

Vertailu tuulivoimapuiston meri- ja maantiekuljetuksesta Renewtech-projekti

Anni Anttila & Riina Mylläri



KYAMK

University of Applied Sciences

VERTAILU TUULIVOIMAPUISTON MERI- JA MAANTIEKULJETUKSESTA

RENEWTECH-PROJEKTI

Anni Anttila

Riina Mylläri



Kotka 2014

Kymenlaakson ammattikorkeakoulun julkaisuja.

Sarja B. Tutkimuksia ja raportteja Nro 114

© Tekijä(t) ja Kymenlaakson ammattikorkeakoulu

Kannen ulkoasu: Mainostoimisto Nitro ID

Taitto- ja paino: Tammerprint Oy

ISBN: 978-952-588-306-034-0 (PDF)

ISSN: 1797-5972 (PDF)

julkaisut(a)xamk

Sisällysluettelo

Johdanto	4
Tuulivoimalatyyppi	5
Kuljetussuunnittelu ja kuljetusmuodon valinta	6
Tuulivoimapuiston maantiekuljetus	6
Tarjous tuulivoimapuiston maantiekuljetuksesta	8
Tuulivoimapuiston merikuljetus	8
Tarjous tuulivoimapuiston merikuljetuksesta	10
Päästöt	11
Meri- ja maantiekuljetusten päästövertailu välillä Hamina–Myllykangas, Ii	11
Merikuljetusten päästölaskenta	12
Maantiekuljetusten päästölaskenta	13
Kuljetus maanteitse välillä Oulu–Myllykangas	14
Johtopäätökset	16
Lähteet	18

JOHDANTO

Metsähallitus Laatumaa on tehnyt sopimuksen WinWinD:in kanssa tuulivoimapuiston rakentamisesta Myllykankaan alueelle, Iin Kuivaniemeen. Hankkeelle on myönnetty rakennuslupa vuonna 2012, aiemmin tehdyn osayleiskaavan ja ympäristövaikutusten arvioinnin (YVA) perusteella. Alue on arvioitu tuuliolosuhteiden puolesta suotuisaksi tuulivoimapuiston rakentamiselle, lisäksi olemassa olevat tieyhteydet ja lähellä oleva sähköverkko puoltavat tuulivoimapuistohanketta. Hankealue on laaja ja myös hankkeesta aiheutuvat ympäristövaikutukset pysyvät kohtuullisina. Tuulivoimavalmistaja WinWinD on ostanut hankkeen oikeudet Metsähallitukselta ja puiston rakennustyöt oli alkuperäisen suunnitelman mukaan tarkoitus aloittaa loppuvuodesta 2012 (1).

Tämä selvitys on tehty osana Renewtech-projektia yhteistyössä WinWinD:in kanssa. Selvitystyön tarkoituksena on vertailla kahden eri kuljetusmuodon, meri- ja maantiekuljetusten kustannuksia, aikatauluja, etuja ja mahdollisia riskejä. Lisäksi selvityksessä on tehty suuntaa antavaa vertailua meri- ja maantiekuljetuksista aiheutuvista päästöistä. Tässä selvityksessä olettamuksena on ollut kaikkien tuulivoimalaosien saatavuus Haminasta, jotta vertailua kahden eri kuljetusmuodon välillä voidaan tehdä. Tämä oletamus perustuu aikaisemmin suunniteltuun Haminaan sijoittuvaan tuulivoimaklusteriin. Renewtech -projektin alkaessa vuonna 2011 Haminaan oli suunnitteilla eri tuulivoimavalmistajista koostuva tuulivoimaklusteri. Klusteri ei ole kuitenkaan toteutunut ja myös Haminassa toimiva turbiinivalmistaja WinWinD on ajautunut taloudellisiin vaikeuksiin. Selvitystä tehtäessä on ollut epäselvää, toteutuuko tuulivoimapuiston rakennus lainkaan WinWinD:n toimesta.

Selvitystä varten on pyydetty kustannusarvioita 10 tuulivoimalan kuljetuksesta kahdelta eri projektikuljetuksiin erikoistuneelta yritykseltä: toiselta arvio merikuljetuksien kustannuksista, toiselta maantiekuljetusten. Selvityksen kustannukset ovat arvioita, perustuen vuonna 2013 voimassa oleviin hintoihin. Todelliset kustannukset määräytyvät kulloinkin voimassa olevien hintojen ja aikataulujen mukaisesti.

TUULIVOIMALATYYPPI

Hankealueelle on suunniteltu WinWinD3 tyyppin tuulivoimaloita. WinWind3 on 3 megawatin voimala, jonka suunnittelun keskeisenä tavoitteena on ollut luotettavuus. Tuulivoimala tarjoaa valmistajan mukaan erinomaista tuottavuutta etenkin pienillä ja keskisuurilla tuulennepeuksilla.

Tuulivoimalan suunnittelussa ja valmistuksessa on otettu erityisesti huomioon tuulivoimalan kuljetus. Kuljetusta helpottavia ratkaisuja on tehty muun muassa naselliin eli konehuoneeseen, jota on pyritty keventämään. Kevyempi konehuone on helpompi asentaa, mutta myös kustannustehokkaampaa siirtää. WinWinD 3 tuulivoimalan valmistusta on pyritty yksinkertaistamaan ja suunnittelussa on tehty voimalan huoltoa helpottavia ratkaisuja, mutta silti suorituskykyä on pystytty parantamaan. (2)



Kuva: WinWinD

Yhden WinWinD 3 tuulivoimalan paino on noin 414,5 t. Tuulivoimala on mahdollista siirtää ja kuljettaa 12 erillisessä osassa. WinWinD on laatinut tuulivoimalakuljetuksia varten kuljetusmanuaalin, joka sisältää yksityiskohtaiset ohjeet tuulivoimalan osien oikeanlaisesta siirtämisestä. (3)

KULJETUSSUUNNITTELU JA KULJETUSMUODON VALINTA

Kuljetussuunnittelun merkitys on suuri, kun tietty kuljetus halutaan suorittaa mahdollisimman tehokkaasti, taloudellisesti ja ympäristöystävällisesti. Tavoitteena on saada oikeat tavarat, oikeaan paikkaan, oikeana ajankohtana turvallisesti ja vahingoittumattomana. Olennaista suunnittelussa on soveltuvan kuljetusmuodon ja reitin valinta, sekä kuljetusjärjestelmien tehokas toiminta. Kuljetussuunnittelussa tulee kartoittaa kokonaisvaltaisesti kaikki kuljetukseen vaikuttavat tekijät, kuten kuljetustarve, aikataulut ja kiireellisyys, toimitustiheys, tavarankorkeus ja eräkkö, mahdolliset reitit, eri kuljetusmuodot ja kustannukset. Suunnittelussa täytyy ottaa huomioon myös kuljetettavan tavarankorkeudet ja tavarankorkeudet asettamat vaatimukset kuljetukselle. Huolellinen kuljetussuunnittelu tuottaa kustannussäästöjä, vähentää ympäristöhaittoja sekä kuljetuksiin liittyviä riskejä (4).

Kuljetusmuodot luokitellaan maantie-, meri-, lento- ja rautatiekuljetuksiin. Jokaisessa kuljetusmuodossa on omat etunsa ja heikkoutensa, eivätkä eri kuljetusmuodot välttämättä aina kilpaile keskenään. Kuljetusmuodon valintaan vaikuttavat monet eri tekijät, kuten kuljetettavan tavarankorkeudet, tavarankorkeuden koko, kuljetusetäisyys ja sijainti, sekä kuljetuksen kiireellisyys. Myös hinta, luotettavuus, nopeus ja kapasiteetin saatavuus ovat kuljetusmuodon valinnassa ratkaisevia tekijöitä. Muita valintaa ohjaavia tai rajoittavia tekijöitä voivat olla tavarankorkeus, pakkaus, vahinkoalttius, lastaus- ja purkuolosuhteet, välivarastointi tai kuljetusmuodon aiheuttamat vaatimukset. Kappaletavarankuljetuksissa on käytettävissä useita eri kuljetusmuotoja, kun taas suurten yksikkötavaroiden, esimerkiksi tuulivoimalan osien kuljettamisen vaihtoehdot ovat rajalliset. (5)

Tehokkaaksi tavaksi kuljettaa on osoittautunut kuljetusketjujen muodostaminen eli eri kuljetusmuotojen yhdistäminen. Tällaisissa kuljetuksissa tavara voi kulkea samassa kuljetusyksikössä koko matkan ajan, mutta kuljetusmuoto vaihtelee. EU-termin intermodaalikuljetus määritellään ”kuljetusjärjestelmäksi, jossa käytetään vähintään kahta eri kuljetusmuotoa integroidulla tavalla ovelta ovelle -kuljetusketjun toteuttamiseksi” (6). Intermodaalikuljetusten etuja ovat ympäristöystävällisyys, energiatehokkuus, luotettavuus ja taloudellisuus. Eduiksi voidaan laskea myös tavarankorkeuden välivarastointitarpeen sekä tavarankorkeuden käsittelykertojen väheneminen. Tuulivoimapuiston kuljettaminen Haminasta Myllykankaan alueelle Iin Kuivaniemeen on mahdollista suorittaa joko maantiekuljetuksena tai yhdistettynä meri- ja maantiekuljetuksena.

TUULIVOIMAPUISTON MAANTIEKULJETUS

Tuulivoimaloiden maantiekuljetus täytyy suorittaa erikoiskuljetuksena tuulivoimalan ylileveiden ja ylläskaiden osien vuoksi. Suomessa erikoiskuljetuksia valvoo Pirkanmaan Elinkeino-, liikenne-, ja ympäristökeskus, joka päättää myös mahdollisista kuljetusluvista. Erikoiskuljetuslupa tarvitaan aina kaikille ylläskaiden jakamattoman esineen kuljetuksille, mutta myös silloin kun vapaat rajat ja/tai normaaliliikenteen akseli-, teli- tai kokonaismassarajat ylittyvät. Samaa sääntöä sovelletaan Suomessa kaikille EU- ja ETA-valtioissa rekisteröidyille ajoneuvoille ja ajoneuvoyhdistelmille.



Kuva: Silvasti

Erikoiskuljetuksiin sovelletaan Liikenne- ja viestintäministeriön asetusta erikoiskuljetuksista ja erikoiskuljetusajoneuvoista (786/2012), joka astui voimaan 1.1.2013 (erikoiskuljetusperävaunun jarruja koskeva 11 § astui voimaan vasta 1.7.2013). Tämä asetusta kumoaa liikenneministeriön päätöksen (1715/1992) muutoksineen.

Erikoiskuljetukset vaativat erikoisjärjestelyjä, kuten liikenteenohjausta sekä varoitusautojen käyttöä. Liikenteenohjauksen ja varoitusautojen tarpeen määrittää kuljetuksen mitat sekä tarve suorittaa kuljetus liikennesäännöistä poiketen. Liikenteenohjaajana voi toimia vain poliisi tai erikoiskuljetusten liikenteenohjaajakoulutuksen suorittanut henkilö. Erikoiskuljetukset tulee merkitä erikoiskuljetuksia koskevien määräysten mukaisesti valoilla ja heijastimilla, lisäksi kuormauksessa on huomioitava kuljetuksen ylileveyden välttäminen. Suomessa myönnetään vuosittain 12 000 – 14 000 erikoiskuljetuslupaa, mutta kaikkien erikoiskuljetusten määrä on suurempi, kun mukaan lasketaan myös kuljetuslupaa tarvitsemattomat erikoiskuljetukset. (7)

Yleisesti maantiekuljetusten etuina on joustavuus, saatavuus ja kattava tieverkko. Tuulivoimaloiden maantiekuljetusta järjestettäessä täytyy kuljetuskalusto, reitit ja aikataulut suunnitella huolellisesti etukäteen. Haastetta kuljetuksille tuo voimaloiden osat; kuljetettavien kappaleiden koko ja paino määräävät oleellisesti sekä reitin että kuljetuskaluston valintaa. Pitkät siivet vaativat pitkän kuljetuskaluston ja suuren kääntösäteen, painava naselli moniakselisen perävaunun. Joissakin tapauksissa joudutaan lisäksi käyttämään apuna lisäveto- tai työntöautoa, joka lisää kuljetuksen kokonaismassaa. Tuulivoimalat pyritään valmistamaan mahdollisimman valmiiksi jo tehtaalla ja kuljettamaan valmiina osina rakennuspaikalle, jotta tuulivoimalan pystytys voidaan suorittaa ilman erillistä kokoonpanoa. Tuulivoimalavalmistajat antavat omat ohjeensa, kuljetusmanuaalin, joka sisältää ohjeet osien kuljetuksesta sekä vaatimuksista tiestölle.

Tuulivoimaloiden kuljetuksista ja tuulivoimapuistojen rakentamisesta aiheutuu suurta räsitusta tieverkolle ylläskaiden kuljetusten vuoksi. Suurin haitta kohdistuu varsinaiselle hankealueelle, johon on tuotava tuulivoimaloiden lisäksi lukuisia työkoneita ja nostureita tuulivoimaloiden pystytystä varten. Haastetta kuljetuksille luo myös tieverkon ongelmat, erityisesti siltojen riittämätön kantavuus. Muita tieverkon ongelmia ovat kapeat ja mutkaiset tiet, korkeusesteet (esim. sähkö- ja puhelinlangat), sekä ulottumarajoitukset (esim. ohituskaistojen sekä tien reunusten kaiteet ja valopylväät). Kuljetusyhtiöiden on ennen kuljetuksen suorittamista suunniteltava tarkasti miten ja mitä reittiä osia on mahdollista ja järkevää kuljettaa. Usein tuulivoimaloiden eri osat kuljete-taan eri reittejä, edellä luetelluista syistä johtuen. Joskus tieverkon ongelmat voivat aiheuttaa pitkänkin kiertoreitin, jolloin kuljetusmatka ja -aika pitenevät. (8)

TARJOUS TUULIVOIMAPUISTON MAANTIEKULJETUKSESTA

Tarjous 10 tuulivoimalan komponenttien maantiekuljetuksesta Haminasta Myllykankaan alueelle Iin kuntaan pyydettiin WinWinD kuljetusmanuaalin mukaisesti, käyttäen siipityyppiä LM109 ja 5 lohkoa koostuvaa tornia. Tarjous saatiin FOT - ehdolla ja se perustuu keväällä 2013 voimassa oleviin hintoihin ja polttoaineen hintatasoon.

Saatu tarjous ei sisällä arvonlisäveroa tai muita veroja, virallisia maksuja, mahdollisia tullimaksuja, lastin suojausta, liikenne-esteiden poistoa, mahdollisia sähkölinjojen katkaisuja, lisävetoapua tai työntöapua, mahdollista siltojen ohjaamista, siltatutkimuksia eikä staattisia laskelmia, mahdollisia tiemuutoksia, reitti- ja työmaaselvityksiä, teiden hiekoitusta ja lumitöitä työmaalla sekä yleisillä teillä, lastausta, purkua, eikä kuljetusvakuutuksia. Näistä veloitetaan erikseen.

Tarjouksessa kuljetukset on suunniteltu suoritettavaksi 10 viikon aikana työpäivinä maanantaista lauantaihin. Kukin komponentti kuljetetaan omassa perävaunussa ja yhden tuulivoimalan komponenttien kuljettamiseen tarvitaan 12 perävaunua. Kuljetukset järjestetään saattueissa ja kuljetusreitit määräytyvät painorajoitusten ja kuljetuskorkeuksien mukaisesti. Tarjous sisältää yksityisen saattueen, kuljetusluvut, sekä rekka-perävaunuyhdistelmän kullekin komponentille.

Kuljetusreitit oli alustavasti suunniteltu komponenttien painojen ja kuljetuskorkeuksien mukaan niin, että tornit ja naselli sekä mahdollisesti myös napa kuljetettaisiin reittiä Hamina - Elimäki - Mäntsälä - Karkkila - Forssa - Pori - Oulu - Ii. Voimaloiden siivet olisi mahdollista kuljettaa suorempaa reittiä hankealueelle Myllykankaalle.

Kuljetustarjoukseen sovelletaan NSAB2000 ehtoja. Asiakas on vastuussa työmaan maaperän kantokyvystä, lisäksi lastin/tavaroiden kiinnityspisteet tulee olla kelvolliset ja hyväksytyt. Komponentit tulee olla varusteltu kuljetustuilla tai -kehyksillä, lisäksi erikoiset nostolaitteet ovat toimittajan tai lähettäjän vastuulla. Tarjouksen edellytyksenä on kuljetuslupien saaminen ja kuljetusyrityksen kaluston saatavuus toimitusajankohtana. Kuljetusyritys pidättää oikeuden nykyisen rahdin tietojen, aikataulujen, ehtojen ja lisämaksujen muutoksiin.

TUULIVOIMAPUISTON MERIKULJETUS

Merenkulkua säännellään niin kansallisilla kuin kansainvälisillä määräyksillä ja sopimuksilla sekä EU:n asettamilla säädöksillä. Kansainväliset sopimukset koskevat lähinnä meriturvallisuutta ja

ympäristönsuojelua, kun EU-säädösten taustalla on ihmisten ja tavaroiden vapaa liikkuvuus EU:n alueella. Näiden lisäksi tarvitaan merenkulun ja vesiliikenteen kansallista lainsäädäntöä ja määräyksiä. Suomessa merenkulun turvallisuusviranomaisena toimii liikenteen turvallisuusvirasto Trafi. (9)

Merikuljetus osana tuulivoimalakuljetusprosessia on hyvä vaihtoehto silloin, kun kuljetusmatka on pitkä tai reitti maanteitse on haasteellinen. Merikuljetus on hyvä vaihtoehto myös tapauksissa, joissa hankealue on sijoittunut sataman läheisyyteen. Tuulivoimaloiden merikuljetusten määrä Suomessa voi tulevaisuudessa kasvaa merituulivoimaloiden yleistyessä. Myös mantereelle sijoitettujen tuulivoimaloiden kuljetuksissa merikuljetukset ovat mahdollisia osana kuljetusprosessia, sillä Suomen satamat tarjoavat varsin hyvät mahdollisuudet tuulivoimaloiden merikuljetuksiin.



Kuva: Glen Wallace

Merikuljetusten etuina ovat suuri kuljetustilavuus sekä pienemmät haitat muulle liikenteelle. Merikuljetus on pitkällä mannerten välisillä matkoilla usein ainut vaihtoehto. Meriteitse voidaan kuljettaa myös lyhyemmällä matkoilla varsin edullisesti, sillä laivojen ja alusten kuljetuskapasiteetti on huomattavasti suurempi ja tavaraa voidaan kuljettaa yhdellä kertaa enemmän kuin esimerkiksi maantiekuljetuksissa. Kuljetettaessa suuria määriä kerralla usein myös kuljetuksen kustannukset jäävät pienemmiksi.

Merikuljetuksilla kuten muillakin kuljetusmuodoilla on omat riskinsä, suurin osa kuljetusvaurioista tapahtuu lastauksen ja purkauksen aikana. Tuulivoimaloiden merikuljetuksissa lastauksia ja purkuja on enemmän kuin maantiekuljetuksissa. Erityisesti tuulivoimalan pitkät sekä painavat osat ovat alttiina vahingoille laivaa lastatessa ja purettaessa. Nykyiset lastinkäsittelylaitteet ja satamatoiminnot ovat kuitenkin joustavia ja usein lastaus ja purkaus voidaan toteuttaa ilman suurempia vaurioita. Tuulivoimavalmistajan laatima kuljetusmanuaali määrittelee ohjeet kappaleiden merikuljetuksesta.

Merikuljetuksien yksi riskitekijä on vaihtelevat ja haastavat sääolosuhteet. Merikuljetuksissa lastiin voi kohdistua suurta räsitystä johtuen esimerkiksi sääolosuhteista, joten lastin oikeanlainen suojaaminen ja kiinnittäminen on erityisen tärkeää. (4) Tässä tapauksessa sääolosuhteet vaikuttavat merikuljetukseen hyvin vähän, sillä merikuljetus tapahtuu Suomenlahden, Pohjanlahden ja Perämeren alueella.

TARJOUS TUULIVOIMAPUISTON MERIKULJETUKSESTA

Tarjous 10 tuulivoimalan komponenttien merikuljetuksesta Haminasta Ouluun pyydettiin WinWinD3 kuljetusmanuaalin mukaisesti, käyttäen siipityyppiä LM109 ja 5 lohkoa koostuvaa tornia. Merikuljetuksen lisäksi pyydettiin tarjous kuljetuksesta satamasta hankealueelle Myllykankaalle, jotta merikuljetuksen kustannukset olisivat vertailukelpoisia suhteessa maantiekuljetukseen.

Tarjous merikuljetuksesta saatiin FIOS - ehdolla (sisältäen Gencon 94 C/P), joten lisäksi pyydettiin hinnat lastin satamakäsittelyistä ja kiinnityskuluista, siirrosta laivan kyljestä varastoon ja edelleen noutavaan rekkaan, sekä kuljetuksesta satamasta hankealueelle.

Merikuljetustarjous on voimassa avovesikauden 2013. Tarjouksessa pidätetään oikeus muutoksiin, johtuen esimerkiksi polttoaineen hinnan muutoksista, aluksen saatavuudesta, lopullisen tavaraerän koosta ja lastaussuunnitelmasta, jään aiheuttamista rajoituksista sekä muista ehdoista. Tarjoukseen tuulivoimaloiden kuljetuksesta Oulun satamasta hankealueelle sisältyy luvat ja saatot, CMR vakuutus maantiekuljetuksille sekä 1+1h lastaus- ja purkausajaa/auto. Tarjous ei sisällä lastausta ja purkausta, poliisisaattoja, vakuutuksia eikä muita virallisuontoisia maksuja.

10 tuulivoimalan merikuljetukseen tarvitaan yhteensä 8 matkaa, yksi merimatka kestää noin 3-4 päivää. Tuulivoimaloiden kuljetuksiin kuluu kokonaisuudessaan Haminasta Oulun satamaan ja edelleen hankealueelle on vaikeaa arvioida kuljetuksiin vaikuttavista tekijöistä johtuen (sääolosuhteet, kaluston saatavuus, hankealueen valmius). Laivan purku Oulun satamassa voidaan normaalitilanteessa hoitaa yhden päivän aikana kahdessa vuorossa.

Saatujen tarjousten perusteella merikuljetus Haminasta Ouluun ja sieltä edelleen hankealueelle on 6,7 % edullisempi tuulivoimaloiden maantiekuljetukseen verrattuna. Merikuljetus on myös aikataulullisesti hieman nopeampi kuin maantiekuljetus, mutta yhdistetyn kuljetuksen kokonaiskesto ei ole mahdollista etukäteen tarkasti arvioida.

PÄÄSTÖT



Kuva: Green Party

Seuraavissa päästölaskelmissa on vertailtu 10 tuulivoimalan maa- ja merikuljetuksista aiheutuvia päästömääriä. Päästöt laskettiin molemmille kuljetusmuodoille ensin välille Haminan satama – Oulun satama, sillä Oulusta eteenpäin tuulivoimalat täytyy kuljettaa maanteitse hankealueelle. Jotta tulokset olisivat mahdollisimman vertailukelpoisia, laskelmissa päätettiin ottaa huomioon vain kuljetusten menomatkat.

Päästömäärien vertailu kahden kuljetusmuodon välillä on vain suuntaa-antava, sillä tarkkoja laskelmia on mahdotonta muodostaa todellisten reitti- ja lastaussuunnitelmien puuttuessa. Tarkoituksena on saada keskenään vertailukelpoiset luvut päätöksenteon tueksi.

MERI- JA MAANTIEKULJETUSTEN PÄÄSTÖVERTAILU VÄLILLÄ HAMINA–MYLLYKANGAS, II

Kuljetettavia tuulivoimaloita on 10 kappaletta, kukin tuulivoimala koostuu 14 suuremmasta osasta, joista osa on erityisen pitkiä (siivet) ja osa pitkiä ja painavia (tornin osat). Taulukossa 1 nähdään kunkin osan paino sekä tuulivoimalan kokonaispaino, pienemmät osat on jätetty huomiotta.

TAULUKKO I Yhden tuulivoimalan pääosat massoineen

Osa	Paino [kg]
Naselli	85 000
kuljetusrunko	4 400
yht.	89 400
Hub	30 000
kuljetusrunko	3 131
yht.	33 131
Siivet	kpl 14 515
3 kpl/ voimala	
yht.	43 545
Torniosat	
perustus	11 300
osa 1	55 8000
osa 2	68 500
osa 3	62 300
osa 4	54 900
Muut osat	
muuntaja	9 000
kontrolli moduli	2 500
taajuus muuntaja	9 000
viilentäjä	2 100
yht.	441 476
10 voimalan paino	4 414 t

Päästöjä vertailtiin ensisijaisesti hiilidioksidiekvivalentti -luvun ($\text{CO}_2\text{ekv.}$) avulla, joka ottaa huomioon kasvihuonekaasupäästöihin laskettavan hiilidioksidin (CO_2) lisäksi myös metaanin (CH_4) ja typpioksiduulin (N_2O). Hiilidioksidin ekvivalenttipäästöihin lasketaan hiilidioksidipäästöt sellaisenaan, metaanipäästöt (CH_4) kerrottuna luvulla 21 ja typpioksiduulipäästöt (N_2O) kerrottuna luvulla 310. Nämä IPCC 1996 Guidelinesin mukaiset kertoimet kuvaavat kyseisten yhdisteiden vaikuttavuutta kasvihuoneilmiöön hiilidioksidiin verrattuna. (10) Hiilidioksidi ekvivalentin arvo kullekin päästölaskelmalle saatiin VTT:n ylläpitämiltä liikenteen päästöt (LIPASTO) sivuilta.

MERIKULJETUSTEN PÄÄSTÖLASKENTA

Vertailun merikuljetusten oletettiin tapahtuvan monikäyttöisellä irtolastialuksella, joka saadun tarjouksen mukaan tekisi kahdeksan matkaa Haminasta Ouluun. Etäisyydeksi satamien välillä mitattiin 961 km, joka saatiin käyttämällä Portworld sivustoa. (11) Päästölaskelman ollessa suunta-antava ja tarkkojen lastaussuunnitelmien puuttuessa laskettiin kaikkien tuulivoimaloiden yhteismassan jakautuvan tasaisesti kaikkien 8 ajetun matkan suhteen (n. 550 t laivamatkaa kohden).

$CO_2Ekv_{merikuljetus}$

$$= Päästökerroin_{meriliikenne} \left[\frac{g}{tkm} \right] \times (Kuljettumatka [km] \times Kuljetusten lkm.) \\ \times lastinpaino[t] = 27,4418 \left[\frac{g}{tkm} \right] \times (961 km \times 8) \times 4\,415 [t] = 9,31392 \times 10^8 g \\ \approx 931,4[t]$$

Merikuljetuksien päästöjä laskettaessa huomioitiin lisäksi Oulun satamassa tapahtuva ylimääräinen nosto-operaatio, jotta saadut päästöt vastaisivat mahdollisimman hyvin totuutta. Työkoneiden määrä ja operaation kesto määriteltiin kevättalvella 2012 tapahtuneen Mäkelänkankaan tuulipuiston pystytyksen yhteydessä toteutetun laivan purun perusteella. Kyseisessä laivan purussa oli käsiteltävänä neljä saman suurusluokan tuulivoimalaa, jotka nostettiin osin kahden (siivet ja tornin osat), osin yhden (muut osat) nosturin avustuksella. Neljän tuulivoimalan purku laivasta kesti kolme päivää. Laivan purun aikana työskenneltiin kahdessa vuorossa, jolloin työtunteja kertyi yhteensä 48 tuntia. Tästä ajasta nostureiden käyttötunteja kertyi noin 36 tuntia, joten yhden voimalan purkuun käytetyn nosturin käyttöajaksi saadaan näin yhdeksän tuntia. Koska puolet osista nostettiin kahden nosturin avulla, on käyttöajasta noin puolet, neljä tuntia, laskettu tapahtuneen kahden nosturin käydessä ja loput viisi tuntia yhden nosturin mukaan. Laskennallisesti nosturin käyttötunteja kertyi siis 13 tuntia yhtä voimalaa kohden. Nostureiden keskimääräinen kuormitusaste on normaalisti 0,26. Tämän selvityksen päästölaskennassa käytettiin, osien huomattavasta painosta johtuen, suurempaa arvoa 0,70 mahdollisimman totuudenmukaisen arvon saamiseksi. Taulukossa 2 on esitetty käytetyt vakiot ja lopulliset nostureista aiheutuneet päästöt.

TAULUKKO 2 Tuulivoimaloiden laivasta nostamisesta aiheutuneet päästöt

voimaloiden lukumäärä	Aiheutuneet päästöt CO ₂ ekv. [t]	Keskimäär. nimellisteho [kW]	Keskimäär. kuormitusaste	Käytetty kuormitusaste	Käyttötunnit [h]	CO ₂ ekv. [g/kWh]
		99	0,26	0,70	13	799
1	0,7198191					
10	7,2					

$CO_2Ekv_{nosto/voimala}$

$$= \text{nimellisteho} [kW] \times \text{kuormitusaste} \times \text{käyttötunnit} [h] \times \text{päästökerroin} \left[\frac{g}{kWh} \right] \\ = 99 [kW] \times 0,70 \times 13 [h] \times 799 \left[\frac{g}{kWh} \right] = 719\,819,1 g$$

$$10 \text{ voimalan nostosta aiheutuneet päästöt} = 719\,819,1 g \times 10 = 7\,198\,191 g \approx 7,2 t$$

Merikuljetuksen päästöiksi satamien välille saatiin näin ollen:

$$CO_2Ekv_{Meri: Hamina-Oulu} = CO_2Ekv_{nostot} + CO_2Ekv_{merikuljetus} 7,2 t + 931,4 t = 938,6 t$$

MAANTIEKULJETUSTEN PÄÄSTÖLASKENTA

Vertailun maantiekuljetusten päästöt laskettiin ensin välille Haminan satama - Oulun satama, sillä Oulusta hankealueelle tuulivoimalat kuljetetaan samoilla välineillä. Maantiekuljetustarjouksen mukaan siipiosat oli mahdollista kuljettaa lyhyempää reittiä Haminasta Ouluun, muiden osien kiertäessä paino- ja korkeusrajoitusten vuoksi reittiä Hamina-Elimäki-Mäntsälä-Karkkila-Forssa-Pori-Oulu. Rekkoja kuljetuksille tarvittiin tarjouksen mukaisesti yhteensä 120 kappaletta, 12 jokaista tuulivoimalaa kohden. Siipiä kuljettavalle 30 rekalle saatiin lyhyintä reittiä käyttäen matkaksi 580 km ja muita osia kuljettaville 90 rekalle matkaksi 890 km. Hiilidioksidi ekvivalentti arvona käytettiin täysperävaunuyhdistelmän päästöarvoa täydelle 40 tonnin kuormalle maantiejossa. Kuljetuksissa käytettävän erikoiskuljetuskaluston päästökerrointa ei ole saatavilla, joten näin uskottiin päästävän lähimmäs todellista arvoa. Tuloksena saatu arvo on todennäköisesti pienempi kuin todellinen arvo sillä tämän tyyppisissä erikoiskuljetuksissa on käytössä erityisen suuret ja oletettavasti runsaasti päästöjä aiheuttavat ajoneuvot.

$$\begin{aligned} CO_2 Ekv_{Maantie: Hamina-Oulu} &= Päästökerroin_{maantie} \left[\frac{g}{tkm} \right] \times (Kuljettumatka_{siivet} [km] \times \\ &Kuljetusten lkm_{siivet} + Kuljettumatka_{muutosat} [km] \times Kuljetusten lkm_{muutosat}) \times lastinpaino [t] = \\ &32 \left[\frac{g}{tkm} \right] \times (580 km \times 30 + 890 km \times 90) \times 4\,415 [t] = 1,37740512 \times 10^{10} g \approx \mathbf{13\,800\ t} \end{aligned}$$

KULJETUS MAANTEITSE VÄLILLÄ OULU–MYLLYKANGAS

Seuraavassa on laskettu tuulivoimaloiden maantiekuljetusten päästöt Oulun satamasta hankealueelle. Matka Oulusta Myllykankaalle on Googlen reittipalvelun mukaan 62 km, ja 10 tuulivoimalaa tarvitsee 120 kuljetusta, niinpä hiilidioksidi ekvivalentti päästöt matkalle ovat:

$$\begin{aligned} CO_2 Ekv_{Maantie: Oulu-Myllykangas} &: Päästökerroin_{maantie} \left[\frac{g}{tkm} \right] \times Kuljettumatka [km] \\ &\times Kuljetusten lkm \times lastinpaino [t] = 32 \left[\frac{g}{tkm} \right] \times 63 [km] \times 120 \times 4414,7t \\ &= 1068018739 [g] \approx \mathbf{1068 [t]} \end{aligned}$$

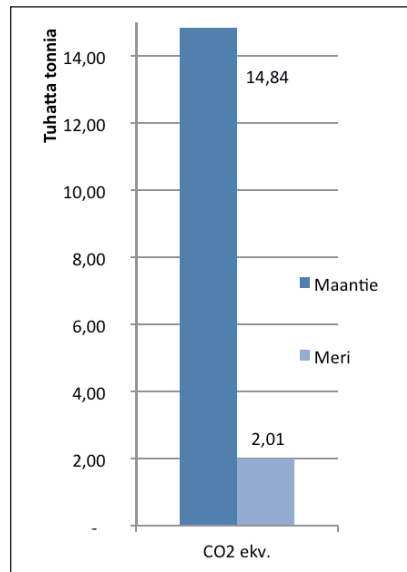
Tämä kaksinkertaistaa meriteitse tapahtuvan kuljetuksen päästöt mutta ei tuo merkittävää lisäystä maantiekuljetuksen päästöihin (taulukko 3). Päästöt on laskettu lyhimmälle mahdolliselle reitille Oulusta Myllykankaalle, joka tuskin on mahdollinen kuljetettavan lastin koosta johtuen. Todelliset päästöt ovat todennäköisesti huomattavasti suuremmat.

TAULUKKO 3 Päästövertailu koko matkalta Haminasta Myllykankaalle

Päästövertailu
meri matkan ylimääräinen nosto huomioituna

	CO ₂ ekv. [t]
Meri	939
Maantie	13 774,05
ja molempien matka rekoilla perille Myllykankaalle	
Meri	2 006
Maantie	14 842,07

Meriteitse tapahtuvassa kuljetuksessa, ylimääräisen noston aiheuttamat päästöt mukaan luettuna, aiheutuvat päästöt ovat 14 % maanteitse tapahtuvan kuljetuksen hiilidioksidi ekvivalenteista päästöistä. Kuvassa 1 on esitetty hiilidioksidi ekvivalentti päästöt (tuhansissa tonneissa) maantie ja merikuljetuksissa, merikuljetuksen ylimääräinen nosto huomioituna. Kuten kuvaaja selvästi osoittaa ovat maanteitse tapahtuvat kuljetuksen päästöt huomattavasti suuremmat merikuljetukseen verrattuna.



Kuva 1 Meri- ja maantiekuljetusten aiheuttamat hiilidioksidi ekvivalentti päästöt Haminasta Myllykankaalle

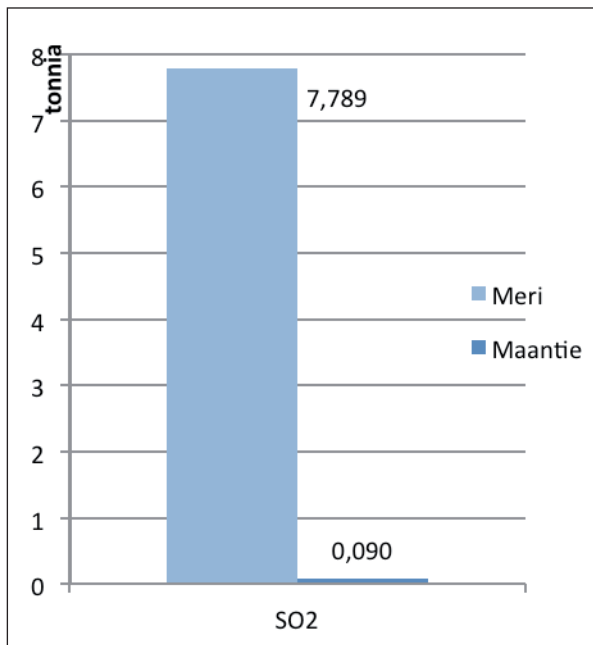
Taulukkoon 4 on koottu maantie- ja merikuljetuksien aiheuttamat erityyppiset päästöt. Päästölaskelmat on tehty vain matkasta aiheutuvista päästöistä satamien välillä, meritse tapahtuvan kuljetuksen vaatimaa lisänostoa ei ole huomioitu. Laskelmat muistuttavat edellä esitettyjä, päästökerroin on eri kunkin päästötyypin kohdalla ja maantiekuljetusten kohdalla siipien lyhyempi reitti on otettu huomioon.

$$Päästöt = Päästökerroin \left[\frac{g}{tkm} \right] \times (Kuljettumatka [km] \times Kuljetusten lkm.) \times lastinpaino [t]$$

Huomionarvoista taulukon 4 tuloksissa on, että merikuljetuksien kohdalla rikkipäästöt ovat huomattavasti suuremmat maantiekuljetuksiin verrattuna. Rikkipäästöjä ei ole otettu huomioon hiilidioksidi ekvivalentti arvossa, sillä ne eivät vaikuta kasvihuoneilmiöön. Rikkipäästöt on syytä huomioida erikseen, maantiekuljetuksien rikkipäästöjen ollessa vain 1 % merikuljetuksien päästöistä. Tulevaisuudessa myös merikuljetusten rikkipäästöt Itämeren alueella tulevat vähenemään, vuonna 2015 voimaan astuvan rikkidirektiivin johdosta.

TAULUKKO 4 Pelkkien meri- ja maantiekuljetusten aiheuttamat päästöt satamasta satamaan

Kulj. tyyppi	CO	HC	NOx	CH ₄	N ₂ O	SO ₂	CO ₂	CO ₂ ekv.	
Meri	Laskennalliset vakiot	0,023	0,0048	0,62	0,0022	0,00076	0,23	27	27 [g/tkm]
	Aiheutetut päästöt	161 774,3	21 151 810	431 827,6	75 580,09	25 697,23	7 788 665	9,22x10 ⁸	9,31x10 ⁸ [g]
									931 [t]
Maantie	Laskennalliset vakiot	0,0059	0,0022	0,24	0,0023	0,00088	0,00021	31	32 [g/tkm]
	Aiheutetut päästöt	2 539 591	946 966	103 305 384	990 010	378 786	90 392	133,436x10 ⁸	137,741x10 ⁸ [g]
	CO = hiilimonoksidi, HC = hiilivedyt (sisältää metaanin CH ₄), NOx = typen oksidit, CH ₄ = metaani, N ₂ O = typpioksiduuli, NH ₃ = ammoniakki, SO ₂ = rikkidioksidi, CO ₂ = hiilidioksidi, CO ₂ ekv. = kasvihuonekaasut CO ₂ ekvivalentteina (CH ₄ kerroin 21 ja N ₂ O kerroin 310)								



Kuva 2 Rikkidioksidi (SO₂) päästöt pelkälle kuljetukselle Haminan ja Oulun välille meri- ja maanteitse.

JOHTOPÄÄTÖKSET

Tässä selvityksessä kahden eri kuljetusmuodon vertailua tehtäessä tulee huomioida, ettei täydellistä vertailua voitu suorittaa todellisten tietojen puuttuessa. Kuljetuksiin kuluva aikaa ja kustannuksia oli mahdollista vertailla vain selvitystä varten pyydettyjen hinta- ja aikatauluarvioiden perusteella.

Saatujen hinta-arvioiden perusteella 10 tuulivoimalan kuljetus Haminasta Myllykankaan alueelle tulee hieman edullisemmaksi (6,7 %) yhdistettynä meri-maantiekuljetuksena. Molemmissa kuljetusmuodoissa tulee lisäkustannuksia kuten kuljetuslupamaksuja, vero- ja vakuutusmaksuja sekä muita virallisuontoisia maksuja, jotka määrittyvät vasta kuljetusten toteutuessa, eikä niitä ole tässä selvityksessä voitu ottaa huomioon. Kuljetusten lopullisiin kustannuksiin vaikuttaa oleellisesti kuljetusajankohta ja olosuhteet, kuljetuskaluston saatavuus sekä mahdolliset kuljetussuoritteiden aikana tulevat lisäkustannukset. Maantiekuljetuksissa siltojen kantokyky, ulottumarajoitukset sekä korkeusesteet tiellä voivat vaikeuttaa kuljetuksen suorittamista ja lisätä kustannuksia huomattavasti. Esimerkiksi sähkölinjojen purku aiheuttaa lisäkustannuksia erikoiskuljetukselle, mutta myös haittaa lähialueen kiinteistöille. Merikuljetuksissa matkan aikaisia lisäkustannuksia syntyy harvemmin, jos kuljetus tapahtuu suhteellisen suotuisassa ilmastossa.

Aikataulullisesti kuljetusmuotojen välillä ei ole merkittävää eroa. Merikuljetus Haminasta Ouluun voidaan suorittaa 8 viikossa, maantiekuljetus Haminasta hankealueelle (Myllykangas) 10 viikossa. Merikuljetuksissa laivan purkuun kuluu aikaa noin yksi päivä (kaksi vuoroa), mutta yhdistetyn meri-maantiekuljetuksen kokonaiskestoa (Haminan satama - Oulun satama - hankealue) on vaikea arvioida etukäteen. Osien siirto Oulun satamasta hankealueelle voidaan toteuttaa hankealueen valmiudesta ja sääolosuhteista riippuen.

Molempien kuljetusmuotojen ollessa lähes yhtä nopeita voidaan vertailua tehdä kuljetusmuotojen etujen ja kuljetuksista aiheutuvien haittavaikutusten perusteella. Tuulivoimaloiden maantiekuljetuksista aiheutuu räsittävästi tiestölle sekä hidasteita ja haittaa muulle liikenteelle, kun painavat ja kookkaat osat kuljetetaan erikoiskuljetuksina. Maantiekuljetuksien toteuttaminen etenkin pitkillä matkoilla vaatii hyvää reittisuunnittelua ja organisointia, mutta silti matkan aikana voi ilmaantua ennalta odottamattomia esteitä. Merikuljetuksissa kuljetuskapasiteetti on suurempi ja haitat muulle liikenteelle vähäiset. Tuulivoimaloiden merikuljetus on kokonaisuudessaan hieman riskittävämpi vaihtoehto, sillä matkan aikaisia esteitä ilmenee harvemmin.

Tässä selvityksessä tehtyjen päästölaskelmien mukaan merikuljetukset jäävät kokonaispäästöiltään vähäisemmiksi maantiekuljetuksiin verrattuna. Tuulivoimalat voidaan kuljettaa meriteitse erikoisaluksella kahdeksan Hamina - Oulu välisen matkan aikana, kun maantiekuljetuksissa joudutaan käyttämään yhteensä 120 ajoneuvoa. Huomionarvoista on, että merikuljetusten rikkipäästöt ovat paljon suuremmat. Tulevaisuudessa laivojen rikkipäästöjä pitää kuitenkin vähentää, vuonna 2015 voimaan astuvan rikidirektiivin myötä.

LÄHTEET

1. Metsähallitus. (ei pvm). Laatumaa. Haettu 08. maaliskuu 2013 osoitteesta <http://www.laatumaa.fi/tuulivoima/myllykangas-ii/>
2. WinWinD. (ei pvm). WinWinD. Haettu 08. maaliskuu 2013 osoitteesta <http://www.winwind.com/the-new-winwind3.aspx#detailed-data>
3. WinWinD. (marraskuu 2012). WinWinD 3 presentation. Haettu 08. maaliskuu 2013 osoitteesta http://www.winwind.com/support%20files/pdf/WinWinD_3_presentation2.pdf
4. Pehkonen, E. (2000). Vienti- ja tuontitoiminta. Sanoma Pro OY.
5. MediaWiki. (ei pvm). Logistiikan Maailma. Haettu 03. huhtikuu 2013 osoitteesta <http://www.logistiikanmaailma.fi/wiki/Etusivu>
6. IDABC. (ei pvm). EUROPEAN COMMISSION. Haettu 08. huhtikuu 2013 osoitteesta http://circa.europa.eu/irc/opoce/fact_sheets/info/data/policies/transport/article_7271_fi.htm
7. Ely-keskus. (2013). Elinkeino-, liikenne-, ja ympäristökeskus. Haettu 25. kesäkuu 2013 osoitteesta <http://www.ely-keskus.fi/web/ely/erikoiskuljetukset#.UsJ65lcuTn4>
8. Ramboll. (2012). Pohjanmaan tuulivoima ja erikoiskuljetukset. Pohjanmaan liitto ja Etelä-Pohjanmaan ELY-keskus.
9. Trafi, L. t. (2013). TraFi Liikenteen turvallisuusvirasto. Haettu 26. kesäkuu 2013 osoitteesta <http://www.trafi.fi/merenkulku>
10. VTT. (2012). LIPASTO Liikenteen päästöt. Haettu 28. kesäkuu 2013 osoitteesta <http://lipasto.vtt.fi/liisa/index.htm>
11. Petromedia. (2013). Portworld. Haettu 28. kesäkuu 2013 osoitteesta <http://www.portworld.com/map/>

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULUN JULKAISUSARJASSA B. ILMESTYNEET JULKAISUT

B-SARJA Tutkimuksia ja raportteja

- B 1 Markku Huhtinen & al.:
Laivadieselien päästöjen vähentäminen olemassa olevissa laivoissa [1997].
- B 2 Ulla Pietilä, Markku Puustelli:
An Empiral Study on Chinese Finnish Buying Behaviour of International Brands [1997].
- B 3 Markku Huhtinen & al.:
Merenkulkualan ympäristönsuojelun koulutustarve Suomessa [1997].
- B 4 Tuulia Paane-Tiainen:
Kohti oppijakeskeisyyttä. Oppijan ja opettajan välisen ohjaavan toiminnan hahmottamista [1997].
- B 5 Markku Huhtinen & al.:
Laivadieselien päästöjä vähentävien puhdistuslaitteiden tuotteistaminen [1998].
- B 6 Ari Siekkinen:
Kotkan alueen kasvihuonepäästöt [1998]. Myynti: Kotkan Energia.
- B 7 Risto Korhonen, Mika Määttänen:
Veturidieseleiden ominaispäästöjen selvittäminen [1999].
- B 8 Johanna Hasu, Juhani Turtiainen:
Terveysalan karusellikoulutusten toteutuksen ja vaikuttavuuden arviointi [1999].
- B 9 Hilikka Dufva, Mervi Luhtanen, Johanna Hasu:
Kymenlaakson väestön hyvinvoinnin tila, selvitys Kymenlaakson väestön hyvinvointiin liittyvistä tekijöistä [2001].
- B 10 Timo Esko, Sami Uoti:
Tutkimussopimusopas [2002].
- B 11 Arjaterttu Hintsala:
Mies sosiaali- ja terveydenhuollon ammattilaisena – minunko ammattini? [2002].
- B 12 Päivi Mäenpää, Toini Nurminen:
Ohjatun harjoittelun oppimisympäristöt ammatillisen kehittymisen edistäjinä – ARVI-projekti 1999-2002 [2003], 2 p. [2005].

- B 13 Frank Hering:
Ehdotus Kymenlaakson ammattikorkeakoulun kestävän kehityksen ohjelmaksi [2003].
- B 14 Hilikka Dufva, Raija Liukkonen
Sosiaali- ja terveysalan yrittäjyys Kaakkois-Suomessa. Selvitys Kaakkois-Suomen sosiaali- ja terveysalan palveluyrittäjyyden nykytilasta ja tulevaisuuden näkymistä [2003].
- B 15 Eija Anttalainen:
Ykköskuski: kuljettajien koulutustarveselvitys [2003].
- B 16 Jyrki Ahola, Tero Keva:
Kymenlaakson hyvinvointistrategia 2003 –2010 [2003], 2 p. [2003].
- B 17 Ulla Pietilä, Markku Puustelli:
Paradise in Bahrain [2003].
- B 18 Elina Petro:
Straightway 1996—2003. Kansainvälinen transitoreitin markkinointi [2003].
- B 19 Anne Kainlauri, Marita Melkko:
Kymenlaakson maaseudun hyvinvointipalvelut - näkökulmia maaseudun arkeen sekä mahdollisuuksia ja malleja hyvinvointipalvelujen kehittämiseen [2005].
- B 20 Anja Härkönen, Tuomo Paakkonen, Tuija Suikkanen-Malin, Pasi Tulkki:
Yrittäjyyskasvatus sosiaalialalla [2005]. 2. p. [2006]
- B 21 Kai Koski (toim.):
Kannattava yritys ei menetä parhaita asiakkaitaan. PK-yritysten liiketoiminnan kehittäminen osana perusopetusta [2005]
- B 22 Paula Posio, Teemu Saarelainen:
Käytettävyyden huomioon ottaminen Kaakkois-Suomen ICT-yritysten tuotekehityksessä [2005]
- B 23 Eeva-Liisa Frilander-Paavilainen, Elina Kantola, Eeva Suuronen:
Keski-ikäisten naisten sepelvaltimotaudin riskitekijät, elämäntavat ja ohjaus sairaalassa [2006]
- B 24 Johanna Erkamo & al.:
Oppimisen iloa, verkostojen solmimista ja toimivia toteutuksia yrittäjämäisessä oppimisympäristössä [2006]
- B 25 Johanna Erkamo & al.:
Luovat sattumat ja avoin yhteistyö ikäihmisten iloksi [2006]
- B 26 Hanna Liikanen, Annukka Niemi:
Kotihoidon liikkuvaa tietojenkäsittelyä kehittämässä [2006]
- B 27 Päivi Mäenpää
Kaakkois-Suomen ensihoidon kehittämisstrategia vuoteen 2010 [2006]
- B 28 Anneli Airola, Arja-Tuulikki Wilén (toim.):
Hyvinvointialan tutkimus- ja kehittämistoiminta Kymenlaakson ammattikorkeakoulussa [2006]
- B 29 Arja-Tuulikki Wilén:
Sosiaalipäivystys – kehittämishankkeen prosessievaluatio [2006].
- B 30 Arja Sinkko (toim.):
Kestävä kehitys Suomen ammattikorkeakouluissa – SUDENET-verkostohanke [2007].

- B 31 Eeva-Liisa Frilander-Paavilainen, Mirja Nurmi, Leena Wäre (toim.):
Kymenlaakson ammattikorkeakoulu Etelä-Suomen Alkoholiohjelman kuntakumppanuudessa [2007].
- B 32 Erkki Hämäläinen & Mari Simonen:
Siperian radan tariffikorotusten vaikutus konttiliikenteeseen 2006 [2007].
- B 33 Eeva-Liisa Frilander-Paavilainen & Mirja Nurmi:
Tulevaisuuteen suuntaava tutkiva ja kehittävä oppiminen avoimissa ammattikorkeakoulun oppimisympäristöissä [2007].
- B 34 Erkki Hämäläinen & Eugene Korovyakovsky:
Survey of the Logistic Factors in the TSR-Railway Operation - "What TSR-Station Masters Think about the Trans-Siberian?" [2007].
- B 35 Arja Sinkko:
Kymenlaakson hyvinvoinnin tutkimus- ja kehittämiskeskus (HYTKES) 2000-2007. Vaikuttavuuden arviointi [2007].
- B 36 Erkki Hämäläinen & Eugene Korovyakovsky:
Logistics Centres in St Petersburg, Russia: Current status and prospects [2007].
- B 37 Hilikka Dufva & Anneli Airola (toim.):
Kymenlaakson hyvinvointistrategia 2007 - 2015 [2007].
- B 38 Anja Härkönen:
Turvallista elämää Pohjois-Kymenlaaksossa? Raportti Kouvolan seudun asukkaiden kokemasta turvallisuudesta [2007].
- B 39 Heidi Nousiainen:
Stuuva-tietokanta satamien työturvallisuustyön työkaluna [2007].
- B 40 Tuula Kivilaakso:
Kymenlaaksolainen veneenveistoperinne: venemestareita ja mestarillisia veneitä [2007].
- B 41 Elena Timukhina, Erkki Hämäläinen, Soma Biswas-Kauppinen:
Logistic Centres in Yekaterinburg: Transport - logistics infrastructure of Ural Region [2007].
- B 42 Heidi Kokkonen:
Kouvola muuttajan silmin. Perheiden asuinpaikan valintaan vaikuttavia tekijöitä [2007].
- B 43 Jouni Laine, Suvi-Tuuli Lappalainen, Pia Paukku:
Kaakkois-Suomen satamasidonnaisten yritysten koulutustarveselvitys [2007].
- B 44 Alexey V. Rezer & Erkki Hämäläinen:
Logistic Centres in Moscow: Transport, operators and logistics infrastructure in the Moscow Region [2007].
- B 45 Arja-Tuulikki Wilén:
Hyvä vanhusten hoidon tulevaisuus. Raportti tutkimuksesta Kotkansaaren sairaalassa 2007 [2007].
- B 46 Harri Ala-Uotila, Eeva-Liisa Frilander-Paavilainen, Ari Lindeman, Pasi Tulkki (toim.):
Oppimisympäristöistä innovaatioiden ekosysteemiin [2007].
- B 47 Elena Timukhina, Erkki Hämäläinen, Soma Biswas-Kauppinen:
Railway Shunting Yard Services in a Dry-Port. Analysis of the railway shunting yards in Sverdlovsk-Russia and Kouvola-Finland [2008].

- B 48 Arja-Tuulikki Wilén:
Kymenlaakson muisti- ja dementiaverkosto. Hankkeen arviointiraportti [2008].
- B 49 Hilikka Dufva, Anneli Airola (toim.):
Puukuidun uudet mahdollisuudet terveyden- ja sairaanhoidossa. TerveysSellu-hanke. [2008].
- B 50 Samu Urpalainen:
3D-voimalaitossimulaattori. Hankkeen loppuraportti. [2008].
- B 51 Harri Ala-Uotila, Eeva-Liisa Frilander-Paavilainen, Ari Lindeman (toim.):
Yrittäjämäisen toiminnan oppiminen Kymenlaaksossa [2008].
- B 52 Peter Zashhev, Peeter Vahtra:
Opportunities and strategies for Finnish companies in the Saint Petersburg and Leningrad region automobile cluster [2009].
- B 53 Jari Handelberg, Juhani Talvela:
Logistiikka-alan pk-yritykset versus globaalit suuroperaattorit [2009].
- B 54 Jorma Rytönen, Tommy Ulmanen:
Katsaus intermodaalikuljetusten käsitteisiin [2009].
- B 55 Eeva-Liisa Frilander-Paavilainen:
Lasten ja nuorten terveys- ja tapakäyttäytyminen Etelä-Kymenlaakson kunnissa [2009].
- B 56 Kirsi Rouhiainen:
Viisasten kiveä etsimässä: miksi tradenomiopiskelija jättää opintonsa kesken? Opintojen keskeyttämisen syiden selvitys Kymenlaakson ammattikorkeakoulun liiketalouden osaamisalalla vuonna 2008 [2010].
- B 57 Lauri Korppas - Esa Rika - Eeva-Liisa Kauhanen:
eReseptin tuomat muutokset reseptiprosessiin [2010].
- B 58 Kari Stenman, Rajka Ivanis, Juhani Talvela, Juhani Heikkinen:
Logistiikka & ICT Suomessa ja Venäjällä [2010].
- B 59 Mikael Björk, Tarmo Ahvenainen:
Kielelliset käytänteet Kymenlaakson alueen logistiikkayrityksissä [2010].
- B 60 Anni Mättö:
Kylälaisten metsävarojen käyttö ja suhtautuminen metsien häviämiseen Mzuzun alueella Malawissa [2010].
- B 61 Hilikka Dufva, Juhani Pekkola:
Turvallisuusjohtaminen moniammatillisissa viranomaisverkostoissa [2010].
- B 62 Kari Stenman, Juhani Talvela, Lea Värtö:
Toiminnanohjausjärjestelmä Kymenlaakson keskussairaalan välinehuoltoon [2010].
- B 63 Tommy Ulmanen, Jorma Rytönen:
Intermodaalikuljetuksiin vaikuttavat häiriöt Kotkan ja Haminan satamissa [2010].
- B 64 Mirva Salokorpi, Jorma Rytönen
Turvallisuus ja turvallisuusjohtamisjärjestelmät satamissa [2010].
- B 65 Soili Nysten-Haarala, Katri Pynnöniemi (eds.):
Russia and Europe: From mental images to business practices [2010].

- B 66 Mirva Salokorpi, Jorma Rytönen:
Turvallisuusjohtamisen parhaita käytäntöjä merenkulkijoille ja satamille [2010].
- B 67 Hannu Boren, Marko Viinikainen, Ilkka Paaajnen, Viivi Etholen:
Puutuotteiden ja -rakenteiden kemiallinen suojaus ja suojauksen markkinapotentiaali [2011].
- B 68 Tommy Ulmanen, Jorma Rytönen, Taina Lepistö:
Tavaravirtojen kasvusta ja häiriötekijöistä aiheutuvat haasteet satamien intermodaalijärjestelmälle [2011].
- B 69 Juhani Pekkola, Sari Engelhardt, Jussi Hänninen, Olli Lehtonen, Pirjo Ojala:
2,6 Kestävä kansakunta. Elinvoimainen 200-vuotias Suomi [2011].
- B 70 Tommy Ulmanen:
Strategisen osaamisen johtaminen satama-alueen Seveso-laitoksissa [2011].
- B 71 Arja Sinkko:
LCCE-mallin käyttöönotto tekniikan ja liikenteen toimialalla – ensiaskeleina tuotteistaminen ja sidosryhmäyhteistyön kehittäminen [2012].
- B 72 Markku Nikkanen:
Observations on Responsibility – with Special reference to Intermodal Freight Transport Networks [2012].
- B 73 Terhi Suuronen:
Yrityksen arvon määrittäminen yrityskauppatilanteessa [2012].
- B 74 Hanna Kuninkaanniemi, Pekka Malvela, Marja-Leena Saarinen (toim.):
Research Publication 2012 [2012].
- B 75 Tuomo Väärä, Reeta Stöd, Hannu Boren:
Moderni painekyllästys ja uusien puutuotteiden testaus aidossa, rakennetussa ympäristössä. Jatkohankkeen loppuraportti [2012].
- B 76 Ilmari Larjavaara:
Vaikutustapojen monimuotoisuus B-to-B-markkinoinnissa Venäjällä - lahjukset osana liiketoimintakulttuuria [2012].
- B 77 Anne Fransas, Enni Nieminen, Mirva Salokorpi, Jorma Rytönen:
Maritime safety and security. Literature review [2012].
- B 78 Juhani Pekkola, Olli Lehtonen, Sanna Haavisto:
Kymenlaakson hyvinvointibarometri 2012. Kymenlaakson hyvinvoinnin kehityssuuntia viranhaltijoiden, luottamushenkilöiden ja ammattilaisten arvioimana [2012].
- B 79 Auli Jungner (toim.):
Sosionomin (AMK) osaamisen työelämälähtöinen vahvistaminen. Ongelmaperustaisen oppimisen jalkauttaminen työelämäyhteistyöhön [2012].
- B 80 Mikko Mylläri, Jouni-Juhani Häkkinen:
Biokaasun liikennekäyttö Kymenlaaksossa [2012].
- B 81 Riitta Leviäkangas (toim.):
Yhteiskuntavastuuraportti 2011 [2012].
- B 82 Riitta Leviäkangas (ed.):
Annual Responsibility Report 2011 [2012].

- B 83 Juhani Heikkinen, Janne Mikkala, Niko Jurvanen:
**Satamayhteisön PCS-järjestelmän pilotointi Kaakkois-Suomessa. Mobiilisatama-projektin työpa-
ketit WP4 ja WP5, loppuraportti 2012** [2012].
- B 84 Tuomo Väärä, Hannu Boren:
Puun modifiointiklusteri. Loppuraportti 2012 [2012].
- B 85 Tiina Kirvesniemi:
Tieto ja tiedon luominen päiväkotityön arjessa [2012].
- B 86 Sari Kiviharju, Anne Jääsmaa:
KV-hanketoiminnan osaamisen ja kehittämistarpeiden kartoitus - Kyselyn tulokset[2012].
- B 87 Satu Hoikka, Liisa Korpivaara:
**Työhyvinvointia yrittäjälle - yrittäjien kokemuksia Hyvinvointikoulusta ja näkemyksiä yrittäjän
työhyvinvointia parantavista keinoista** [2012].
- B 88 Sanna Haavisto, Saara Eskola, Sami-Seppo Ovaska:
Kopteri-hankkeen loppuraportti [2013].
- B 89 Marja-Liisa Neuvonen-Rauhala, Pekka Malvela, Heta Vilén, Oona Sahlberg (toim.):
Sidos 2013 - Katsaus kansainvälisen liiketoiminnan ja kulttuurin toimialan työelämäläheisyyteen
[2013].
- B 90 Minna Söderqvist:
Asiakaskesteistä kansainvälistymistä Kymenlaakson ammattikorkeakoulun yritysysteistyössä
[2013].
- B 91 Sari Engelhardt, Marja-Leena Salenius, Juhani Pekkola:
**Hyvän tuulen palvelu. Kotkan terveiskioski hyvinvoinnin edistäjänä - Kotkan terveiskioskikokei-
lun arviointi 2011-2012** [2013].
- B 92 Anne Fransas, Enni Nieminen, Mirva Salokorpi:
Maritime security and safety threats – Study in the Baltic Sea area [2013].
- B 93 Valdemar Kallunki (toim.):
**Elämässä on lupa tavoitella onnea: Nuorten aikuisten koettu hyvinvointi, syrjäytyminen ja osalli-
suus Kaakkois-Suomessa ja Luoteis-Venäjällä. Voi hyvin nuori -hankkeen loppuraportti.** [2013].
- B 94 Hanna Kuninkaanniemi, Pekka Malvela, Marja-Leena Saarinen (toim.):
Research Publication 2013 [2013].
- B 95 Arja Sinkko (toim.):
**Tekniikan ja liikenteen toimialan LCCE-toiminta Yritysysteistyönä käytännössä: logistiikan opiske-
lijoiden "24 tunnin ponnistus"**[2013].
- B 96 Markku Nikkanen:
**Notes & Tones on Aspects of Aesthetics in Studying Harmony and Disharmony: A Dialectical Exa-
mination** [2013].
- B 97 Riitta Leviäkangas (toim.):
Yhteiskuntavastuuraportti 2012 [2013].
- B 98 Mervi Nurminen, Teija Suoknuuti, Riina Mylläri (toim.):
**Sidos 2013, NELI North European Logistics Institute - Katsaus logistiikan kehitysohjelman tulok-
siin**[2013].
- B 99 Jouni-Juhani Häkkinen, Svenja Baer, Hanna Ricklefs:
Economic comparison of three NO_x emission abatement systems [2013].

- B 100 Merja Laitoniemi:
Yksinäisyydestä yhteisöllisyyteen. Yhteisöllistä hoitotyötä Elimäen Puustellissa [2013].
- B 101 Kari Stenman (toim.):
ROCKET. Kymenlaakson ammattikorkeakoulun osahankkeen loppuraportti [2013].
- B 102 Hannu Sarvelainen, Niko Töyrylä:
Koelaitte biomassan torrefiointiin. Biotuli-hankkeen tutkimusraportti 2013 [2013].
- B 103 Saara Eskola:
Biotuli-hanke. Puupohjaiset antibakteeriset tuotteet infektioiden torjunnassa [2013].
- B 104 Hilikka Dufva, Juhani Pekkola:
Matkustajalaivaliikennettä harjoittavan varustamon yhteiskuntaeettinen liiketoiminta [2013].
- B 105 Mirva Pilli-Sihvola (toim.):
Muuttuuko opettajuus ja mihin suuntaan? Yhteisöllisen verkko-oppimisen ja mobiilioppimisen mahdollisuuksia etsimässä [2013].
- B 106 Anne Fransas, Enni Nieminen, Mirva Salokorpi:
Maritime security and security measures – Mimic Study in the Baltic Sea Area [2013].
- B 107 Satu Peltola (ed.):
Wicked world – The spirit of wicked problems in the field of higher education [2013].
- B 108 Hannu Sarvelainen, Niko Töyrylä:
Erialaisten biomassojen soveltuvuus torrefiointiin. BIOTULI-hankkeen tutkimusraportti 2013 [2013].
- B 109 Tiina Kirvesniemi:
Ammattikorkeakouluopintoihin valmentava koulutus maahanmuuttajille – kokemuksia Kymenlaaksossa [2013].
- B 110 Jari Hyryläinen, Pia Paukku ja Emmi Rantavuo
Trik-hanke. Kotka, Kundan ja Krostadtin välisen laivareitin matkustaja- ja rahtipotentialin selvitys. [2013].
- B 111 Heta Vilén, Camilla Grönlund (toim.)
LCCE-harjoittelu. Harjoitteluprosessi osana LCCE-konseptia [2013].
- B 112 Kati Raikunen, Riina Mylläri
Kaakkois-Suomen logistiikkakatsaus [2014].
- B 113 Tuomo Pimiä (ed.)
Info package of wind energy [2014].



KYAMK
University of Applied Sciences