepti-ideoista.



Kuva 14. Ympäristötekniikan opiskelijoiden ideoimia Kampusfillari-konsepteja.

Kunnostettavat pyörät saatiin Päijät-Hämeen koulutus konsernin henkilökunnalta ja Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy:ltä lahjoituksena. Tavoitteena oli saada 10 hyväkuntoista pyörää. Pyörien kuljetuksesta ja kunnostuksesta vastasi Tuoterengaan pienkonehuolto. Koulutuskeskus Salpauksen pintakäsittelyalan opiskelijat maalasivat pyörät Fellmannian ilmeen mukaisesti limen vihreäksi.

Lahden ammattikorkeakoulun ajoneuvomuotoilun opiskelijat Sami Kallamäki ja Viljami Räisänen osallistuivat projektiin tavoitteena suunnitella Fellmannian kierätyspolkupyörille ulkoasu. Opiskelijat käyttivät suunnittelussa Muotoiluinstituutin kuvankäsittely- ja visualisointityökaluja ja saivat työstä materiaalia omaan portfolioon. Opiskelijat koostivat erilaisia vaihtoehtoja visuaalisen ilmeen luomiseksi (kuva 15) ja samalla yritettiin miettiä ratkaisua joka olisi myös taloudellisesta näkökulmasta toteuttamiskelpoinen. Syksyllä ideoista valittiin jatkojalostuskelpoisimmat. Lopuksi pyöriin valittiin Viljami Räisäsen renkaisiin asennettava muovinen kiekko. Kiekkon toteuttamisesta vastasi Koulutuskeskus Salpauksen muovialan opiskelijat opettajan johdolla.



**Kuva 15.** Sami Kallamäen ja Viljami Räisäsen kampusfillarien ulkoasuideoita. (Kallamäki & Räisänen, 2013)



Pyörät tukevat sekä opiskelijoiden kätevää liikkumista eri kampusalueiden välillä että Fellmannian kestävä kehityksen edistämistä. Fellmannian kampusfillarit on tarkoitettu lähinnä Lahden ammattikorkeakoulun liiketalouden ja tekniikan alojen opiskelijoille lainattaviksi. Näillä koulutusaloilla järjestetään opetusta eri paikoissa, jolloin syntyy tarvetta liikkua eri kampusten välillä päivän aikana. Fillarien kotipesä on Fellmanniassa, josta pyörät lainataan ja jonne ne myös palautetaan niille varattuun pyörätelineeseen Fellmannian aukioloaikoina. Niemessä ja Ståhlberginkadulla kampusfillarien pyörätelineet merkitään samanlaisilla kiekkoilla, jotka ovat kampusfillarien pinnojen välissä.

## Monialaisuuden haasteet

Kierrätetyt kampuspyörät –projekti käynnistyi maaliskuussa 2012 ja pyörät otettiin käyttöön vuoden päästä projektin käynnistymisestä. Ilman EcoMill-projektin suunnittelijan aktiivista koordinoitua pyörät eivät olisi valmistuneet tällä aikataululla. Haasteena oli monialaisuuden lisäksi Kampusfillari-projektin eri osaprojektien integrointi perusopetukseen sekä kaikkien osapuolien toiminnan aikatauluttaminen. Kontion mukaan moniammatillinen yhteistyö vaatii vastuunottoa kaikilta osapuolilta, selkeää käsitystä omasta tehtävästä ja kokonaisuuden ymmärtämistä. (Kontio, 2010, 8) Jatkossa monialaista yhteistyötä tulee lisätä, sillä lopputulokset ovat huomattavasti laadukkaampia asiakkaan kannalta. Erityisesti eri koulutustasojen välinen yhteistyö tuo uusia näkökulmia opetukseen ja valmistaa opiskelijoita monialaiseen työelämään, jossa on osattava toimia erilaisten ihmisten kanssa. Kierrätetyt kampuspyörät –projektin aikana todettiin, että monialaisen yhteistyön onnistumisen avainasioita ovat kokonaisuuden koordinoimisen keskittäminen yhden osapuolen vastuulla ja kaikkien osallistujien ymmärrys kokonaisuudesta, mihin oma osa-alue liittyy.

## Lähteet

Kallamäki S.& Räisänen V. 2013. Fellmannian fillarit. Projektiraportti. Muotoiluinstituutti. Lahden ammattikorkeakoulu.

Kontio M., 2010, Moniammatillinen yhteistyö, TUKEVA-hanke, Oulun seutu

Urbaani ratas. Lahden kaupunkipyöräkonsepti. 2013. Ramboll.

## Ympäristöpeli monialaisen yhteistyön tuloksena

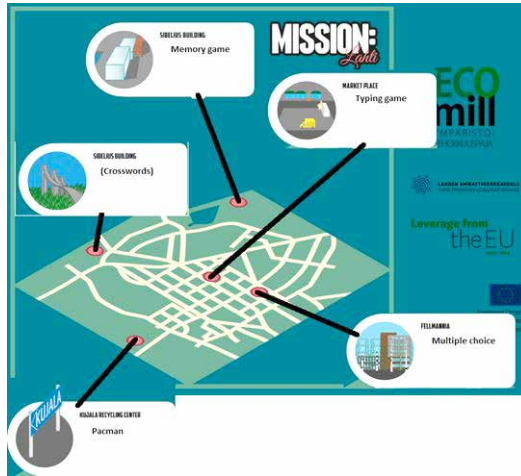
*Maarit Virtanen ja Jarmo Pitkäniemi*

Yksi EcoMill-projektin tavoitteista oli lisätä uuden opetusteknologian käyttämistä Lahden ammatti-korkeakoulussa. Projektissa toteutettu ympäristöaiheinen verkko-opetuspele tarjoaa opiskelijoille ympäristötietoutta helposti lähestyttävällä tavalla. Peli suunniteltiin ja toteutettiin monialaisena yhteistyöprojektina ympäristötekniikan, mediatekniikan, ohjelmistotekniikan ja Muotoiluinstituutin opiskelijoiden ja opettajien kanssa. Pelin ideointiin osallistui myös liiketalouden opiskelijoita.

Ympäristöpeli on suunnattu Lahden ammattikorkeakoulun kaikkien alojen uusille opiskelijoille. Lahden ammattikorkeakoulu on sitoutunut noudattamaan kansallista kestävän kehityksen yhteiskuntasitoutumusta ja edistämään sen kautta kestävää kehitystä kaikilla koulutusaloilla. Yhteiskuntasitoutumuksen tavoitteisiin kuuluvat muun muassa kestävät yhdyskunnat ja paikallisyhteisöt, hiilineutraali yhteiskunta, resurssiviisas talous sekä luonnon kantokykyä kunnioittavat elämäntavat.

Verkko-opetuspele on yksi tapa edistää ympäristöasioita. Pelin tavoitteena on ennen kaikkea herättää ajatuksia ympäristöasioiden laaja-alaisuudesta ja kannustaa miettimään omia vaikutusmahdollisuuksia sekä tulevassa työssä että vapaa-ajalla. Opettajien kannalta verkko-opetuspele on helppo toteuttaa. Opiskelijat voivat pelata pelin läpi itsenäisesti, minkä lisäksi voidaan tehdä esimerkiksi ryhmätöitä tai muuten keskustella pelin eri teemoista. Peliä voidaan hyödyntää myös uuden henkilöstön perehdyttämisessä.

Alun perin pelin ideointi ja käsikirjoittaminen aloitettiin vuoden 2013 marraskuussa. Mediatekniikan ja ohjelmistotekniikan opiskelijat ryhtyivät luomaan pelin tekniikkaa ja ulkoasua alkuvuodesta 2014 ja pele löysi lopullisen muotonsa kevään mittaan. Tapahtumapaikkana on Lahden kaupunki, ja ympäristöasioiden lisäksi pele sisältää myös yleistä Lahti-tietoutta. Kielenä on englanti, joten pele soveltuu myös vieraskielisten tutkinto- ja vaihto-opiskelijoiden käyttöön. Koska pelattavat kohteet sijoittuvat Lahden keskustan kartalle, kaupunkiin tutustutaan paitsi tekstisisällön kautta myös visuaalisesti (kuva 16).



**Kuva 16.** Ympäristöpelin aloitusruudun visuaalisen ilmeen on suunnitellut Muotoiluinstituutin opiskelija Eetu Stenberg.

Tarjolla on viisi erilaista alapeliä viidessä eri kohteessa. Satama-tason peli on luonteeltaan muistipeli, jonka teemana on Vesijärven kunnostus: oikean parin löydyttyä esiin tulee aiheeseen liittyviä tietolaatikoita. Kauppatorilla vastataan monivalintakysymyksiin, joiden aiheisiin lukeutuvat muun muassa vesistöjen suojeleminen, energia, liikenne ja jätehuolto, unohtamatta yleisiä Lahden kaupunkiin liittyviä kysymyksiä. Kolmas tietopohjainen peli sijoittuu mäkihypyttornien juurelle ja siinä ratkotaan pieniä ympäristöaiheisia sanaristikkoja annettujen vihjeiden perusteella.

Vastapainoksi tietopeleille viidestä tasosta kaksi on hieman toiminnallisempia. Ne sijoittuvat oppimiskeskus Fellmanniaan ja Kujalan jätekeskukseen. Koska opintojen aikana nopea tietokoneella kirjoittaminen on erittäin hyödyllinen taito, Fellmanniassa pelaaja saa testata konekirjoitustaitojaan aikarajan puitteissa. Kujalassa pelattavana on Pac-Man-tyylinen peli, jonka periaate on vanhastaan tuttu monille, mutta joka on saanut uuden jäteaiheisen ilmeen ympäristöteeman mukaisesti.

Verkko-opetuspelejä on osa Lahden ammattikorkeakoulussa kehitteillä olevaa viiden opintopisteen ympäristöopintokokonaisuutta kaikille opiskelijoille, opiskelualasta riippumatta. Opintokokonaisuudessa peli toimisi johdantona ympäristöasioihin sekä keskustelun avaajana eri teemoihin. Ympäristöpelin lisäksi opiskelijat perehtyisivät oman alansa erityiskysymyksiin esimerkiksi ympäristöauditoinnin kautta. Ympäristöpelin ensimmäinen versio valmistui keväällä 2014. Peli tulee ensi kertaa opiskelijoiden käytettäväksi ja samalla testattavaksi seuraavana syksynä. Jatkossa peliä voidaan kehittää eteenpäin ja siihen voidaan lisätä esimerkiksi eri alojen ympäristökysymyksiin painottuvia osioita sekä uusia peli-ideoita.

## Julkaisut ja tuotokset

### Abstraktit

*Mälkki, Helena.* 2012. Energy engineering students on their way to expertise in sustainable energy. Abstrakti ja esitys. 53rd International Scientific Conference, Riga, Latvia 11.-12.10.2012.

*Peltonen, Petri & Mälkki, Helena.* 2011. Sustainable energy reform comparison in bilateral Finnish – Mediterranean regional collaboration. Abstrakti ja esitys. Dubrovnik, Kroatia 26-29.9.2011.

*Vanhamäki, Susanna.* 2012. Työelämälähtöistä oppimista ympäristötehokkuuspajassa. Abstrakti ja esitys, AMK- ja ammatillisen koulutuksen tutkimuspäivät, Tampere 7.-8.11.2012.

*Vanhamäki, Susanna & Jänis, Reetta.* 2012. Monialainen projektioppiminen ympäristöosaamisen kartuttajana. Abstrakti ja posterit, Lahden tiedepäivä 27.12.2012.

### Artikkelit

*Halmemies, Sakari & Jänis, Reetta.* 2014. Hulevesien tonttikohtainen hallinta pohjavesialueella olevalla tehdaskiinteistöllä. Viherympäristö 2/14.

*Jänis, Reetta & Virtanen, Maarit.* 2012. Ympäristötehokkuus projektioppimisen lähtökohtana. Artikkelit ja esitys, Insinöörikoulutuksen foorumi, Tampere 3.-4.10.2012.

*Kostia, Silja; Aarrevaara, Eeva; Carroll, Paul & Jänis, Reetta.* 2013. R&D projects and curriculum development. Proceedings of the 9th International CDIO Conference, Massachusetts Institute of Technology and Harvard. University School of Engineering and Applied Sciences, Cambridge, Massachusetts, June 9 – 13, 2013.

*Kärnä, Päivi.* 2012. Linja-auton materiaalihiiljalanjälki. Artikkelit ja esitys, Lahden tiedepäivä. 27.11.2012.

*Lettenmeier, Michael; Autio, Sakari & Jänis, Reetta.* 2013. Project-based learning on life-cycle management – A case study using material intensity analysis. Artikkelit ja esitys, World Resources Forum, 6-9.10.2013, Davos, Sveitsi.

*Peltonen, Petri.* 2012. Problem-based Learning in the Teaching of Environmental Technology in Collaboration between Students and Working life. Artikkelit ja esitys, International Conference on Problem Based Learning, Rovaniemi 12-13.4.2012.

*Peltonen, Petri ja Mälkki, Helena.* 2011. Sustainable energy reform comparison in bilateral Finnish-Mediterranean regional collaboration. Artikkelij ja esitys, Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems, 6th Dubrovnik Conference, 26-29.9.2011.

*Peltonen, Petri; Vanhamäki, Susanna; Mälkki, Helena & Jänis, Reetta.* 2013. Problem-based Environmental Learning in Building and Demolition Waste Technology. Artikkelij ja esitys, INTED 2013, Valencia 4-6.3.2013.

## Raportit

*Alexandrova, Inna; Huhta, Suvi; Koivula, Riikka; Kärkkäinen, Silja; Lappi, Joni; Lindfors, Mona; Pitkäniemi, Jarmo; Siitonen, Joonas & Väänänen, Eppu.* 2012. Ekologis-sosiaalinen hulevesisuunnitelma, Rakennusbetoni ja -Elementti Oy. Selvitysraportti. Lahden ammattikorkeakoulu.

*Knuuttilla, Anni; Korhonen, Petri; Lahti, Topias; Malkavaara, Ilkka; Merontausta, Esko; Parkki, Timo; Roponen, Merja; Sirviö, Mika & Virtanen, Ville.* 2012. Teknis-taloudellinen hulevesisuunnitelma; Hulevesien käsittelymenetelmät ja kustannukset. Rakennusbetoni- ja Elementti Oy. Selvitysraportti. Lahden ammattikorkeakoulu.

*Autio, Sakari; Honkola, Lauri; Jänis, Reetta; Jäävuori, Akseli & Vallittu Lauri.* 2014. Rälssin maankaatopaikan jäljellä olevan läjitystilavuuden määrittäminen ja pohdintaa ylijäämämaiden hyötykäyttöön. Selvitysraportti. Lahden ammattikorkeakoulu.

*Hartikainen, Ville (toim.).* 2012. Biojättemittauksien yhteenvedonraportti. Lahden ammattikorkeakoulu.

*Haukkala, Mervi; Hyttinen, Leni; Jäntti, Anniina; Metsärinne, Anniina & Vepsäläinen, Johanna.* 2012. Jätehuoltokartoitus, Mukkulan peruskoulu. Lahden ammattikorkeakoulu.

*Heinola, Eero.* 2014. Poistoilman lämmön talteenoton kehittäminen vanhaan kerrostaloon. Case: Oppilastalo Oy. Opinnäytetyö. Lahden ammattikorkeakoulu.

*Heinonen, Henri; Jänis, Reetta; Järvinen, Janica; Metsärinne, Anniina; Pere, Juha; Siitonen, Joonas; Toikkanen, Anna ja Virtanen Ville.* 2013. Hollolan Sora Oy: Melumittausraportti. Lahden ammattikorkeakoulu.

*Huotari, Arja; Kenttä, Jenna; Kontturi, Helinä; Metsärinne, Anniina & Toikkanen, Anna.* 2014. Energianeuvonta: Oppilastalo Oy:n asukkaiden energianeuvonta. Raportti. Lahden ammattikorkeakoulu.

*Korhonen, Petri.* 2014. Kovalevytuotteen ympäristöselosteen laatiminen elinkaariarvioinnin pohjalta. Opinnäytetyö. Lahden ammattikorkeakoulu.

- Kärnä, Päivi.* 2012. Carbon footprint of the raw materials of an urban transit bus: case study: diesel, hybrid, electric and converted electric bus. Selvitysraportti. Lahden ammattikorkeakoulu.
- Niemelä, Henna.* 2013. Betonivalmistuksen hienojakeisen jätteen hyötykäytön tehostaminen – Katsaus alan teknologiaan ja kirjallisuuteen. Esiselvitysraportti. Lahden ammattikorkeakoulu.
- Paronen, Essi.* 2011. Green Office-ympäristöjohtamisjärjestelmän käyttöönotto kaupungin organisaatiossa. Diplomityö. Aalto-yliopisto Insinööritieteiden korkeakoulu.
- Pitkäniemi, Jarmo (toim.).* 2014. Melumittausraportti: Suomen Kuitulevy Oy. Lahden ammattikorkeakoulu.
- Siitonen, Joonas.* 2013. Ympäristömerkkiin perustuvan itsearviointijärjestelmän luominen Lahden Siivouspalveluille. Selvitysraportti. Lahden ammattikorkeakoulu.
- Pitkäniemi, Jarmo & Sirviö, Mika.* 2013. Hulevesisuunnitelma pohjavesialueella sijaitsevalle teollisuustontille: Rakennusbetoni- ja Elementti Oy, Hollola. Selvitysraportti. Lahden ammattikorkeakoulu.
- Vanhamäki, Susanna (toim.).* 2012. Kirjallisuusselvitys: Hulevesiratkaisut. Lahden ammattikorkeakoulu.
- Vanhamäki, Susanna (toim.).* 2013. Aurinkoenergian mahdollisuudet Oppilastalo Oy:n kohteissa. Selvitysraportti. Lahden ammattikorkeakoulu.
- Virtanen, Maarit (toim.).* 2012. Jätehuoltosuunnitelma: Finndomo Oy, Hartolan tehdas. Selvitysraportti. Lahden ammattikorkeakoulu.

## Posterit

- Aalto, Jenni; Heinonen, Ninni; Lehmusvaara, Eero & Taavela Iida.* 2012. Kampuspyörä.
- Aaltonen, Jenni; Kaartti, Sara; Laukkanen, Anna; Nevalainen, Kaisa & Ojala, Johanna.* 2012. Kampuspyörällä helposti ja nopeasti!
- Haarala, Joni; Heikkilä, Hanna; Helppi, Ville; Kettunen; Piritta & Tiainen Sami.* 2012. Fillarilla Fellmanniaan.
- Haikola, Heli; Toikkanen, Anna & Torkell, Helinä.* 2012. Kampuspyörä.
- Haukkala, Mervi; Hyttinen, Leni; Jäntti, Anniina; Metsärinne, Anniina & Vepsäläinen, Johanna.* 2012. Linaa kampuspyörä.

*Herlevi, Lisa-Marie; Kenttä, Jenna, Nykänen, Ville; Ruokonen, Olli & Salminen, Saku.* 2012. Feltsufillari.

*Hollmén, Ida; Montell, Ida & Planting, Pauliina.* 2012. Kestävästi kampuspyörällä - Helppo tapa säästää aikaa.

*Honkola, Lauri; Jäävuori, Akseli; Vallittu, Lauri & Vallius, Joel.* 2012. Fellmanniapyörä.

*Huotari, Arja; Karell, Jasmin; Kiuru, Jenna; Laine, Heli & Sääksjärvi, Mirka.* 2012. Kampupyörä.

*Ihalainen, Sivi; Nieminen, Viivi & Leppänen, Henna.* 2012. Kekepyörät.

*Vanhamäki, Susanna & Jänis, Reetta* 2012. Monialainen projektioppiminen ympäristöosaamisen kartuttajana

## Muut

*Helppi, Ville.* 2012. Rakennusbetoni- ja Elementti Oy:n tuotteiden ympäristöselosteet: ACO kevytsorabetoninen seinäelementti, EMHU-380 ja HarkkoBlock-elementti.

*Himanka, Sanna & Kärnä, Päivi.* 2014. Koskitukki Oy:n tuotekortit puunhankinnan ja puunjalostuksen sivutuotteena syntyvistä hakelaaduista.

EcoMill-ympäristötehokkuuspaja on vuosina 2010-2014 toteutettu ESR-rahoitteen projektina, jossa opetuksen toimintamuotojen kehittämisen sisältönä oli pk-yritysten ja muiden organisaatioiden ympäristötehokkuusongelmien ratkaiseminen. Projekti toteutettiin yhteistyössä Lahden ammattikorkeakoulun teknikan alan ja Aalto-yliopiston Insinööritieteiden korkeakoulun Lahden keskuksen kanssa.

EcoMill-projektin tavoitteena oli lisätä koulutuksen työelämälähtöisyyttä ja vuorovaikutusta työnantajien suuntaan sekä parantaa opiskelijoiden projektiosaamista ja samalla tehostaa yritysten ympäristötehokkuutta. Opiskelijoiden ja yritysten välisissä projekteissa myös yritysten henkilökunnan valmius toimia opiskelijaprojektien mentorina kehittyi. Opetushenkilökunta sitotettiin mukaan yhteistyöprojekteihin ja heidän taitojaan toimia projekteissa kehitettiin erilaisilla koulutuksilla, kuten opetusmenetelmien ja työkalujen käyttökoulutus.

Lisätietoja Ecomill-projektista löytyy osoitteesta: [www.lamk.fi/ecomill](http://www.lamk.fi/ecomill)



**LAHDEN AMMATTIKORKEAKOULU**  
*Lahti University of Applied Sciences*

## Lahden ammattikorkeakoulun julkaisusarjat

A Tutkimuksia

B Oppimateriaalia

C Artikkelikokoelmat, raportit ja muut ajankohtaiset julkaisut

ISSN 1457-8328

ISBN 978-951-827-202-4