

Kaasurenessanssihankkeen yhteisraportti

Arto Ahlberg



Kaasurenessanssihankkeen yhteisraportti

Arto Ahlberg

Kymenlaakson ammattikorkeakoulu

arto.ahlberg@kyamk.fi

Kotka 2016

Kymenlaakson ammattikorkeakoulun julkaisuja.

Sarja B. Nro: 156

Kustantaja: Kymenlaakso University of Applied Sciences

Copyright: Kymenlaakso University of Applied Sciences

ISBN: 978-952-306-156-9 (PDF)

ISSN: 1797-5972 (PDF)

Sisälllys

Tiivistelmä Kaasurenessanssihankkeesta	8
Esiselvitys suljetun metaanikierron koelaitteiston sijoitusmahdollisuuksista sekä sijoituspaikkoihin liittyvistä vaatimuksista.....	10
1 JOHDANTO.....	10
2 SULJETTU METAANIKIERTO.....	10
3 SULJETUN METAANIKIERRON KOELAITTEISTO.....	11
4 LAPPEENRANNAN TEKNILLISEN YLIOPISTON KOELAITOS.....	12
5 SULJETUN METAANIKIERRON VAATIMA INFRASTRUKTUURI.....	13
6 SULJETUN METAANIKIERRON MAHDOLLISET KOELAITOKSET KYMENLAAKSOSSA.....	14
6.1 Kouvolan vesi Oy.....	14
6.2 Haminan energia Oy.....	14
6.3 KSAO Biosampo koulutuskeskus.....	15
6.4 Solvay Chemicals Finland Oy.....	15
6.5 Kymenlaakson jäte Oy.....	16
6.6 Kemira Chemicals Oyj.....	16
7 SULJETUN METAANIKIERRON MAHDOLLISUUDET.....	16
7.1 Vaihtoehtoisten liikennepolttoaineiden kombilaitos.....	17
7.2 Maailmalla kehitteillä olevia prosesseja.....	18
8 LAITOSKYSSELYN VASTAUKSET.....	19
8.1 Kouvolan vesi Oy.....	19
8.2 Haminan Energia Oy ja Virolahden kunta.....	20
8.3 KSAO Biosampo koulutuskeskus Anjalankoski.....	20

8.4 Solvay Chemicals Oy Finland.....	20
8.5 Kymenlaakson jäte Oy.....	21
8.6 Kemira Chemicals Oyj.....	21
9 JOHTOPÄÄTÖKSET.....	21
10 YHTEYSHENKILÖLUETTELO.....	22
LÄHTEET JA KIRJALLISUUS	23
Vety- ja biokaasuajoneuvojen käyttökiinnostus kymenlaaksossa esiselvitys.....	24
1 JOHDANTO.....	24
2 VAIHTOEHTOISTEN POLTTOAINEIDEN KÄYTTÖ	24
3 ÖLJYN HINNAN VAIKUTUS.....	26
3.1 Vähähiiliseen teknologiaan sijoittaminen.....	27
4 BIOKAASUAJONEUVOT.....	28
5 VETYKAASUAJONEUVOT.....	29
5.1 Vetyasemat.....	30
5.2 Vetyasemaverkosto maailmalla.....	30
5.3 Uusiutuvan energian direktiivi (RES-direktiivi).....	30
5.4 Woikoski yhtiön vetyasemat.....	31
6 VAIHTOEHTOISIA POLTTOAINEITA KÄYTTÄVÄT TYÖKONEET.....	32
6.1 E-Truk -hanke Tampereen ammattikorkeakoulussa.....	35
7 HANKKEESSA TEHDYT TOIMET KAASUKÄYTTÖISTEN AJONEUVOJEN KÄYTÖN JA TIETOISUUDEN LISÄÄMISEKSI.....	35
7.1 Toimintapäivä-tapahtuma Logistiikka ja osaaminen 2030.....	36
8 HANKKEEN AIKANA HAVAITUT ONGELMAT HANKKEEN LÄPIVIEMISEKSI.....	39
9 HAASTATTELUT.....	40
9.1 Haastatteluun osallistuneet tahot.....	40
9.2 Haastatteluissa esitetyt kysymykset.....	41
9.3 Peruskysymykset, ja kaikille tehty arvotuskysymys.....	41

10 HAASTATELLUT HENKILÖT.....	42
10.1 Kysymysosion vastaukset.....	43
10.2 Numeroarviointiosion vastaukset.....	44
11 JOHTOPÄÄTÖKSET.....	45
LÄHTEET JA KIRJALLISUUS.....	46
 Kustannuslaskelmat ja ympäristövaikutukset vaihtoehtoisilla polttoaineilla esiselvitys	 47
1 JOHDANTO.....	47
2 VERTAILUPOHJA.....	47
3 VEROTUKSEN JA VALTIO-OHJAUKSEN VAIKUTUS KUSTANNUKSIIN.....	48
3.1 Uusiutuvan energian direktiivi (RES-direktiivi).....	48
3.2 Vaihtoehtoisten liikennepolttoaineiden infrastruktuuridirektiivi (2014/94/EU).....	49
4 KUSTANNUSVERTAILU.....	50
4.1 Metaaniautot.....	51
4.2 Etanoliautot.....	51
4.3 Täyssähköautot.....	52
4.4 Hybridiautot.....	52
5 LASKELMAT.....	52
5.1 Hankintakustannus.....	53
5.2 Käyttökustannus.....	55
5.3 Elinkaarikustannus.....	55
6 YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET.....	56
6.1 CO ₂ -päästöt.....	56
6.2 Hiukkaspäästöt.....	58
7 TEKNOLOGIOIDEN KEHITYSNÄKYMÄT.....	58
7.1 Uusien teknologioiden markkinointi.....	58

8 MITEN TEHDÄ OIKEA VALINTA?.....	59
8.1 Ajoneuvon käyttötapa.....	59
8.2 Ympäristöystävällisyys.....	60
8.3 Käyttö – ja hankintakustannukset.....	60
9 YHTEYSHENKILÖLUETTELO.....	60
LÄHTEET JA KIRJALLISUUS.....	61
Kymenlaakson ammattikorkeakoulun julkaisuja.....	62
B-sarja Tutkimukset ja raportit.....	62

Tiivistelmä Kaasurenessanssihankkeesta

NELI käynnisti lokakuussa 2015 Kaasurenessanssiksi nimetyn hankkeen jolla oli useita osatavoitteita. Hanke jakautui työpaketteihin joita ovat suljetun metaanikierron koelaitoksen sijoituspaikka, vaihtoehtoisen polttoaineiden käytön edistäminen Kymenlaaksossa, vety- ja kaasukäyttöisistä ajoneuvoista kiinnostuneiden yritysten kartoittaminen, ja vaihtoehtoisten polttoaineiden taloudellisuuslaskelmat sekä tulevaisuuden kehitys.

Ensimmäisessä työpaketissa tutkittiin suljettua metaanikiertoa ja mahdollisen koelaitteiston sijoittumista Kymenlaaksoon. Kymenlaaksosta löydettiin kuusi eri laitosta jotka käyttävät metaania prosesseissaan sekä osalla heistä oli myös vedyn tuotantoa. Laitoksia lähestyttiin haastatteluin jonka yhteydessä esiteltiin kaasurenessanssi-hanke ja kerrottiin hankkeen tavoitteet, sekä annettiin lisätietoa yrityksille kehitteillä olevista teknologioista. Merkillepantavaa on, että kaikki laitokset olivat hyvin kiinnostuneita uusista teknologioista ja niillä on valmiuksia erilaisin tarpein lähteä edelleen kehittämään prosessejaan.

Toisena tavoitteena oli selvittää Kymenlaakson kaupunkien ja yritysten halukkuutta ottaa käyttöön vaihtoehtoisia polttoaineita kuljetuskalustossaan. Tässä osuudessa oli yhteistyössä Kouvola Innovation Oy jonka osahanke oli vetyaseman sijoituspaikka Kouvolan alueella. Useilla työryhmätapaamisilla määriteltiin tarvittava infrastruktuuri sekä kartoitettiin potentiaaliset alueet. Kouvola löytyi kaksi aluetta jotka voisivat olla mahdollisia. Vetyasemaa suunnitellaan nyt Kouvolan asuntomessuille 2019. Vetyaseman sijoittumisesta Kouvolaan on tehty erillinen selvitysraportti Kari Laineen toimesta.

Kymenlaakson ammattikorkeakoulun NELI-hankkeen toteuttamat Kaasurenessanssihankkeen osaraportit on koottu yhdistettynä tähän yhteisraporttiin.

Vetyaseman sijoittumisesta tehty osahanke on erillisenä raporttina: ”Esiselvitys vetytankkaus- aseman sijoittumisesta” (30.4.2016).

Kaasurenssanssihankeeseen työpaketit (sisältyvät tähän kokonaisraporttiin)

1. ESISELVITYS SULJETUN METAANIKIERRON KOELAITTEISTON SIIJOITUSMAHDOLLISUUKSISTA SEKÄ SIIJOITUSPAIKKoiHIN LIITTYVISTÄ VAATIMUKSISTA
2. VETY- JA BIOKAASUAJONEUVOJEN KÄYTTÖKIINNOSTUS KYMENLAAKSOSSA
3. KUSTANNUSLASKELMAT JA YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET VAIHTOEHTOISILLA POLTTOAINEILLA

Esiselvitys suljetun metaanikierron koelaitteiston sijoitusmahdollisuuksista sekä sijoituspaikkoihin liittyvistä vaatimuksista

I JOHDANTO

Tämä raportti on esiselvitys suljetun metaanikierron sijoitusmahdollisuuksista Kymenlaaksossa. Esiselvitys perustuu aiemmin tehtyihin tutkimuksiin Kymenlaakson ammattikorkeakoulussa sekä Kouvolan seudun ammattiopistossa tehtyihin selvityksiin, jotka koskevat metaanin valmistusta suljetussa kierrossa. Selvityksen tekijänä on Kymenlaakson ammattikorkeakoulun hallinnoima NELI-hanke.

Esiselvityksessä kartoitettiin Kymenlaaksossa olevia, mahdollisia sijoituspaikkoja suljetun metaanikierron laitteistoille. Laitosten mielenkiinto kyseiselle prosessille selvitettiin myös. Kyseessä on uusi tekniikka jolle ei vielä Suomessa ole rakennettuna käyttöprosesseja. Tämän vuoksi esiselvitys oli tehtävä yleisellä tasolla, koska laitteistojen hintatietoja, prosessin hyötysuhdetta, eikä myöskään taloudellista kannattavuutta muutenkaan ollut selvillä kyselyä tehtäessä. Perustana käytettiin tiedossa olevaa Audin konseptia Saksassa, sekä hankkeen aikana kerättyä tietoa metanaatioprosessista. Hankkeen aikana selvisi, että luonnonvarakeskus on myös suunnitellut vastaavanlaista prosessia hiilidioksidin talteenottoon vedyn avulla. Lisäksi selvitettiin erilaisia variaatioita suljetun metaanikierron ja vedyn käytölle.

2 SULJETTU METAANIKIERTO

Metaani (CH_4) on kemiallinen yhdiste. Kyseessä on siis hiilivety ja alkaani, joka on ilmaa kevyempi kaasu. Metaani kuuluu hiilidioksidin tavoin kasvihuonekaasuihin. Metaania muodostuu hapettoman mätänemisen seurauksena. Tällaista mätänemistä tapahtuu muun muassa soilla ja kaatopaikoilla. Metaania on varastoitunut maahan maakaasuna ja erilaisina yhdisteinä kuten metaaniklaraattina. Metaaniklaraattia löytyy esimerkiksi kylmistä meren syvänteistä Siperiassa.

Metaani on kasvihuonekaasuna moninkertaisesti haitallisempi hiilidioksidiin verrattuna ja metaani on monipuolinen energianlähde. Tutkimuksia on tehty runsaasti metaanin valmistamiseksi ja hyödyntämiseksi. Suljetussa metaanikierrossa metaania valmistetaan hiilidioksidista ja vedystä reaktorissa katalyytin avulla. Kyseinen kierto mahdollistaa vähähiilisen ja suljettuun kiertoon perustuvan energiantuotannon. Prosessia voidaan hyödyntää tasaamaan uusiutuvan energiantuotannon vaihteluja.

Uudet teknologiat mahdollistavat suljetun metaanikierron toteuttamisen. Suljetussa kierrossa metaania tuotetaan esimerkiksi aurinko- tai tuulisähkön avulla. Metaani puolestaan voidaan polttaa veden lämmittämiseksi tai höyryttämiseksi, jolloin saadaan tuotettua lämpöä ja/tai sähköä. Tämä yhdistetty lämmön- ja sähköntuotantoprosessi on nimeltään CHP (Combind Heat and Power). Metaanin polttamisesta syntyy hiilidioksidia, joka voidaan ottaa talteen ja kierrättää uudelleen prosessin läpi. Näin muodostuu suljettu kierto, jossa valmistetaan hiilidioksidista metaania, ja jossa metaani hajoaa hiilidioksidiksi.[1]

3 SULJETUN METAANIKIERRON KOELAITTEISTO

Luonnonvarakeskuksessa (LUKE) on kehitetty metaanireaktori joka tehostaa uusiutuvan energian käyttöä ja tuotantoa. Reaktorin avulla voidaan jalostaa esimerkiksi ylimääräinen aurinko- tai tuulisähkö metaanikaasuksi, jota voidaan helposti varastoida tulevaa käyttöä varten. Reaktorilla voidaan jalostaa myös puuraaka-ainetta metaanikaasuksi tai ottaa valmistuksessa tarvittava hiilidioksidi talteen teollisuuden ja energiantuotannon päästöistä. Erona hankkeen lähtökohtiin oli vedyn valmistus. Hankkeessa lähdettiin liikkeelle siitä ajatuksesta, että vety tulee joka valmistaa elektrolyysillä, tai höyryreformoinnilla, tai hyväksikäyttää laitoksessa mahdollisesti syntyvää sivutuotetevyitä. Luken tutkijat ovat selvittäneet, että prosessin tarvitsemaa vetyä voidaan valmistaa myös teollisuuden biomassoista.

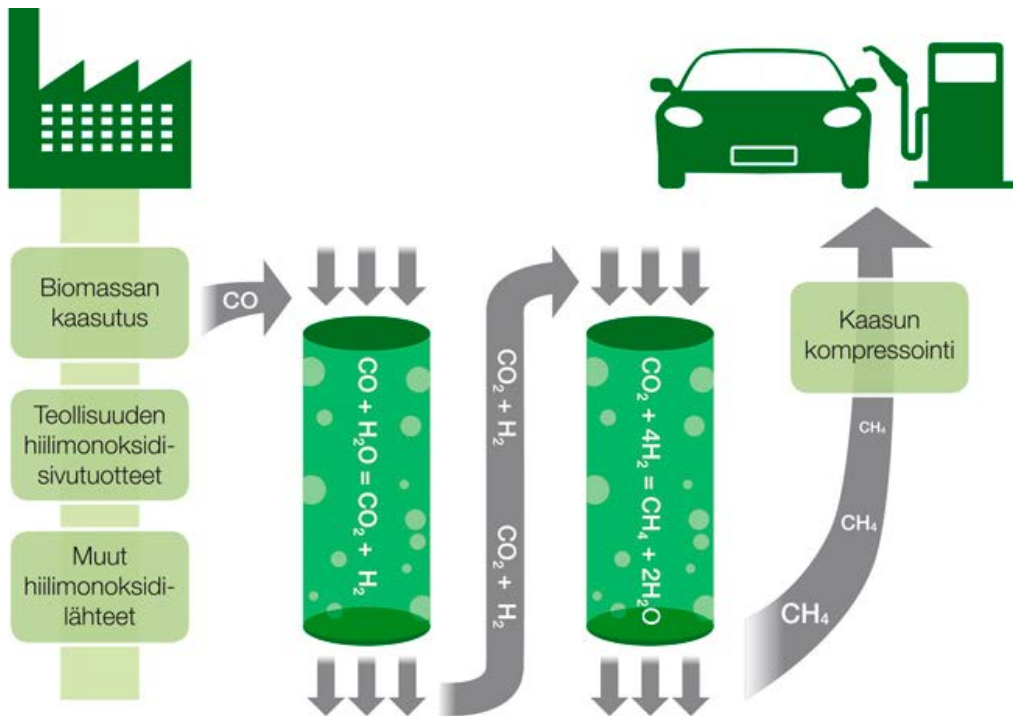
Suomalainen keksintö on jo valmis kaupallistettavaksi. Arvioiden mukaan ensimmäiset reaktorit voisivat olla markkinoilla 2–3 vuoden kuluessa. Tavoitteena on aluksi tarjota järjestelmää maatiloille ja keskisuurille energiayhtiöille. Myöhemmin voidaan siirtyä teollisuusmittakaavaan ja pyrkiä vientimarkkinoille.

Maatiloille rakennetuissa biokaasulaitoksissa metaanireaktorin avulla voidaan valmistaa metaania biokaasun sisältämästä hiilidioksidista. Nykyisiä menetelmiä käyttämällä hiilidioksidia vapautuu ilmakehään. Metaanireaktori on tuotantokustannuksiltaan edullinen ja sopivia käyttökohteita on runsaasti.

Metaanireaktorin ensimmäinen versio perustuu professori **Erkki Auran** ideaan. Auran idean mukaan suosta peräisin olevat mikrobit tuottavat hiilidioksidista ja vedystä metaania ja vettä. Luonnonvarakeskuksen tutkijat **Anni Alitalo** ja **Marko Niskanen** kehittivät menetelmää eteenpäin parantamalla reaktorin toimintaa. Samalla kokeiltiin energialähteinä erilaisia kaasuja.

Nyt kehitetyn uuden mikrobiologisen menetelmän hyötysuhde on jo melko hyvä. Samalla selvisi, että metaania voidaan tuottaa puhtaan vedyn ja hiilidioksidin sijasta myös hiilimonoksidia sisältävästä puukaasusta.

Mikrobit osaavat valmistaa puukaasusta ensin hiilidioksidia ja siitä edelleen metaania. Aurinko- ja tuulisähkö taas muunnetaan elektrolyysissä ensin vedyksi, jonka jälkeen mikrobit tuottavat vedystä ja hiilidioksidista metaanikaasua. Paineistettuna metaanikaasu sopii esimerkiksi käytettäväksi liikennepolttoaineena.[2]



Kuva 1. Metaanireaktorin hyödyntäminen hiilidioksidin talteenottoon (Luonnonvarakeskus)

4 LAPPEENRANNAN TEKNILLISEN YLIOPISTON KOELAITOS

Lappeenrannan teknillinen yliopisto ja Valtion teknillinen tutkimuslaitos ovat yhdessä vieneet eteenpäin Neo Garbon Energy -tutkimusohjelmaa. Tarkoituksena on käyttää aurinko- ja tuuli-voimalla saatavaa sähköä hiilidioksidin talteenottoon ilmakehästä. Talteen otetusta hiilidioksidista voidaan valmistaa esimerkiksi perinteisiä polttoaineita. Teknologiat tähän ovat jo olemassa. Hiilidioksidista voidaan valmistaa synteettistä maakaasua, bensiiniä ja dieseliä tai muoveja. Tutkimusohjelmassa kehitetään järjestelmiä myös energian varastoinniseksi. VTT:ssä uskotaan, että ennen pitkää kaikki energiantuotanto käyttää sähköä jossain vaiheessa prosessia ja käyttökohteet sitten määräävät jatkolajostustavan.

Lappeenrannan yliopistolla on vedyn valmistuslaitos. Hiilidioksidin talteenottolaitos on Jyväskylässä. Lisäksi heillä on myös FT-synteesilaitos. Nämä yhdistämällä voidaan valmistaa koemitassa synteettisiä polttoaineita. Synteettiset polttoaineet ovat vielä suhteellisen kalliitua verrattuna fossiilisiin polttoaineisiin. FT-synteesin jälkeen tarvitaan vielä öljynjalostamo jossa valmistettu vaha voidaan muuntaa bensiiniksi, dieseliksi tai muoveiksi. CO₂-talteenottotekniikka on tuttua mm. sukellusveneissä ja avaruusaluksissa. Aktiiviaine kerää varausähkökemialla. Kylmä tehostaa prosessia ja liian suuri lämpötila alentaa hyötysuhdetta.

Lappeenrannan yliopistolla haastateltiin **Pasi Vainikkaa** joka on VTT:n johtava tutkija. Hänen mukaansa, jos Pariisin ilmastopöytäkirjasta pidetään tiukasti kiinni, nopeuttaa se sellaisia ympäristöohjelmia jotka ovat lähes valmiita. Vedyn käyttö ja kehitystyö jäisi pois koska se uutena ei ehdi mukaan. FT-synteesit eivät pysty vielä kilpailemaan kustannustehokkuudessa [3].

5 SULJETUN METAANIKIERRON VAATIMA INFRASTRUKTUURI

Suunnittelun suljetun metaanikierron laitteistolle vaadittavat olosuhteet ovat taloudellisista syistä ensinnäkin mahdollisimman pitkälle luotu perusinfrastrukturi, jonka pohjalle voidaan mahdollisimman pienin lisäkustannuksin rakentaa haluttu koelaitteisto. Perusinfrastruktuurilta vaaditaan kustannussyistä jo jotakin olemassa olevaa tuotantoa tai käytettävissä olevia raaka-aineita, esimerkiksi biokaasun eli metaanin tuotantoa, tai muita vastaavia laitteistoja joita modifioimalla ja lisärakentamalla saataisiin aikaan haluttu laitteisto. Myös sähkön tuotanto tuuli- tai aurinkoenergialla ovat perusinfrastruktuuria jota voidaan hyödyntää suljettua metaanikiertoa suunniteltaessa. Vedyn jo olemassa oleva tuotanto ja mahdollinen ylimäärä voidaan hyödyntää prosessissa kustannustehokkaasti. Lisäksi vaaditaan olemassa olevaa tietotaitoa laitteiston käyttämiseksi ja luotettavien tulosten aikaan saamiseksi.

Esiselvityksen työpaketeissa oli mukana myös esiselvitys mahdollisesta vetyasemasta Kouvolaan. Nämä kaksi hankkeen osa-aluetta olivat kytköksissä toisiinsa siten, että selvitettiin mahdollisuutta kytkeä vetyasema samaan laitokseen missä olisi myös suljetun metaanikierron laitteisto. Tutkittiin myös saataisiinko mahdollista synergiaetua jos nämä laitokset olisivat samassa yhteydessä. Tulevaisuuden kehityskulussa voidaan ajatella kombilaitosta, jossa on tarjolla paitsi metaania, myös vetyä esimerkiksi liikennekäyttöön tai lämmitykseen.

Tulevaisuudessa jolloin autot käyttävät polttoaineena ainoastaan vaihtoehtoisia lähes päästöttömiä polttoaineita voi olla synergiaedun kannalta taloudellista valmistaa sekä metaania että vetyä samassa laitoksessa.

Kymenlaakso on alueellisesti erinomainen paikkakunta biokaasun valmistuksen ja käytön suhteen. Gasum Oy:n laaja kaasuverkosto, sekä Haminan Energian kaasuverkosto mahdollistavat biokaasun jakelun käyttäjille ilman pitkiä tankkausmatkoja. Alueellista etua saadaan myös biokaasun valmistuksen mahdollistavasta maataloudesta, joka Kymenlaaksossa on merkittävä tekijä suunniteltaessa ja rakennettaessa suljetun metaanikierron tuotantolaitoksia. Kymenlaaksossa on

tietotaitoa myös vedyn valmistuksen, varastoinnin ja jakeluasemien suhteen. Woikoski Oy Mäntyharjulla on valmistanut vetyä ja muita kaasuja jo yli sata vuotta. Solvay Oy Finland valmistaa vetyä vetyperoksidin raaka-aineeksi Voikkaalla. Kemira Oy valmistaa vetyä Kuusankoskella sellunvalkaisukemikaalin sivutuotteena.

6 SULJETUN METAANIKIERRON MAHDOLLISET KOELAITOKSET KYMENLAAKSOSSA

Hankkeessa kartoitettiin Kymenlaakson alueelta laitokset joilla olisi mahdollista ottaa käyttöön suljettu metaanikierto tavalla tai toisella. Tällaisia mahdollisia laitoksia löytyi kuusi kappaletta. Kaikkiin laitoksiin oltiin yhteydessä sekä sähköpostitse että käytiin tutustumassa laitoksiin. Tutustumisen yhteydessä esiteltiin Kaasurenesanssi-hanke ja selvitettiin kyseisen laitoksen mahdollisuudet ja mielenkiinto ottaa käyttöön suljetun metaanikierron prosessi.

Mahdolliset laitokset joissa on jo olemassa olevaa infrastruktuuria ja joihin lisärakentamisella voitaisiin kytkeä suljetun metaanikierron laitteisto, ovat Kouvolan Vesi (Kymen bioenergia Oy), Haminan energian uusi biokaasulaitos Virolahdella, Biosammon koulutus- ja koelaitos Anjalankoskella, Kymenlaakson Jäte Oy Keltakankaalla, myös Solvay Chemicals Finland Oy oli mahdollinen sijoituspaikka. Solvay Chemicals Finland Oy valmistaa höyryreformoinnilla metaanista vetyä Voikkaalla. Kemira Oy valmistaa selluteollisuuden valkaisuaineita Kuusankoskella ja prosessissa syntyy ylimäärin vetyä. Kaikkiin näihin laitoksiin oltiin yhteydessä saman sisältöisten kysymysten kanssa. Esiselvityksen tarkoituksena oli tiedustella lyhyen suljetun metaanikierron esittelyn jälkeen laitosten mielenkiintoa mahdollisen laitteiston asentamiseksi heidän tuotantolaitokseensa.

6.1 Kouvolan vesi Oy

Yksi selvitettävistä kohteista oli entinen Kymen bioenergia Oy Kouvolassa. Yritysjärjestelyn myötä Kouvolan vesi omistaa tällä hetkellä Kouvolan Mäkikylässä sijaitsevan biolaitoksen. Biolaitos valmistaa biokaasua ja lannoitteita elintarvikesektorilta ja teollisuudesta sekä yksityistalouksista kerättävästä biojätteestä ja puhdistamoilta tulevasta lietteestä Valmistettu metaani myydään Gasum Oy:lle jonka omistamaan maakaasuverkkoon kaasu syötetään. Mädätysjäte myydään lannoitteeksi ja maanparannusaineeksi. Biojätettä ja jätevedenpuhdistamon lietettä laitos ottaa vastaan noin 19 000 tonnia vuodessa. Laitos käsittelee kaiken Kouvolan kotitalouksilta kerättävän biojätteen ja suuren osan myös Kymenlaakson alueen kauppojen biojätteistä.

6.2 Haminan energia Oy

Haminan Energian strategiana on panostaa voimakkaasti päästöjen vähentämiseen omassa sähkönhankinnassa varmistaakseen mahdollisimman tasapainoisen ja kilpailukykyisen tuotantokorin, jonka avulla vastataan asiakaskunnan tarpeisiin ja päästökaupan haasteisiin. Haminan Energialla

on neljä tuulivoimalaa Haminassa (yhteisteho 12 MW) ja yksi tuulivoimala (3 MW) sijaitsee Kemin Ajoksen tuulipuistossa ja CHP-kaasumoottorivoimaloita on (yht. 2,3 MW) asiakaskohteissa [4].

Haminan Energia Oy rakensi biokaasulaitoksen Virolahden Vahterikonkankaan teollisuusalueelle. Biokaasulaitoksen käyttöönotto oli vuoden 2015 lopulla. Paikallisesti tuotetun biokaasu tarjotaan liikennekäyttöön. Biokaasulaitoksen kapasiteetti on noin 10 GWh/vuosi, mikä kattaa noin 900 henkilöauton vuosittaisen polttoainekulutuksen. Laitos on ns. kuivämädätyslaitos, joka mahdollistaa laajan syötepuhjan ja jossa ei ole tarvetta veden lisäykseen kuivillakaan syötteillä. Laitos käsittelee alkuvaiheessa n. 12 000 t/vuosi maataloudesta ja yhdyskunnista peräisin olevia biomassoja. Käsittelykapasiteettia on mahdollista nostaa tasolle 19 500 t/vuosi nykyisellä rakenteella ja voimassa olevalla ympäristöluvalla.

Tuotettu biokaasu jalostetaan biometaaniksi ja syötetään Haminan Energia Oy:n kaasun jakeluverkkoon, joka kulkee tontin läpi. Biokaasu käytetään joko liikennekäyttöön tai lämmön tuotantoon. Laitoksesta syntyvä mädätysjäte voidaan hyödyntää lannoitteena tai maanparannusaineena.

Haminan energialla on käytössään 16 kappaletta kaasuautoja. Myös Virolahden kunta siirtyy kaasuautojen käyttöön uuden biolaitoksen myötä. Etelä-Kymenlaaksoon saadaan kolmas julkinen tankkausasema tämän vuoden puolella. Kyseessä on Haminan Energian biokaasupiste, jonka paikaksi on arveltu Vaalimaata [4].

6.3 KSAO Biosampo koulutuskeskus

Biosampo on Kouvolan seudun ammattopiston (KSAO) hallinnoima koulutus- ja tutkimuskeskus jossa järjestetään erilaista energiaan ja ympäristöön liittyvää koulutusta. Laitoksessa on jo nyt valmiina monia energiaan liittyviä koelaitteistoja. Laitoksesta löytyy biokaasun valmistusta ja tuulisähkön valmistusta pienessä mittakaavassa. Biosampo-hankkeen tavoitteena on edistää maaseudun kilpailukykyä ja Kaakkois-Suomen ympäristö- ja bioenergia-alan kehittämistavoitteita. Biosampo-hanke vastaa bioenergian lisäystavoitteisiin koulutus- ja t&k-sektorilla. Tämä tekee Biosammosta mielenkiintoisen kohteen esimerkiksi suljetun metaanikierron pienen mittakaavan testauslaitokseksi.

6.4 Solvay Chemicals Finland Oy

Solvay Chemicals Finland Oy on monikansallinen yritys joka toimii 53 eri maassa ja sillä on yli 30 000 työntekijää. Suomessa se valmistaa metsäteollisuuden valkaisu kemikaaleja Kouvolan Voikkaalla. Yrityksellä on pitkä historia vetyperoksidin valmistuksesta metsäteollisuudelle. Yritys käyttää metaania valmistusprosessissaan ja tuottaa höyryreformoinnilla vetyä. Metaanin he ostavat Gasumilta. Vetyä käytetään vetyperoksidin osana tuotannossa. Vedyn valmistuksen kapasiteetista on käytössä noin 70–80 % joten vetyä voitaisiin valmistaa enemmän kuin omaan prosessiin on tarpeellista.

6.5 Kymenlaakson jäte Oy

Kymenlaakson Jäte Oy on 9 kunnan omistama, voittoa tavoittelematon yhtiö, jonka omistusosuudet määräytyvät asukaslukujen mukaan. Yhtiön tehtävänä on ottaa vastaan ja käsitellä jätteitä. Yritys ohjaa jätteitä hyötykäyttöön sekä loppusijoittaa jäljelle jäävän osan turvallisesti. Yhtiö valmistaa toimialueelta kertyvästä puu- ja energiajätteestä kierrätyspoltoainetta. Omistavat kunnat ovat Kouvola, Iitti, Mäntyharju, Kotka, Lapinjärvi, Pyhtää Hamina, Miehikkälä ja Virolahti.

Kymenlaakson Jäte Oy:n jätteenkäsittelykeskus ja toimisto sijaitsevat Kouvolan Hyötyvirtayritysalueella Keltakankaalla. Vuonna 2001 valmistunut uusi loppusijoitusalue on vuodesta 2002 lähtien ollut ainoa tavanomaisen jätteen loppusijoitusalue koko Kymenlaaksossa. Yhtiön päätehtävä on hoitaa omistajakuntiensa sille antamat jätehuollon tehtävät.

Kymenlaakson Jäte Oy:llä on Keltakankaalla Anjalankoskella biokaasun käsittelylaitos. He keräävät talteen käytössä olevasta kaatopaikasta syntyvää metaania josta he tekevät sähköä ja lämpöä. Likainen osa kaasusta soihdutetaan. Heillä on suunnitteilla biokaasun valmistuslaitos puutarha ja kompostijätteistä. Laitoksen arvioitu valmistumisaika on 2016 vuoden lopulla tai 2017 alussa.

6.6 Kemira Chemicals Oyj

Kemira Chemicals Oy on monikansallinen yhtiö ja sillä on 4 700 työntekijää 40 maassa. Yhtiö on keskittynyt metsäteollisuuden kemikaaleihin ja öljy- sekä kaasuteollisuuden kemikaaleihin sekä metallien pinnoituskemikaaleihin. Sen tuotteisiin kuuluvat myös biokaasulaitosten tarvitsemat kemikaalit. Kemira Chemicals Oy:llä on useita tuotantolaitoksia Suomessa joissa se tekee metsäteollisuuden kemikaaleja. Yksi näistä laitoksista sijaitsee Kouvolan alueella Kuusankoskella ja kuuluu hallinnollisesti Joutsenon tuotantolaitokseen. Kemira Chemicals Oy:n metsäteollisuuden valkaisu- ja kemikaalien valmistuksessa Joutsenossa sekä Kuusankoskella syntyy sivutuotteena vetyä.

7 SULJETUN METAANIKIERRON MAHDOLLISUUDET

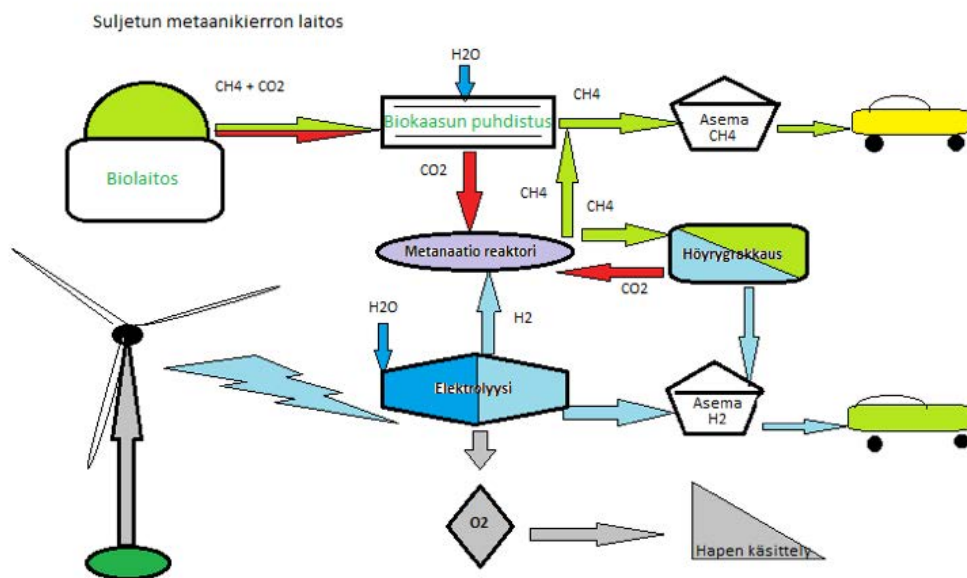
Suljetulla metaanikierrolla voidaan nostaa esimerkiksi biolaitoksen hyötysuhdetta ja tuotantokapasiteettia ottamalla prosessissa syntyvä hiilidioksidi talteen ja käyttää sitä metaanin valmistukseen. Lisäksi tämä vähentää ilmastokuormitusta, koska tällä hetkellä biolaitoksissa syntyvä hiilidioksidi menee suoraan ilmakehään. Ilmastokuorman vähennys tapahtuu hyötysuhteen nostolla. Suhteellisen pienillä prosessilisäyksillä olisi mahdollista valmistaa samassa laitoksessa sekä vetyä, että metaania. Jos esimerkiksi vedylle olisi kysyntää, mutta metaania ylimäärin voidaan metaanista valmistaa edullisesti vetyä höyrygrakkauksella ja ottaa syntyvä hiilidioksidi talteen. Vedyn elektrolyysissä voidaan ottaa happi talteen. Hapen markkinahinta vetyyn verrattuna on 5–6 kertainen, joten se yhtenä myyntituotteena voi olla hyvinkin kannattavaa. Näitä kolmea tuotetta voidaan markkinoida ja oikeilla valmistussuhteilla hakea kannattavinta valmistuskokonaisuutta.

Valmistus voisi olla myös yksinkertaisesti hiilidioksidin talteenottoa mistä tahansa hiilidioksidilähteestä, jolloin se vedyn avulla voidaan muuntaa esim. liikennepolttoaineeksi. Vety antaa myös erinomaisen mahdollisuuden sähkön varastointiin. Tuuli- ja aurinkoenergiaa voidaan varastoida tehokkaasti vetyä.

7.1 Vaihtoehtoisten liikennepolttoaineiden kombilaitos

Tämän hankkeen yhtenä tuotoksena ideoitiin täysin uusi ajatus suljetun metaanikierron ja vedyn käytölle prosessi jolla voidaan nostaa laitosten hyötysuhdetta ja laajentaa tuotteiden tarjontaa. Tulevaisuudessa, kun vaihtoehtoiset polttoaineet liikenteessä tulevat ainoaksi vaihtoehdoksi, voisi polttoaineiden kombilaitos tulla kyseeseen. Verrattuna esimerkiksi nykyiseen biokaasulaitokseen siinä olisi lisäksi elektrolyysilaitteisto, metanaatioreaktori, sekä höyrygrakkauslaitteisto. Lisäksi sillä olisi myös oma ilmastokuormitusta lisäämätön sähkönvalmistus. Alueesta riippuen polttoaineita voidaan myydä laitoksen alueella, tai syöttää olemassa olevaan verkkoon, tai molempien vaihtoehtojen käyttö. Laitoksen oma energiantarve voidaan täyttää puhtaasti tuotetulla energialla. Myytäviä tuotteita ovat metaani, vety ja happi. Elektrolyysissä syntyvän hapen talteenotto ja myynti vaatii oman varastoinnin sekä logistiikan, mutta olisi varmasti kannattavaa. Vedyn ja metaanin tuotannon määrää voidaan säädellä, sekä hakea useammasta vaihtoehdosta tilanteen mukaan edullisin. Oma sähköntuotanto hyvässä tuotantotilanteessa voidaan varastoida vedyksi. Lisäksi voidaan tuottaa nestemäistä polttoainetta metanolia syntetisoinnin avulla, jos sille on kysyntää.

Kuva.2 malli metaanin, vedyn, ja hapen tuotannon kombilaitoksesta



7.2 Maailmalla kehitteillä olevia prosesseja

Electrochaea on Saksalainen yritys joka on kehittänyt suljetun metaanikierron prosessia. Prosessi perustuu sähkön talteenottoon tuuli- ja aurinkoenergiasta josta sitten elektrolyyssillä valmistetaan vetyä. Reaktoriin syötetään vetyä ja hiilidioksidia jolloin saadaan varastointikelpoista metaania joka on edelleen käyttöönotettavissa esim. liikennepolttoaineeksi. He lanseeraavat maailmanlaajuisesti tuotettaan jota he nimittävät ”Bio Cat-hankkeeksi. Heillä on jo olemassa patentoitu järjestelmä sähkön muuntamisesta vedyksi ja sitten metanaatioreaktoria metaaniksi. 1–50 MW kaupalliseen käyttöön suunnitellun laitoksen käyttöönotto on ollut vuoden 2016 alkupuolella[5].

Laitteistokuva 1–50 MW laitoksille



Kuva jo olemassa olevasta laitoksesta joka on käynnistynyt tammikuussa 2016 Tanskassa



Electrocahealla on valmius toimittaa kyseisiä prosesseja minne tahansa ja heille on mahdollista lähettää tarjouspyyntö sähköisesti Kymenlaakson Ammattikorkeakoulu on aloittanut alustavat neuvottelut heidän kanssaan[5].

8 LAITOSKYSÉLYN VASTAUKSET

8.1 Kouvolan vesi Oy

Kouvolan veden organisaatio biolaitoksen osalta yhtiöjärjestelyn vuoksi on vaihtunut lähes täysin kahden vuoden aikana omistuspohjan siirryttyä Kymen Bioenergian omistuksesta Kouvolan Vedelle. Kouvolan veden organisaatiosta haastateltiin **Ari Mikkelaä** joka on laitoksen nykyinen laitospäällikkö sekä **Markku Tommiskaa** joka oli aiemmin Kymen Bioenergian toimitusjohtaja. Kouvolan vesi haluaa ottaa käyttöön ympäristöystävällisiä ja energiatehokkaita prosesseja, mutta katsoo, että valmiuksia kehitystyöhön ei tällä hetkellä ole. Mielenkiintoa Suljettua metaanikiertoa kohtaan oli, mutta Kouvolan vesi katsoo, että sille ei ole tällä hetkellä ajankohtaista tehdä kovin suuria investointeja. Kouvolan Vesi haluaa katsoa mitä markkinoille on mahdollisesti tulossa, ja jos testattua, sekä luvuin todennettua kustannushyötyä on saatavissa, ovat he valmiita ottamaan käyttöön uusia laitteistoja.

8.2 Haminan Energia Oy ja Virolahden kunta

Haminan Energialta keskusteltiin energialiiketoiminnan johtajan **Janne Ristolan** kanssa ja Virolahdelta kunnanjohtaja **Osmo Havuahan** kanssa. Koska hankkeessa oli mukana myös vaihtoehtoisten polttoaineiden käytön edistäminen, keskusteltiin myös niistä. Virolahden kunta siirtyy täysin kaasuautoiluun kevyessä ajoneuvokalustossaan. Haminan energia on jo pitkään käyttänyt kaasuautoja ajoneuvokalustossaan. Ongelmana on nähty edelleen kaasuautojen valikoiman kapeus. Malleja on kyllä olemassa paljon, mutta niillä ei ole maahantuontia Suomeen. Kyseessä on luultavasti epävarmuus autojen jälleenmyyntiarvosta. Markkinoiden ollessa Suomessa vielä alkumetreillään ei tiedetä miten jälleenmyyntiarvon käy. Julkisen liikenteen pitäisi ensin lähteä voimakkaammin mukaan vaihtoehtoisten polttoaineiden käyttöön jolloin markkina avautuisi. Kaasun verotusta pidettiin erittäin huonona asiana. Paikallisuutta pidettiin hyvänä asiana, koska kyseessä on paikallisesti tuotettu polttoaine ja raha kiertää Suomessa. Haminan Energialla on ollut jo aiemmin keskustelua suljetun metaanikierron ideasta ja yrityksellä on mielenkiintoa asiaan. Jos laitteistosta ja kustannusrakenteesta sekä saatavasta hyödystä, saadaan enemmän tietoa. Esimerkiksi jatkohankkeen kautta ovat he kiinnostuneita asiasta sekä valmiita edelleen kehittämään suljettua metaanikiertoa.

8.3 KSAO Biosampo koulutuskeskus Anjalankoski

Anjalankoskella toimi Kymenlaakson ammattiopiston alaisen hankkeen koe- ja biolaitos Biosampo. He valmistavat biokaasua ja testauskäytössä hyödyntävät kaasua erilaisilla prosesseilla. Anjalankoskella haastateltiin projektipäällikkö **Juha Soliota** sekä esiteltiin kaasurenessanssihanke. He ovat kiinnostuneita kokeilemaan laitteistoja, sekä tekemään testauksia. Biosampo pystyy tekemään kehitystyötä hyvin monipuolisesti käyttämällä tutkijaresurssejaan. Lisäksi Biosammossa voidaan yhdistää tutkimus- ja koulutustyötä. Biosammon laitos antaisi erinomaisen mahdollisuuden tutkimustyöhön pienemmässä mittakaavassa ja pienemmin kustannuksin. Tutkimuksen ja testauksen toteuttaminen vaatisi hankehaun.

8.4 Solvay Chemicals Oy Finland

Solvay Chemicals Finland Oy on kiinnostunut hiili-intensiteetin laskemiseen tuotannossaan. Yritys hakee kestäviä ympäristöystävällisiä ratkaisuja ja on valmis korvaamaan osan käytettävistä raaka-aineista biopohjaisilla tuotteilla. Solvay Chemicals Oy Finlandin ympäristöpolitiikassa vihreät arvot ja hiili-intensiteetin vähentäminen ovat tärkeitä asioita. Tämän vuoksi he ovat kiinnostuneita kaikesta ympäristöön vaikuttavasta kehitystyöstä jonka avulla he voisivat kehittää omaa tuotantoprosessiaan. Heillä on myös ison konsernin volyyymi käytettävissään tutkimus- ja kehitystyössä, jos he havaitsevat kehityskelpoisen idean.

Solvay Chemicals Finland Oy:n Tehtaanjohtajalle **Juha Piipposelle** esiteltiin hanke ja siitä mahdollisesti seuraavat jatkotoimenpiteet. Hän totesi, että edellä mainituista syistä he ovat kiinnostuneita olemaan mukana mahdollisessa kehitystyössä suljetun metaanikierron osalta. Heillä

tehtaalla käytetään metaania vetyperoksidin valmistuksessa ja heillä on kapasiteettia esimerkiksi vedyn muullekin käytölle kuin suoraan kemikaaliprosessiin. Solvay Chemicals Finland Oy on kiinnostunut suljetun metaanikierron järjestelmistä ja on valmis kehittämään ja keskustelemaan mahdollisen koelaitteiston rakentamisesta Voikkaan toimipisteeseen. Heillä on myös käytettävissään tutkimusresursseja. He ovat valmiita jatkamaan yhteistyötä, heti kun se on mahdollista.

8.5 Kymenlaakson jäte Oy

Kymenlaakson Jätteellä on toimipiste Keltakankaalla Anjalankoskella ja heillä on halu kehittää toimintojaan edelleen, He ovat juuri valmistelleet hankehakemuksen laitoksen laajentamiseksi. Heillä ei ole alueella vedyn tuotantoa mikä rajaa mahdollisuuksia ilman investointeja. Biomassaa heillä kuitenkin on ja tällöin voi tulla kyseeseen Luonnonvarakeskuksen kehittämä prosessi. Kymenlaakson Jätteen kehityspäällikön **Annika Aalto-Partasen** mukaan He ovat miettineet myös metaanin tankkausaseman perustamista alueelle. Suljetun metaanikierron ajatus on heidän mielestään hyvä ja tutkimisen arvoinen asia. He haluavat tulevaisuuden kehityksestä tietoa, ja ovat kiinnostuneita prosessista.

8.6 Kemira Chemicals Oyj

Kemira Oy:lle hanketta esiteltiin Kuusankoskella **Teemu Pasille** ja Joutsenossa tehtaanjohtaja **Janne Tynnille** joka vastaa sekä Kuusankosken että Joutsenon tuotantolaitoksista.

Kemira Oy valmistaa tuotantolaitoksillaan metsäteollisuuden valkaisu-kemikaaleja. Heidän prosesseissaan syntyy vetyä sivutuotteena. joten vedyn mahdolliselle jatkokäytölle löytyy myös heiltä mielenkiintoa. He ovat jo aiemmin keskustelleet Kuusankoskella Woikoski Oy:n kanssa vedyn uudelleenkäytöstä mutta aiempina vuosina volyymit ovat olleet pienemmät eivätkä he löytäneet sopivaa konseptia. UPM Kymin sellutehtaan laajennuksen myötä myös vedyn tuotantokapasiteetti on noussut ja mielenkiintoa vedyn jatkokäytölle on nyt enemmän. Tehtaanjohtaja Janne Tynnisen ja Kuusankosken tuotantolaitoksen päällikön Teemu Pasin mukaan Kemira Oy on kiinnostunut suljetun metaanikierron ideasta, sekä haluaa siitä lisätietoa kun sitä on saatavilla. Joutsenossa he käyttävät tällä hetkellä suurimman osan syntyvästä sivutuotevedystä energian tuotantoon. Jos tässä toimintatavassa tehdään muutoksia, vapautuu heiltä suuria määriä vetyä muuhun käyttöön.

9 JOHTOPÄÄTÖKSET

Haastattelujen ja kerätyn tiedon perusteella voidaan todeta, että Kymenlaakson alueen vetyä ja metaania käyttävien laitosten mielenkiinto suljettua metaanikiertoa kohtaan oli suuri. Hankkeen myötä tällaisia laitoksia löytyi peräti kuusi kappaletta. Kaikki halusivat asiasta lisätietoa sekä olivat valmiita jopa kokeilemaan tai ainakin investoimaan laitteistoihin siinä vaiheessa kun kustannustekijät ja mahdolliset hyötysuhteen nousun kautta tulevat kannattavuustekijät olisivat tiedossa. Esivalmistelu ja tiedottaminen mahdollisuuksista on tämän hankkeen myötä nyt tehty

yrittäjille. Tekniikkaa ja laitteistoja kehitetään koko ajan sekä otetaan käyttöön esimerkiksi Luonnonvarakeskuksen ja Electrocahean hankkeiden kautta. Tietoa saadaan lisää kustannustekijöistä ja mahdollisista hyödyistä yrityksille. Olisi ensiarvoisen tärkeää, että tässä vaiheessa voitaisiin suunnitella uutta hanketta lähitulevaisuudessa, jolloin asiasta on enemmän tietoa, sillä ”ovi on jo auki” yritysten suuntaan.

10 YHTEYSHENKILÖLUETTELO

Luettelossa on mainittu henkilöt, joiden myötävaikutuksella tutkimus on tehty, sekä käsitellyt aihealueet otsikkotasolla. Luettelo ei ole aakkosjärjestyksessä. Tässä selvityksessä on saatu tietoja Kouvolan, Kotkan ja Haminan kaupunkien liikelaitosten ja osakkuusyhtiöiden yhteyshenkilöiltä, sekä kaupunkien energiayhtiöiltä. Lisäksi on haastateltu yritysten vastuuhenkilöitä ja tutkimuksista vastaavia henkilöitä.

Suljetun metaanikierron yhteyshenkilöt

Yritys	Nimi	Työ	Asiahyteys
Haminan Energia	Janne Ristola	Laitoksen johtaja	suljetun met.kierron sijoitus
KSS-energia	Markku Tommiska	biokaasulaitos	suljetun met.kierron sijoitus
Biosampo	Juha Solio	biokaasulaitos	suljetun met.kierron sijoitus
Biosampo	Tomi Höök	biokaasulaitos	suljetun met.kierron sijoitus
Kotkan Energia	Vesa Pirttilä	Toimitusjohtaja	suljetun met.kierron sijoitus
Cursor	Jari Järvinen	projektipäällikkö	Bio-A hanke
Solvay Finland Oy	Juha Piiipponen	Tehtaanjohtaja	suljetun met.kierron sijoitus
Kymelaakson jäte	A-R Aalto-Partanen	Kehityspäällikkö	suljetun met.kierron sijoitus
Kemira Oyj	Janne Tynnenen	Tehtaanjohtaja	suljetun met.kierron sijoitus
Kemira Oyj	Teemu Pasi	Laitoksen johtaja	suljetun met.kierron sijoitus
Kouvolan vesi	Ari Mikkela	Laitospäällikkö	suljetun met.kierron sijoitus
Luonnonvarakeskus	Anni Alitalo	Tutkija	Metaanaatioreaktori
Biokaasuyhdistys	Ari Lampinen	Toiminnanjohtaja	Tutkimus
VTT	Pasi Vainikka	Principal Investigator	Tutkimus

LÄHTEET JA KIRJALLISUUS

1. Kymenlaakson ammatikorkeakoulun ETU2050 hanke. Energian tulevaisuus Elinvoimainen kaakkois-Suomi 2050 Niko Töyrylä & Kari Stenman & Juhani Talvela
2. <http://www.energiauutiset.fi/uutiset/metaanireaktorilla-puhdasta-energiaa.html> Luonnonvarakeskus. Viitattu 10.2.2016
3. VTT, Neo Garbon tutkimusohjelma Lappeenrannan yliopisto <http://www.neocarbonenergy.fi/team/> . Viitattu 4.5.2016
4. <http://www.haminanenergia.fi/fi/yritys> , <http://www.haminanenergia.fi/fi/yritys/ajankohtaista/body0=2067> . Viitattu 11.3.2016
5. Electrochaea Bio-cat projekti, Camilo Lopez Tobar Camilo.Lopez@electrochaea.com

Vety- ja biokaasuajoneuvojen käyttökiinnostus kymenlaaksossa esiselvitys

I JOHDANTO

Kymenlaaksossa on herännyt kiinnostus vety- ja biokaasuajoneuvojen laajemmasta käyttöönotosta. EU-direktiivien täyttämiseksi tulee Suomessakin jatkuvasti kehittää vaihtoehtoisten polttoaineiden käyttöönottoa. Vaihtoehtoisia käyttövoimia hyödyntävien autojen suosio on hyvin riippuvaista myös kansallisista poliittisista päätöksistä ja taloudellisista ohjausekeinoista. Kouvolan kaupungissa on 8.6.2015 allekirjoitettu valtuustoaloite vetytankkausaseman saamiseksi Kouvolaan. Aloitteen allekirjoittajina on kaksitoista kaupunginvaltuutettua. Tämä selvitys on myös vastaus valtuustoaloitteeseen.

Tämä raportti on myös jatkoa 18.1.2012 valmistuneeseen esiselvitysraporttiin Kymenlaakson kuntien biokaasun ajoneuvokäyttöön siirtymisen kustannus- ja ympäristövaikutuksista. Selvityksen tekijänä on Kymenlaakson ammattikorkeakoulun hallinnoima NELI-hanke.

2 VAIHTOEHTOISTEN POLTTOAINEIDEN KÄYTTÖ

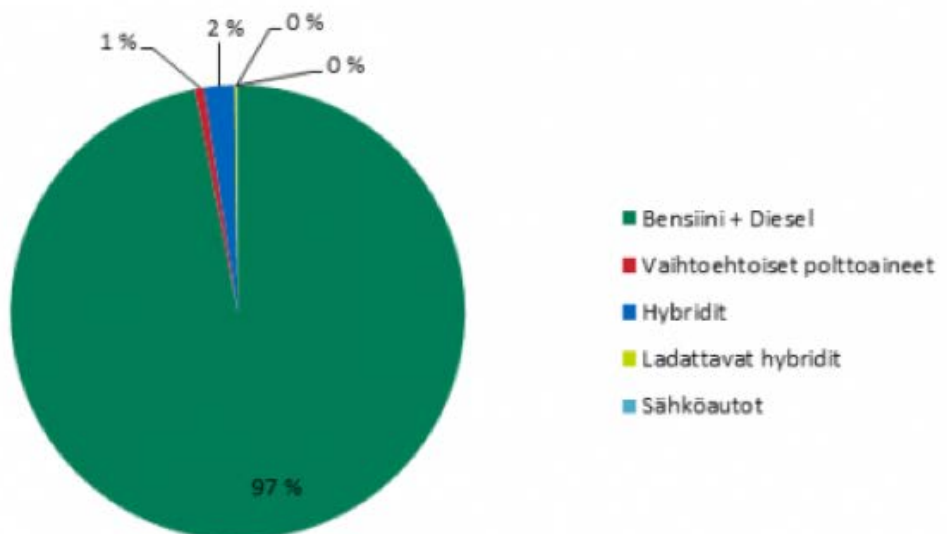
Tieliikenne on merkittävä kasviuonekaasujen ja pienhiukkaspäästöjen tuottaja. Päästöjen vähentämiseksi liikennevälineiden käyttövoimana tulisi pyrkiä enenevässä määrin lisäämään vaihtoehtoisten käyttövoimien osuutta fossiilisia polttoaineita käyttävien ajoneuvojen rinnalla. Lisäksi olisi syytä varautua fossiilisten polttoaineiden hinnassa tai saatavuudessa tapahtuviin mahdollisiin muutoksiin pidemmällä aikavälillä. Tällä hetkellä ennustettavissa oleva tulevaisuus arvioidaan fossiilisten polttoaineiden suhteen hyvin maltillisina hinnan korotuksina. Tämä ei kuitenkaan vähennä tarvetta eikä kehitystyötä jota vaihtoehtoisten polttoaineiden käytön edistämiseksi tulee tehdä. Öljyn hinta on hyvin ailahteleva. Nyt öljyn hinta on pysynyt matalalla tasolla, mutta geopoliittiset muutokset voivat aiheuttaa suuriakin heilahduksia ylöspäin.

Vaihtoehtoisilla polttoaineilla ja käyttövoimilla tarkoitetaan sähköä, vetyä, kaasua (LNG, CNG, LPG) sekä nestemäisiä biopolttoaineita (bioetanoli ja biodiesel). Kaikki Suomessa myytävät nestemäiset polttoaineet sisältävät jo nyt biokomponentteja, mutta varsinaisella biopolttoaineella tarkoitetaan suurimmaksi osaksi biomassasta tuotettua polttoainetta. Bioetanoli on tuotettu suomalaisen elintarviketeollisuuden jätteistä. Dieselmootoreissa käytettävä perinteinen diesel, jossa on nykyään biokomponenttina usein kotimaista vetykäsiteltyä kasvisöljyä tai eläinrasvaa, on helposti korvattavissa kokonaan vetykäsitellyillä kasvisöljyillä, joista käytetään termiä HVO (Hydrotreated Vegetable Oil). Kaasumaisiin, Suomessa tuotettaviin vaihtoehtoisiin polttoaineisiin kuuluu biokaasu, joka on käytännössä hiilineutraalia. Bensiiniin verrattuna maakaasun CO₂-päästöt ovat 24 prosenttia alhaisemmat ja hiukkaspäästöt ovat huomattavan pienet.

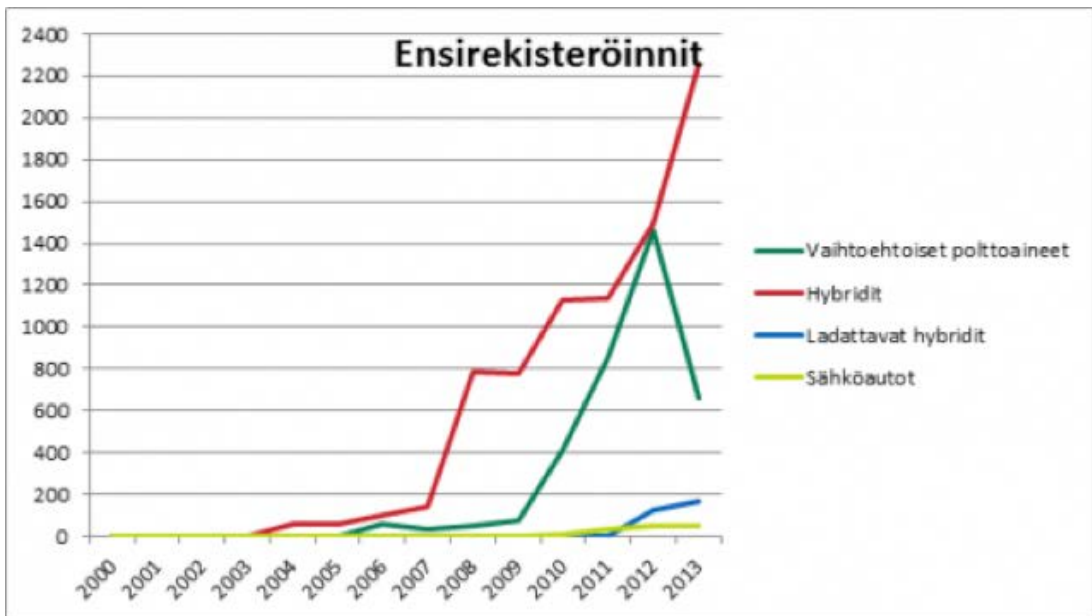
Vaihtoehtoisia käyttövoimia hyödyntäviin autoihin kuuluvat niin kutsutut flexifuel-autot (korkeaseosanoliautot), hybridautot ja ladattavat hybridautot, sähköautot sekä esimerkiksi biokaasulla käyvät autot. Flexifuel-auto on polttomoottorilla toimiva auto, johon voidaan tankata 95E-bensiiniin lisäksi myös E85-etanolipolttoainetta tai näiden sekoitusta. Hybrideillä tarkoitetaan autoja, joissa on kaksi voimanlähdettä. Niissä on bensiini- tai dieselmootorin lisäksi yksi tai useampi sähkömoottori avustamassa polttomoottoria. Sähkömoottori saa energiansa ajoakustosta, jonka turvin voidaan haluttaessa ajaa lyhyitä matkoja kokonaan sähköllä. Akkuja ladataan ajon aikana moottorijarrutuksissa ja lisäksi polttomoottorin voimin kevyissä ajotilanteissa. Sähköautoista puhuttaessa tarkoitetaan yleensä akkukäyttöisiä autoja, joiden moottori on kokonaan sähkökäyttöinen. Akut ladataan latauspisteessä. Lisäksi sähköautoiksi luetaan usein myös polttokennoautot, joiden käyttövoima tuotetaan vetykaasusta sähkökemiallisessa reaktiossa. Polttoaineena on vety, jota voidaan valmistaa eri raaka-aineista, mutta siihen tarvitaan paljon energiaa. Polttokennoautot ovat toistaiseksi osin testausasteella. Suomessa on käytössä yksi vetyauto[1].

Kuva: Vaihtoehtoisia käyttövoimia hyödyntävien ensirekisteröityjen henkilöautojen osuudet kaikista henkilöautojen ensirekisteröinneistä vuonna 2013. Lähde: Trafi.

Henkilöautojen käyttövoimien osuudet ensirekisteröinneistä vuonna 2013



Kuva: Vaihtoehtoisia käyttövoimia hyödyntävien henkilöautojen ensirekisteröinnit vuosina 2000–2013. Lähde: Trafi.



3 ÖLJYN HINNAN VAIKUTUS

Öljyn hintakehitys on ollut vaikeasti ennustettavaa. Esimerkiksi vuonna 2008 öljytynnyrin hinta ylitti ensimmäisen kerran sadan dollarin rajan New Yorkin raaka-ainepörsissä. Ranskalainen investointipankkiiriliike Ixis-CIB oli arvioinut, että öljybarrelin hinta saattaa kohota vuoteen 2015 mennessä jopa 380 dollariin. Myös Deutsche Bank uskoo, että hintakriisi on todellinen mahdollisuus. Mennyt aika on osoittanut, että ennusteet olivat totaalisen väärä.

Viimeisimmät ennusteet arvioivat, että raakaöljyn hinta tulee pysymään alhaisena pitkään, jopa useita vuosia. Kyseessä on kilpailu markkinoista jossa on paljon toimijoita ja heillä kaikilla on syynsä pitää öljyntuotantoa ylhäällä. Kiinan talouskasvun heikentyminen on vähentänyt kysyntää. USA:n Liuskeöljyn markkinoille tulo on vahvasti sotkenut perinteistä hintaa ja tuotannon sääntelyä. Entiseen ei ole paluuta. Venäjä tuottaa kaikella volyyymillään öljyä, jotta se saa osuutensa markkinoista. Jos se pidättelisi, tai kuka tahansa muu yrittäisi nostaa hintaa rajoittamalla tuotantoa, se ei todennäköisesti onnistuisi, koska korvaavia tuottajia on niin paljon. OPEC-maat eivät ole päässeet yksimielisyyteen tuotannon rajoittamisesta useista yrityksistä huolimatta kilpailussa markkinaosuuksista ja myös hinnan alhaisuuden myötä kasvavasta kulutuksesta.

Geopoliittiset äkilliset muutokset vaikuttavat myös voimakkaasti öljyn hintaan. Muutoksen vaikutus nykyiseen ”tasapainotilaan” on yleensä nostava. Geopoliittiset muutokset ovat erittäin vaikeasti ennustettavissa, mutta tämän hetkisen ennusteen mukaan öljyn hinta ei nouse dramaattisesti. Tosin tätä raporttia kirjoittaessa on tapahtunut jo hinnannousua, mutta sen ei uskota jatkuvan pitkään. Alla olevasta hintakäyrästä voidaan havaita, että öljyn hinta pysytteli pitkään yli 100 dollarissa, mutta vuoden 2014 aikana se romahti ja on nyt tasolla 45 dollaria barreli.



Lähde: Talusanomat Brent-öljyn hintakehitys 5 vuotta.

3.1 Vähähiiliseen teknologiaan sijoittaminen

Vähähiilinen teknologia on katsottu tärkeäksi tulevaisuuden energianlähteeksi eikä öljyn hinta ro- mahduta kehitystyötä, mutta kylläkin sitä hidastaa. Vaihtoehtoisten polttoaineiden ja ajoneuvojen markkinointi on vaikeampaa ja kehitystyöstä huolimatta markkinat eivät avaudu niin nopeasti kuin haluttaisiin.

Pariisin kokouksen tavoitteiden täysimääräinen ”sisäänajo” loisi suuria paineita kehitystyölle ja nopeuttaisi siirtymää. Nyt sijoittajat ympäri maailmaa ovat siirtäneet miljardeja uusiutuvaan ja vähähiiliseen teknologiaan eikä pelkästään ekologisista syistä. Sijoittamisesta vähähiiliseen teknologiaan on tulossa järkevää liiketoimintaa. Sijoittajia on myös puhuttanut viime vuosina hiilikupla eli ajatus siitä, että fossiilista energiaa tuottavien yhtiöiden arvostuksissa on paljon ilmaa, jos ilmastonmuutosta aiotaan hillitä. Hiilikupla tekee alan yhtiöistä riskisijoituksia. Sijoittajat ovat heränneet ilmaston lämpenemisen aiheuttamiin haasteisiin. Ilmastonmuutoksen riskit ulot- tuvat myös osakesalkkuihin, minkä vuoksi uudenglaisille vähähiilisille osakepääomaratkaisuille on kysyntää.

Teollisista lähteistä syntyneet hiilidioksidipäästöt ovat yli kolminkertaistuneet 1950-luvun jälkeen. Tällä hetkellä fossiilisista polttoaineista syntyneiden hiilidioksidipäästöjen arvioidaan olevan yli yhdeksän gigatonnia vuodessa. On todennäköistä, että raskaan hiilijalanjäljen yhtiöitä rangaistaan jossain vaiheessa niiden tuottamista hiilidioksidipäästöistä. Erityisesti hiiliyhtiöt voivat joutua miettimään liiketoimintansa kokonaan uudelleen hallitusten ja kansalaisten painostamina, sillä ne ovat fossiilisia polttoaineita tuottavista yhtiöistä suurimpia saastuttajia.

Jos hiilidioksidipäästöjen tuottaminen kallistuu, sijoittajan osakesalkkuun syntyy väistämättä riskejä. Hiilidioksidipäästöjen hintojen nousulla on negatiivinen vaikutus hiili-intensiivisten yhtiöiden liiketoimintaan. Saastuttavat yhtiöt voivat joutua kantamaan raskaampia veroja tai sulkemaan ja mukauttamaan tehtaita, jolloin syntyy uusia kustannuksia.

Toinen riski sijoittajan kannalta on, että hiili-intensiivisiin yhtiöihin sidottu pääoma menettää arvoaan. Fossiilisia polttoaineita tuottavien yhtiöiden markkina-arvo perustuu pitkälti niiden hallitsemiin varantoihin. Maailmalla on mietitty jo useita vuosia, kestäkö planeettamme kaikkien varantojen polttamisen.

Suurten hiiliyhtiöiden osakkeet Yhdysvalloissa ovat jo viimevuosien aikana halventuneet merkittävästi. Hintojen lasku on merkki siitä, että yhä useammat sijoittajat haluavat haastaa fossiilisia polttoaineita tuottavat yritykset vähentämään päästöjään. Sijoittajat ovat myös kiinnostuneita, miten hiilijätit aikovat suojautua varojen arvon alentumiselta.

Toukokuussa 2015 finanssijätti Bank of America vahvisti aikeensa vähentää lainanantoaan hiili-kaivoksille. Huhtikuussa HSBC-pankki kertoi energian hinnan putoamisen johtaneen siihen, että fossiilisista polttoainevarannoista on tullut sijoittajille riski. Pankit ympäri maailmaa ovat ryhtyneet tarjoamaan sijoittajille niin sanottuja vihreitä bondeja eli joukkovelkakirjoja, joilla rahoitetaan uusiutuvan teknologian projekteja ja yhtiöitä maailmalla. Vihreiden bondien suosio kasvaa.

Analyysiyhtiö Bloomberg New Energy Finance arvioi, että sijoittajat laittavat tänä vuonna ennätykselliset 80 miljardia dollaria vihreisiin bondeihin. Luottoluokittaja Moody's arvioi vihreitä arvopapereita käyvän kaupaksi 100 miljardin edestä tänä vuonna, kun Kiina ja Intia tulevat mukaan. Vuonna 2014 vihreitä joukkovelkakirjoja laskettiin liikkeelle 37 miljardin dollarin verran. Euroopassa ekologisten bondien kysyntä on kasvussa. Suomessa ollaan vasta keskusteluasteella.

Fossiilista energiaa tuottavien yhtiöiden tulevaisuus käy tiukemmaksi. Energia-alaa mullitukseen ovat herätelleet yllättävät tahot. Kansainvälinen energiajärjestö IEA on ennustanut, että auringosta tulee tärkein sähköntuotannon lähde vuoteen 2050 mennessä. Maailmanlaajuista kehitystä ohjaavat suuret maat, kuten Kiina. Kiina laatii tänä vuonna energiapolitiikkansa viisivuotissuunnitelman ja toimia on odotettavissa [2].

4 BIOKAASUAJONEUVOT

Biokaasu on täydellisesti uusiutuva polttoaine, joka korvaa fossiilisia polttoaineita. Pääosa sen raaka-aineista on tuotettu tai syntynyt yhden tai korkeintaan muutaman edellisen kasvukauden aikana, ja kaikkien päästöjen tase on tällä aikavälillä nolla tai jopa negatiivinen. Biokaasun tuotantoon parhaiten soveltuva resurssi on nopeasti ha-joava biojäte, joka on pakko joka tapauksessa käsitellä. Raaka-aine syntyy yhdyskuntien ja teollisuuden jätevesistä, yhdyskuntien ja teollisuuden biojätteistä, kaatopaikka-kaasuista, ja maatalouden jätteistä. Biokaasua voidaan tuottaa jokaisessa kunnassa. Biokaasun tuotantoprosessi säilyttää ja jopa parantaa mädätysjäännöksen lannoitearvoa ja samalla poistaa siitä taudinaiheuttajat. Mädätysjäännös on käytettävissä lannoitteena maa- ja metsätaloudessa.

Kaasukäyttöisiä ajoneuvoja on ollut saatavilla jo useita vuosia ja mallien määrä on lisääntynyt. Vuonna 2015 virallisten merkkimaahantuojiin valikoimissa Suomessa on M1-luokassa (B-korttia vaativat henkilöautot) 6 merkiltä yhteensä 20 mallia ja 68 alamallia kattaen laajasti henkilöau-

tojen erilaiset tarpeet. Siten lähes kaikkiin henkilöauton ostajien tarpeisiin on tarjolla biokaasun käyttöön pystyviä vaihtoehtoja. M1-luokan biokaasuautoja valmistaa globaalisti yli 60 autonvalmistajaa, joten erillistuonnin kautta saatavissa on paljon suurempi valikoima kuin merkkimaahantuojilla. Erillistuonti tulee kyseeseen esimerkiksi haluttaessa maastoajoneuvoja. Tämä aiheuttaa esimerkiksi kaupungeille lisätyötä Leasing-sopimusten vuoksi. Hintaerot ovat kaventuneet aikaisempiin vuosiin verrattuna. Jossain tapauksissa kaasuautot voivat olla edullisempia kuin bensiini- tai Dieselsertiot. Myös pakettiautoja ja raskaampaa kalustoa on saatavilla.

Vuonna 2015 seuraavia N1-luokan pakettiautoja on merkkimaahantuojien valikoimassa:

- Iveco Daily Natural Power (saatavissa myös N2-luokassa)
- MB Sprinter 316 NGT (N2-luokkaan saatavissa 516 NGT)
- Opel Combo CNG
- vw Caddy TGI
- vw Caddy Maxi TGI

Erillistuonnin kautta mallivalikoima on erittäin paljon laajempi.

Biokaasuautoja on saatavissa kaikissa muissakin autoluokissa (M2, M3, N2 ja N3), Biokaasuajoneuvoja on saatavissa myös muissa ajoneuvoluokissa (L, T, C, liikkuvat työkonet sekä raide-, vesi- ja ilmaliikenteen ajoneuvot ja erikoisajoneuvot)

Tällä hetkellä Suomessa on käytössä noin 2000 kaasukäyttöistä autoa ja tankkausverkosto kattaa koko Etelä-Suomen. Kaasuajoneuvot eivät kuitenkaan ole yleistyneet niin nopeasti kuin on oletettu. Tällä tutkimuksella pyrittiin saamaan myös lisätietoa miksi näin ei ole käynyt[5].

Ajankohtaista tietoa Biokaasusta, tankkausverkostosta ja ajoneuvomalleista on saatavilla esimerkiksi CBG100Suomi sivustolla: 16.3.2016 <http://www.cbg100.net/> .[3].

5 VETYKAASUAJONEUVOT

Tässä raportissa vetykaasua ja polttokennotekniikka käsitellään vain lyhyesti ja tiivistetysti, koska hankkeessa oli mukana vetyaseman sijoittuminen Kouvolaan, sekä siitä tehty laajempi täydentävä raportti **Kari Laineen** toimesta.

Vetykaasuajoneuvoja on Suomessa vielä erittäin vähän. Ainoa henkilöauto on Woikoski Oy:n omistama Hyundai ix-35. Ja vastaavasti hyötyajoneuvopuolella ainoa Woikoski Oy:n Toyota vetytrukki. Maailmalla sen sijaan on jo herätty vetytalouteen Japani ja Saksa ovat olleet edelläkävijöitä. Yhdysvalloissa Kalifornian osavaltio kehittää myös vetyautoilua.

Vetykaasuajoneuvot ovat vielä hinnaltaan selkeästi kalliimpia kuin vastaavat muita polttoaineita käyttävät ajoneuvot. Autoteollisuus kuitenkin kehittää jo malleja ja muutamia tehdastuotannossa

olevia malleja löytyy. Uuden teknologian vuoksi ei vielä ole käyttökokemuksia polttokennotekniikan kestävydestä. Myöskään tankkausverkosto ei ole vielä kehittynyt tarpeeksi. Näistä syistä vetyajoneuvot odottavat vielä tuloaan laajemmalle markkinalle. Vetykaasujoneuvoista ja vedyn käytön levinneisyydestä maailmalla on selvitys tämän hankkeen osahankeraportissa.[4].

5.1 Vetyasemat

Vetyautoilun ja muiden vedyllä toimivien ajoneuvojen yhteydessä on tarkasteltava myös ajoneuvojen tankkausmahdollisuuksia. Ilman toista ei voi olla toista. Kymenlaaksossa on erinomainen tilaisuus viedä uusiutuvan ja täysin saasteettoman polttoaineen käyttöä eteenpäin koska maakunnassa sijaitsee yritys, joka on erikoistunut erilaisten kaasujen valmistukseen. Woikoski yhtiö valmistaa tänä päivänä myös vedyn tankkausasemia. Kilpailevaa toimintaa ei alueelta, eikä Suomesta löydy. Tämä on luonnollista koska vedyn käyttö liikennepolttoaineena Suomessa ottaa vasta ensiaskeliaan. Kymenlaaksolla olisi nyt erinomainen tilaisuus olla edelläkävijä vedyn käytössä Suomessa ja osoittaa esimerkkiä muille tuleville käyttäjille täyttämällä EU-direktiivin määräyksiä ja suojelemalla yhteistä ympäristöämme.

5.2 Vetyasemaverkosto maailmalla

Toiminnassa olevia vetyasemia oli vuoden 2015 lopussa 173 kappaletta. Määrällisesti eniten asemia oli Japanissa (34 kpl) ja Saksassa (33 kpl). Kolmanneksi eniten asemia oli Yhdysvalloissa, 22 kappaletta, joista miltei kaikki sijaitsevat Kalifornian osavaltion alueella. (20). Aseteltaessa asemat kartalle huomataan, että asemat ovat vielä painottuneet keskiseen ja eteläiseen Eurooppaan. Pohjoismaat ottavat vasta ensiaskeliaan muutamilla asemilla. Asemien on kuitenkin tultava ensin ennen kuin on mahdollista laajentaa käyttöä. Tämä vienee aikaa vielä useita vuosia ja muut vaihtoehtoiset polttoaineet saattavat syrjäyttää juuri tämän hitauden vuoksi vedyn käytön[4].

5.3 Uusiutuvan energian direktiivi (RES-direktiivi)

Euroopan unionin tavoitteena on nostaa uusiutuvan energian osuus 20 prosenttiin energian loppukulutuksesta vuoteen 2020 mennessä. Uusiutuvia energialähteitä ovat muun muassa aurinkoenergia, vesivoima, tuulivoima, puuenergia, peltoenergia, biovoima ja lämpöpumput. Uusiutuvan energian direktiiviin on kirjattu jokaiselle jäsenvaltiolle omakohtaiset tavoitteet ja maat voivat itse päättää toimista, joilla tavoitteisiin pyritään pääsemään.

Suomen tulee komission ehdotuksen mukaan nostaa uusiutuvan energian osuus 38 prosenttiin loppukulutuksesta, eli lisäysveloite on 9,5 prosenttiyksikköä. Suomessa käytettävistä uusiutuvista energiamuodoista tärkeimpiä ovat bioenergia, varsinkin puu ja puupohjaiset polttoaineet, vesivoima, tuulivoima, maalämpö ja aurinkoenergia.

Tällä hetkellä uusiutuvasta energiasta 70 prosenttia on metsäteollisuuden puuperäisiä sivutuotteita. Uusiutuvan energian lisäämisen katsotaan edellyttävän metsäteollisuuden sivutuotteiden ohella muun bioenergian (metsähakkeen, pellettien, peltobiomassan ja jätteiden) lisäkäyttöä, vesi- ja tuulivoiman sekä maalämmön hyvin suurta lisäystä sekä energiansäästötoimia.

RES-direktiivi sisältää myös kaikille jäsenmaille asetetun yhteisen tavoitteen nostaa biopolttoaineen osuus liikenteessä 10 prosenttiin vuoteen 2020 mennessä[2].

RES-2020 direktiivi on asettanut myös vetyasemaverkoston suhteen tavoitteita ja tämän tavoitteen saavuttamiseksi on useissa maissa ryhdytty toimenpiteisiin[4].

5.4 Woikoski yhtiön vetyasemat

Woikoski yhtiö on suunnitellut vetyasemia jo usean vuoden ajan. Ensimmäinen vetyasema valmistui jo useita vuosia sitten. Tämän jälkeen asemia on alettu valmistaa muutaman vuoden välein ja nyt tuotantovauhti voisi olla kaksi asemaa vuodessa. Asemia on tällä hetkellä valmiina kolme kappaletta ja neljäs on juuri valmistumassa. Asemien käyttöpaineet ovat 350 baaria ja 700 baaria. Matalamman paineen asemien tankkausmäärä on pienempi, mutta ne ovat huomattavan paljon edullisempia valmistaa. Tällaiset asemat sopivat lyhyelle välimatkoille esimerkiksi teollisuusalueen trukkien käyttöön. Korkeapaineiset asemat sopivat pitkien matkojen tankkaukseen esimerkiksi henkilöautoliikenteeseen.

5.4.1 Asemien asennusvaatimukset

Asemat ovat erittäin yksinkertaisia asentaa. Asema on rakennettu merikontin rungolle ja siten helppo siirtää paikasta toiseen. Aseman liikuttamiseen tarvitaan vain kaksi rekkaa. Toinen kuljettaa aseman ja toinen vetyvaraston. Asennuspaikalta vaaditaan vain merikontin kokoinen tasainen tila johon kontti voidaan asentaa sekä liikenteen vaatima tila kontin eteen. Woikoski yhtiöllä on erillinen betonilaatta jota voidaan kuljettaa kokonaisena ja asentaa kontin alle. Tankkausaseman sähköliittymän tarve on tällä hetkellä 200 Ampeeria. Asennustutkimus on menossa jotta asema toimisi myös pienemmällä virrantarpeella.

5.4.2 Kustannukset

Woikoski yhtiö katsoo, ettei sillä ole resurssia toimia yksin asemien suhteen, vaan myös yhteiskunnallista tukea tarvitaan. Woikoski on valmis myymään tai vuokraamaan vetyasemia. Vuokraustapauksessa vedyn hinta voi olla hyvinkin edullinen kokonaissopimusta suunniteltaessa. Tämän esiselvityksen tavoitteeksi asetettiin selvityksen aikana, myös tutkia mahdollisuutta saada Kouvolan kaupungin ja Woikosken välillä sopimus jolla voitaisiin tehokkaasti edistää vedyn käyttöönottoa alueella. Tämän sopimuksen toteutus vaatii vielä jatkoselvityksiä.

6 VAIHTOEHTOISIA POLTTOAINEITA KÄYTTÄVÄT TYÖKONEET

Maailmalla on paljon myös raskaan kaluston osalta vaihtoehtoisia polttoaineita käytettäviä koneita. Raskaan kaluston merkitys ympäristövaikutusten osalta ja potentiaali on suuri siirryttäessä vaihtoehtoisiin polttoaineisiin. Jos yritykset saadaan sitoutumaan koneissaan muihin polttoaineisiin kuin fossiilisiin nopeuttaa se käyttöönottoa ja vähentää tehokkaasti ympäristövaikutuksia. Esimerkiksi Scania on Suomessa myynyt etanolirekka-auton perustuen logistiikkayritykselle asiakkaan esittämään vaatimukseen vaihtoehtoisen polttoaineen käytöstä. Useissa kaupungeissa tullaan asettamaan kieltoja kaupunkiliikenteessä Diesel-autojen käytölle. Tämä edistää tuntuvasti myös raskaan kaluston osalta vaihtoehtoisten polttoaineiden käyttöä. Tällaisia kaupunkeja ovat mm. Pariisi, Milano ja Lontoo. Myös Oslo suunnittelee rajoituksia Diesel-autoiluun. Dieselautot ovat kehittyneet päästöjen suhteen parempaan suuntaan, sekä polttoaineen kulutusta on saatu alas, mikä osaltaan vähentää autokohtaisia päästöjä. Diesel-tekniikan ongelmana ovat kuitenkin hiukkaspäästöt joista Diesel-moottori ei ole päässyt kokonaan eroon. Dieselmoottorien kehittäminen vähäpäästöisemmiksi on myös lisännyt niiden hintaa ja tuonut vaikeasti ratkaistavia teknisiä ongelmia. Kaupunkiliikenteeseen on jo joihinkin kaupunkeihin tullut sähkökäyttöiset jakelu kuorma-autot (vrt. Tampereen korkeakoulu). Metaania käytettäviä rekkoja on jo paljon esimerkiksi Kaliforniassa. Biokaasuajoneuvoja on saatavissa myös muissa ajoneuvoluokissa (L, T, C, liikkuvat työkoneet sekä raide-, vesi- ja ilmaliikenteen ajoneuvot ja erikoisajoneuvot). Metaanin käyttö maailmalla on lisääntynyt todella paljon. Suomessa usein kuulee väitteen, että ei ole sopivaa kalustoa, eikä etenäkään raskaalle liikenteelle. Viime vuonna Kalifornia nousi maailman ykköseksi metaanin käytössä liikenteessä. Kaliforniassa käytettiin biokaasua 3,3 TWh ja 3,0 TWh:a siitä raskaassa liikenteessä mikä tarkoittaa 65 000 kappaletta kuorma-autoja, linja-autoja ja raskaita työkoneita. Bussiliikenteeseen ovat tulleet sähkö – ja metaanikäyttöiset bussit. Toimiva tekniikka on jo olemassa, enää tarvitaan vain tahtoa selvittää näiden kulkuneuvojen käyttömahdollisuudet kaupunkiliikenteessä. Mainittakoon, että myös vetybusseja on jo olemassa. Japanissa Toyota on jo viime vuonna aloittanut testit vetybussilla.

Toyotan ja Hinon yhdessä kehittämä polttokennobussi pohjautuu Hinon sarjatuotannossa olevaan hybridibussimalliin. Polttokennojärjestelmä on kehitetty Toyota Mirai -henkilöautomallin teknisistä ratkaisuista. Järjestelmä kehittää sähköä paineastioihin varastoidusta vedystä ja ilmassa olevasta hapesta.

Bussi on kehitetty hyödyntämään aiempaa suurempaa tehomäärää, ja järjestelmässä on kaksi polttokennoa sekä kahdeksan vetytankkia. Toyota vastasi polttokennojärjestelmän kehittämisestä, Hino puolestaan suunnitteli ja toteutti auton kori- ja alustarakenteet[6].

Japanissa Toyota Motor Corporation ja Hinon kehittämä vetybussi



Lähde: <http://www.uusisuomi.fi/autot/91824-tallaista-vetybussia-kokeillaan-japanissa>

Suomessa on vielä varsin vähän työkoneita ja raskasta kalustoa jotka käyttävät vaihtoehtoisia polttoaineita. Tässä muutamia esimerkkejä biokaasulla toimivista työkoneista:

Valtra N113 Hitech5 Biogas Dual Fuel



Kuva: Ari Lampisen kuvakokoelma

PistenBully 600 TwinPower rinnekone



Kuva: Ari Lampisen kuvakokoelma

Raskaassa -ja jakeluautokalustossa löytyy runsaasti valikoimaa. Kaikilla suurilla autonvalmistajilla on metaanimalleja mm. Volvo, Scania, Iveco, Mercedes Benz. Alla yksi esimerkki:

Mercedes-Benz Econic 2628 NGT



Kuva: Ari Lampisen kuvakokoelma

6.1 E-Truk -hanke Tampereen ammattikorkeakoulussa

Tampereen ammattikorkeakoulussa on tutkittu jakeluauto kokoluokan sopivuutta sähköautona. Heillä on valmistettu DAF-kuorma-auton rungolle sähköllä toimiva jakelukuorma-auto. Auto on ollut käytössä vuoden ja käyttökokemukset ovat olleet hyviä. Autolla ajetaan jatkuvasti työajoa Niinivirta European Cargo Oy:n tavarankokon jakelua. Auton toimintasäde on noin 250 kilometriä ja se on riittävä päivän ajoon Tampereen alueella. Auto on toiminut ongelmitta ja täyttänyt kaupungin jakeluliikenteessä tehtävänsä hyvin. Kahdeksan tunnin työpäivälle ja Tampereen alueen jakeluverkko liikenteelle auton toimintasäde on riittänyt hyvin. Lisäksi autoon on kytketty IoT-järjestelmä jonka avulla tiedetään auton ajamat reitit ja sijainti, sekä se keskustelelee kaupungin liikennejärjestelmän kanssa esimerkiksi ruuhkatilanteista. Auton käyttökustannus on vain noin 8,0 euroa / 250 km. Auton hinta prototyyppinä on noin kaksinkertainen verrattuna vastaavaan Dieselautoon. Akusto muodostaa noin kolmasosan hinnasta. Etuna voidaan pitää myös kestävyyttä. Auton sähkömoottoritekniikka on yksinkertainen ja sille ennustetaan miljoonan kilometrin kestävyyttä. Akuston kestävyys on vielä epävarma, mutta sen kertoo tuleva käyttö. Sähkömoottorin vääntö on myös erinomainen 1 600 Nm mitä voidaan pitää hyvänä verrattuna Dieselmootoreihin. latausaika täyteen varaukseen on vain 4 tuntia. Tulevaisuudessa voidaan olettaa, että akustot halpenevat ja latausajat entisestään lyhenevät.

7 HANKKEESSA TEHDYT TOIMET KAASUKÄYTTÖISTEN AJONEUVOJEN KÄYTÖN JA TIETOISUUDEN LISÄÄMISEKSI

Hankkeessa lähestyttiin kaupunkia ja yrityksiä haastattelupyynnöin, jotta saataisiin mahdollisimman kattava selvitys mikä on haastateltavien tietämys asiasta ja millä tavalla sitä voidaan lisätä, sekä hankkeen avulla auttaa heitä löytämään oikeat ratkaisut. Haastattelun yhteydessä tehtiin kysely jossa haastateltavilta pyydettiin vastauksia kysymyksiin jotka kohdistuivat heidän tahtotilaansa löytää ja käyttää uusituvia polttoaineita hyödyntäviä ajoneuvoja. Lisäksi kysyttiin miten he kokevat mahdollisuutensa hyödyntää yritystoiminnassaan vaihtoehtoisia polttoaineita. Kysymykset on liitetty raportin loppuun. Vety ja sen käyttö polttoaineena oli lähes kaikille haastatelluille vieras ja etenkin vedyn osalta saatiin lisättyä uuden teknologian tietämystä ja mahdollisuuksia hyvin eteenpäin. Myös kaasujoneuvojen osalta oli vielä paljon tietämättömyyttä niiden taloudellisuudesta mahdollisuuksista liikenteessä. Hankkeen yksi tavoite, tietoisuuden lisääminen onnistui tällä tavoin hyvin, sillä haastattelut saivat yritysten avainhenkilöt pohtimaan vaihtoehtojen mahdollisuuksia ja myöhemmin mahdollisesti tekemään sen perusteella ratkaisuja.

Lisäksi hankkeen aikana järjestettiin kaksi tilaisuutta joilla lisättiin vaihtoehtoisten polttoaineiden käytön tietämystä. Toinen oli sidosryhmätalaisuus 12.4.2016 Kouvolla Innovation Oy:n tiloissa. Tämän tilaisuuden aiheina olivat hanke kokonaisuutena sekä hankkeen eri osa-alueet asiantuntijoiden esittelemänä. Tilaisuus sai hyvän palautteen. Toinen tilaisuus oli toimintapäivä – tapahtuma josta seuraavassa laajempi selvitys.

7.1 Toimintapäivä-tapahtuma Logistiikka ja osaaminen 2030

Toinen hankkeen tietoisuutta tehokkaasti lisäävä toimenpide oli Toimintapäivän järjestäminen. Toimintapäivä järjestettiin yhteistyössä Tehola- yrityspuistoyhdistyksen, Kinnon ja Kouvolan aikuiskoulutuskeskuksen kanssa. Toimintapäivän nimeksi valittiin ”Logistiikka ja osaaminen 2030”. 2030-luvulla teollisuusmaiden energiajärjestelmien pitäisi olla lähes päästöttömiä. EU 2030 energia- ja ilmastostrategian mukaan, hallituksen tavoitteena on tuontiöljyn käytön puolittaminen 2030 mennessä. Tilaisuudella haluttiin ennakoida ja visioida tulevaisuutta. Sinne pyydettiin useita alan toimijoita esittelemään vaihtoehtoisia polttoaineita käyttävää kalustoa. mm. Gasum. Woi-
koski, Scania, Veho, Kotkan Energia jne. Tilaisuuteen kutsuttiin hyvin kattavasti Kymenlaakson alueen yrityksiä tutustumaan vaihtoehtoisia polttoaineita käyttäviin ajoneuvoihin. Kutsutapoina käytettiin Kinnon viestintää, sekä laadittiin kutsut sähköpostitse ja Kouvolan sanomiiin yleiskutsu viikkoa ennen tilaisuutta. Lehdistötiedote laadittiin paikkakunnan lehdille. Lisäksi käytettiin muita verkostoja mm. Kotkan alueella toimivaa Finnhub ry:tä sekä Kymenlaakson yrittäjät ry:n verkostoa. Lisäksi myös yleisöllä oli mahdollisuus iltapäivällä tutustua ajoneuvoihin.

Palautetta saatiin tilaisuudessa ja tilaisuuden jälkeen. Palaute oli yksinomaan positiivista. Vieraat ja luennoitsijat, sekä kalustoesittelijät toivoivat lisää vastaavia tilaisuuksia. Osallistujia oli noin 50 henkeä. Vieraat saivat laadukasta ajankohtaista tietoa logistiikasta, vaihtoehtoisten polttoaineiden käyttömahdollisuuksista ja myös uusia verkostoja.

Kuva esitelmätilasta



Mukana oli myös Scanian etanolikuorma-auto



Suomen ainoa vetyauto, ja kaasuautoja kentällä



Näyttelyhallissa oleva Suomen ainoa vetytrukki (Woikoski Oy)



Toyotan uutta Li-lon akkutekniikkaa edustava sähkötrukki





8 HANKKEEN AIKANA HAVAITUT ONGELMAT HANKKEEN LÄPIVIEMISEKSI

Hankkeen alkuvaiheessa tehtiin päätös, että sähköpostikyselyjä ja yksinomaan puhelinhaastatteluja ei tehdä. Tämä sen vuoksi, että sillä tavoin saadaan hyvin heikko osallistuminen tutkimukseen ja vastaukset eivät ole harkittuja, eikä yksi päätavoitteista tietoisuuden lisääminen toteudu. Nykyään sähköpostitulva ja erilaiset kyselyt, sekä tarjoukset puhelimitse ovat vieneet tällaisten kyselyjen tehon koska kiireiset työssä olevat ihmiset joutuvat valitsemaan tietotulvasta vain sen, mikä on oleellista työssä ja tekemään paljon karsintaa. Tämän vuoksi on suuri vaara, että sähköpostikyselyihin ei saada vastauksia, tai ne ovat harkitsemattomia, eikä puhelinhaastatelulla pystytä lisäämään tietoisuutta lyhyellä keskustelulla. Esittely, keskustelu ja vaihtoehtojen todellinen pohtiminen antavat parhaan tuloksen.

Nytkin, vaikka asia esiteltiin puhelimitse, sekä sovittiin tapaamisaika, oli vaikeuksia saada kontakteja ja tapaamisia sovittua. Tämä tietysti hidastaa toimintoja ja hankkeen eteenpäin viemistä, mutta lisää luotettavuutta. Pääsääntöisesti ne henkilöt joiden kanssa tapaaminen onnistui, olivat tyytyväisiä saamaansa tietoon, sekä siihen että tällaisia hankkeita on olemassa.

9 HAASTATTELUT

Haastattelut sovittiin etukäteen yrityksen tai kaupunkien tiloissa tapahtuvaksi. Yleensä materiaalia lähetettiin etukäteen. Haastateltaviksi valittiin yritysten ja kaupunkien avainhenkilöitä, siis henkilöitä joilla on mahdollisuuksia vaikuttaa hankintoihin. Aluksi esiteltiin hanke ja sen tavoitteet. Tämän jälkeen esiteltiin hankkeen avulla kerätty tieto vaihtoehtoisten polttoaineiden käytöstä ja tulevaisuudesta Kymenlaaksossa. Haastattelut tehtiin pääsääntöisesti käyttämällä valmiita kysymyksiä jotka oli etukäteen laadittu yleispätevästi käytettäväksi. Tilanteen ja haastateltavien mukaan tehtiin myös täsmentäviä ja juuri heidän toimialaansa liittyviä kysymyksiä ja pohdittiin heidän mahdollisuuksiaan käyttää vaihtoehtoisia polttoaineita. Kysymyksissä pyrittiin luontevaan keskusteluun, ei niinkään ”kuulustelumaiseen” tapaan tehdä tutkimus. Haastatteluihin käytettiin aikaa keskimäärin noin tunti tai puolitoista, harvoin alle tunnin. Siinä ajassa ehti hyvin pohdiskella yrityksen omaa kantaa asiaan.

Edellä mainituista syistä nähtiin hyväksi kokeilla tietoisuuden lisäämiseksi myös yleistä kutsua tilaisuuteen jossa voidaan tehokkaasti ja konkreettisesti esitellä vaihtoehtoisia kalustoa. Tämä oli mahdollista Tehola-yrityspuistoyhdistyksen jäsenten ja Kinnon yhteistyön avulla. Toimintapäivä järjestettiin Yhdistyksen jäsenen, Kouvolan aikuiskoulutuskeskuksen tiloissa. Järjestelyt pyrittiin tekemään mahdollisimman ”vierasystävällisesti” ja helpoksi tulla. Luennot valittiin ajankohtaisiksi ja mielenkiintoisiksi ja lounaskin tarjottiin. Kutsut lähetettiin mahdollisimman kattavasti useammankin tahon kautta. Lisäksi laadittiin lehdistötiedote jota valitettavasti paikallislehdet eivät julkaisseet. Pihalla ollut kalusto toi konkreettisen esimerkin siitä, että Suomessakin on jo vaihtoehtoisia polttoaineita käyttävää kalustoa ja mahdollista hankkia. Kaikesta työstä huolimatta oli vaikeaa saada yritysten ja kaupunkien edustajia liikkeelle. Paikalla oli yhteensä noin 50 henkilöä, mutta enemmänkin olisi voinut olla. Tällaiset esittelytilaisuudet ovat erittäin hyvä paikkoja tiedon jakamiselle, mutta tulee tarkkaan miettiä miten ihmiset saadaan liikkeelle. Ehkä paras tapa markkinoida tällaisia tilaisuuksia ovat henkilökohtaiset kontaktit ja verkosto.

9.1 Haastatteluun osallistuneet tahot

Haastattelupyynnöitä lähetettiin sähköpostitse ja otettiin yhteyttä puhelimitse. Kaikkiin haluttuihin tahoihin ei saatu yhteyttä monista syistä. Syitä olivat pääsääntöisesti kiireinen työrytmi, sairastumiset ja priorisointi. Lisäksi kaikki eivät luultavasti kokeneet asiaa niin tärkeäksi, että olisivat käyttäneet siihen työaikaansa. Jos tuli vaikutelma, että ajankäyttöön ei ole halukkuutta niin enemmän ”painostuksesta” luovuttiin. Kuitenkin kaikki haastatteluun osallistuneet kokivat asian tärkeäksi ja mielenkiintoiseksi. Haastattelujen määrän ja eri osa-alueiden suhteen katsottiin, että tutkimusotanta on kattava, eikä mahdollinen lisätieto tekemällä enemmän haastatteluja tuo enää merkittävää vaikutusta.

9.2 Haastatteluissa esitetyt kysymykset

Haastatteluissa esiteltiin hanke Power point -esityksellä tai paperikopiolla tilanteesta riippuen. Hanke esiteltiin kokonaisuutena, sekä kerrottiin kaasumaisten vaihtoehtoisten polttoaineiden käyttömahdollisuudet. Vaihtoehdot esitettiin kattavasti myös kustannustehokkuuden osalta.

Kysymykset oli laadittu kohdeyrityksille saman sisältöisiksi ja tutkijoille heidän asiantuntija-alansa mukaisiksi, sekä kaupungeille räätälöitiin kysymykset heidän tilanteensa mukaan. Ajoneuvo- ja kaasun toimittajille oli myös räätälöidyt kysymykset liittyen heidän kalustoonsa Usein keskustelu ”rönsyili” ja kysymyksiä käytettiin vain viitteellisesti. Haastateltavat ottivat niistä heille tärkeimmät asiat esiin ja saattoivat sivuuttaa vähemmän tärkeitä. Tyypillistä oli, että esimerkiksi numerolistan valinnat olivat hyvin erilaiset ja niitä muokattiin saadun palautteen perusteella. useat ottivat kantaa arvotuksiin mitkä asiat kuuluvat yhteen, sekä tuli myös uusia tekijöitä.

9.3 Peruskysymykset, ja kaikille tehty arvotuskysymys

Kysymykset perustuen esitykseen:

- Oletteko kiinnostuneita hankkimaan vaihtoehtoisia polttoaineita käyttävää kalustoa?
- Miten näette mahdollisuutenne tulevaisuudessa hankkia vaihtoehtoisia polttoaineita käyttävää kalustoa?
- Mitä etuja näette vaihtoehtoisten polttoaineiden käytöstä seuraavan?
- Mitä rajoituksia?
- Mitä esteitä näette vaihtoehtoisten polttoaineiden käytölle nyt tulevaisuudessa?
- Oletteko valmiita neuvottelemaan/keskustelemaan asiasta yhteyshenkilöiden kanssa?
- Mitkä asiat merkitsevät hankinnan toteuttamiseksi?

Vastaus on numerojärjestys alla mainittujen numeroiden mukaisesti

1. Ympäristövaikutukset
2. Yrityskuva
3. Kaluston hinta
4. Käyttökustannukset
5. Tankkausverkosto lähellä
6. Kaluston jälleenmyyntiarvo
7. Direktiivit
8. Valtiovallan lainsäädäntö
9. Yritystuet
10. Muut seikat?

Numerojärjestys merkittävimmästä vähäisimpään esim. 3,2,4,6,5,1

Muut mahdolliset seikat?

10 HAASTATELLUT HENKILÖT

Haastattelut jakautuivat laitetoimittajiin, kaasumaisten polttoaineiden toimittajiin, sekä yrityksiin joiden olisi mahdollista käyttää vaihtoehtoisia polttoaineita. Myös Kymenlaakson kaupunkien edustajat haastateltiin. Laitetoimittajilta selvitettiin tekniset tiedot, sekä vertailu käytössä olevaan kalustoon. Myös tulevaisuuden näkymiä kyseltiin. Alla olevassa luettelossa on mainittu haastatellut henkilöt jotka ovat olleet mukana liittyen tähän kaasurenessanssi – hankkeen osa-alueeseen.

Yritys	Nimi	Työ	Asiaajhteys
Woikoski Oy	Kalevi Korjala	Toimitusjohtaja	Kaasun toimittaja
Woikoski Oy	Aki Hämäläinen	Tuoteryhmäpäällikkö	Kaasun toimittaja
Woikoski Oy	Arto Brofelt	Tuotepäällikkö	Kaasun toimittaja
Woikoski Oy	Jussi Rissanen	Myyntijohtaja	Kaasun toimittaja
Toyota material handl	Jani Kola	Myyntineuvottelija	Ajoneuvotoimittaja
Toyota material handl	Jukka Heinonen	Myyntijohtaja	Ajoneuvotoimittaja
Toyota material handl	Janne Huttunen	Product Manager	Ajoneuvotoimittaja
Hyundai	Asko Kettunen	Tuotepäällikkö	Ajoneuvotoimittaja
Kouvola Innovation Oy	Vesa Junttila	Kehittämispäällikkö	Projektin kehitys
Kouvola Innovation Oy	Kari Laine	Projektipäällikkö	Projektin kehitys
Kouvolan kaupunki	Hannu Luotonen	Tiepäällikkö	Mahdollinen käyttäjä
Kouvolan kaupunki	Jari Horppu	Liikelaitoksen johtaja	Mahdollinen käyttäjä
Kouvolan kaupunki	Anna-Riikka Karhunen	Ympäristöasiantuntija	Mahdollinen käyttäjä
Kouvolan kaupunki	Ari Sakki	Logistiikkapalvelujohtaja	Mahdollinen käyttäjä
Kouvolan vesi	Ari Mikkälä	Biokaasulaitoksen johtaja	Mahdollinen käyttäjä
Kotkan kaupunki	Terhi Lindholm	Kehittämispäällikkö	Mahdollinen käyttäjä
Kotkan kaupunki	Jari-Pekka Väisänen	Talousjohtaja	Mahdollinen käyttäjä
Kotkan kaupunki	Pauli Korkiakoski	Yleiskaavoittaja	Mahdollinen käyttäjä
Kotka Mills	Joha Ottelin	Logistiikkapäällikkö	Mahdollinen käyttäjä
Kotka Mills	Sami Markkanen	Tuotantojohtaja	Mahdollinen käyttäjä
Kotkan Energia	Vesa Pirttilä	Toimitusjohtaja	Mahdollinen käyttäjä
Haminan Energia	Janne Ristola	Energialiiketoimintajohtaja	Mahdollinen käyttäjä
Haminan kaupunki	Matti Filppu	Teknisen toimen johtaja	Mahdollinen käyttäjä
Virolahti	Osmo Havuaho	Kunnanjohtaja	Mahdollinen käyttäjä
Kymenlaakson jäte	Annika Aalto-Partanen	Kehittämispäällikkö	Mahdollinen käyttäjä
Centos central log	Tommi Laaksonen	Toimitusjohtaja	Mahdollinen käyttäjä
Kemira Oyj	Janne Tynninen	Tehtaanjohtaja	Mahdollinen käyttäjä
Kemira Oyj	Teemu Pasi	Yksikönjohtaja	Mahdollinen käyttäjä
VR-Transpoint	Veijo Kuusi	Tuotantopäällikkö	Mahdollinen käyttäjä
VR-Transpoint	Mika Sairanen	Kuljetuspäällikkö	Mahdollinen käyttäjä
Kuljetus Tuuri Oy	Jari Tuuri	Toimitusjohtaja	Mahdollinen käyttäjä
E-elementit Oy	Veli Hyryläinen	Toimitusjohtaja	Mahdollinen käyttäjä
Solvay Oyj	Juha Piipponen	Tehtaanjohtaja	Mahdollinen käyttäjä

10.1 Kysymysosion vastaukset

Yksittäisten yrityksiä ja yksittäisten henkilöiden vastauksia ei esitetä, mutta kylläkin vastauksissa esiin tulleet mielipiteet vaihtoehtoisten polttoaineiden käytön mahdollisista eduista ja haitoista, sekä mahdolliset esteet. Nämä ajatuksia ja mahdollisesti toimenpiteitä aiheuttavat kommentit, jotka ovat keskustelussa tulleet esiin, ovat usein yhdeltä yritykseltä, mutta kuvaavat varmasti monien mielipiteitä.

Ensimmäiseen kysymykseen kiinnostuksesta vaihtoehtoihin polttoaineisiin vastattiin yhtä poikkeusta lukuun ottamatta kyllä. Keskustelun ja laajemman esittelyn jälkeen tämä yksi poikkeus muutti mielensä. Näyttää siltä, että hyvin ymmärretään muuttuva maailma ja sen asettamat tulevat vaatimukset. Vaihtoehtoista vain ei juurikaan tiedetä ja se osoittaa tämän kaltaisten hankkeiden merkityksen vaihtoehtoisten polttoaineiden käytön edistämiseksi.

Toiseen kysymykseen mahdollisuuksista hankkia vaihtoehtoisia polttoaineita käyttävää kalustoa tuli jo erilaisia vastauksia. Joillakin oli jo käytössä esimerkiksi kaasujoneuvoja ja he näkivät mahdollisuudet hankkia niitä lisää hyväksi. Joillekin nousi kustannuskysymys ja tankkausverkoston puute esteeksi. Mahdollisuuksia oli myös selvitetty ja esteinä oli ollut täsmälleen sopivien mallien puute. Kaasujoneuvoja vertaillaan olemassa olevaan kalustoon jonka käyttöön on totuttu. Jos ajoneuvot eivät ole ominaisuuksiltaan samanlaisia, tai parempia koetaan käyttö hankalaksi.

Kolmas kysymys mahdollisista eduista käyttää vaihtoehtoisia polttoaineita voimakkaimmin esiin tuli brändi- ja imagoasiat. Jos yritys saa etua käytöstään, tai asiakas vaatii käyttöä, niin liiketaloudellisesta syistä voidaan alkaa käyttää vaihtoehtoisia polttoaineita kalustossa. Ympäristövaikutuksetkin tulivat esiin, mutta ei niin selkeästi kuin liiketaloudelliset syyt. Suurten asiakkaiden ympäristöystävällinen käyttäytyminen olisi hyvin merkittävää käytön nopeuttamista. Logistiikka on toimialana välittäjä kahden tai useamman toimijan välillä. Tämä on palvelun tuottamista jota tavallisesti pyritään tekemään mahdollisimman taloudellisesti. Asiakasta kuitenkin kuunnellaan herkällä korvalla ja asiakassuhteen säilyttämiseksi ollaan valmiita tekemään suuriakin muutoksia.

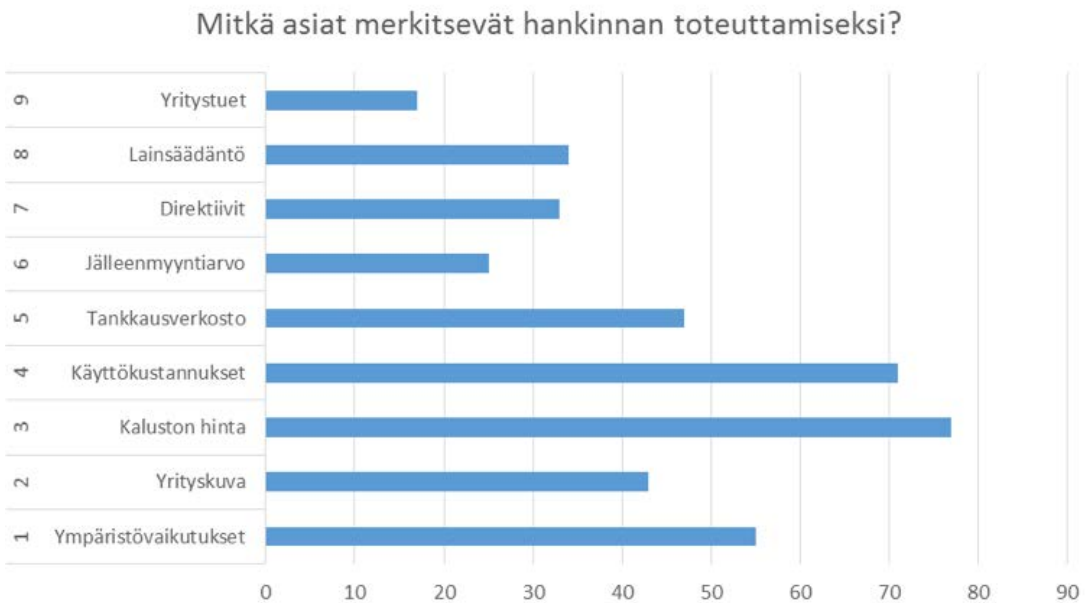
Neljänneksi kysyttiin mahdollisia esteitä vaihtoehtoisten polttoaineiden käytölle nyt ja tulevaisuudessa. Tankkausasemaverkoston puute nousi selkeimmin esiin käytön esteenä. Ajoneuvojen käyttötapa on ratkaisevaa. Jos autoilla ajetaan pitkiä matkoja ja tankkaaminen on mahdollista vain yhdessä pisteessä, on se este käytölle. Myös autokaluston puutteet tulivat esiin. Raskaalla puolella ei vielä löydy sopivaa kalustoa. Neliveto maastureita ei tuoda Suomeen, varusteissa on puutteita jne. Mainittakoon tässä yhteydessä, että esimerkiksi metaanin osalta nuo mainitut kalustopuutteet eivät ole oikeita vaan vain tiedon puutetta. Seuraavaksi nousi esiin kaluston hinta ja mahdollisen investoinnin suuruus. Myös auton jälleenmyyntiarvo arveluttaa. Jälleenmyyntiarvoa ei vielä voi määrittellä, koska kalustoa on vähän eikä niitä juuri oli myyty ensikäyttäjiltä eteenpäin. Autojen maahantuoijat ovat varovaisia jälleenmyyntiarvojen suhteen. Tällä hetkellä kaasukäyttöisten autojen jälleenmyyntiarvo arvioidaan alemmas kuin vastaavien bensa- tai dieselautojen. Tämä vaikuttaa esimerkiksi leasing- sopimusten kuukausivuokraan nostavasti.

Viimeisenä kysyttiin halukkuutta jatkaa keskustelua ja vaihtoehtojen pohdintaa. Suurin osa vastaajista koki tarvitsevansa vielä apua näissä asioissa ja olivat valmiita myös jatkokeskusteluihin. Osa oli sitä mieltä, että heillä on omat suunnitelmat joiden mukaisesti edetä. Esimerkiksi Kouvolan kaupunki oli hankkinut viime vuonna suuren määrään Euro 6 direktiivin täyttävää diesel-autoa. Näissä autoissa on kuitenkin havaittu talviaikaan suuria käyttöongelmia joten he joutuvat miettimään uudestaan hankintojaan. Tämä hanke voi helpottaa heidän päätöksiään.

Yhtenä ratkaisuna ja vetoautojen käytön osalta on hankkeen kautta tullut suunnitelma esitellä vetyautoja Kouvolan asuntomessuilla 2019.

10.2 Numeroarviointiosion vastaukset

Numeroarviointiosiossa kysyttiin arvotusjärjestystä eri osa-alueille jotka liittyvät vaihtoehtoisten polttoaineiden käyttöön. Vastaukset jakautuvat seuraavasti:



Arvotusjärjestyksessä kaluston hankintahinta ja käyttökustannukset nousivat selkeästi edelle muita, mutta sitten jo seuraavana ympäristövaikutukset. Öljyn hinta on nyt väliaikaisesti alhaalla, mutta sen käyttö ei ole enää vaihtoehto riippumatta sen hinnasta. Ympäristöystävällisiä polttoaineita on vain yksinkertaisesti käytettävä. Tuli viesti yhdeltä yritykseltä. Myös yritysten asiakkaat alkavat vaatia yhä enemmän vihreitä arvoja tuotannossa. Esim. ”porttien sisäpuolella ei kulje fossiilisia polttoaineita käyttäviä ajoneuvoja, tulevaisuudessa. Jos tässä ollaan etujassa, voidaan myöhemmin näyttää, että olemme jo tehneet nämä asiat kuntoon, tämä on markkinaetu tulevaisuudessa, sekä sillä voi olla osakearvoa nostavia vaikutuksia.” Siis tulevaisuuteen panostava toimintojaan kehittävä yritys ottaa huomioon ympäristön ja tulevaisuuden vaatimukset kaikin tavoin jo nyt.

Kaaviosta voidaan myöskin todeta, että mikäli vaihtoehtoisia polttoaineita voitaisiin saada laajemmin käyttöön, tulee ajoneuvojen koko elinkaarikustannuksen tulla vielä reilusti alas. Myös tankkausverkosto tulee olla kattavampi kuin nykyään. Merkittävää on myös, että lainsäädäntöä ja direktiivejä ei koettu mitenkään määrääviksi tekijöiksi suurimmalla osalla vastaajia. Joku kuitenkin sanoivat niiden olevan kaiken perusta. Ilmeisesti direktiivien merkitys korostuu vasta sitten, kun ne jollain lailla konkretisoituvat päivittäiseen toimintaan.

II JOHTOPÄÄTÖKSET

Tämän hetkinen tilanne on vielä talouskurimuksen kangistamaa, mutta silti jotkut yksittäiset toimijat näkevät jo nyt mahdollisuuksia uudistaa ajoneuvokalustoaan ympäristöystävälliseksi. Yleisesti ottaen ne yritykset jotka ovat jo aiemmin käyttäneet metaania ajoneuvoissaan, ovat valmiita hankkimaan niitä lisää. Merkillepantavaa on, että kaupunkien tahotila ei ole kovinkaan suuri. Kustannustekijät nousivat edelleen määräävimäksi tekijäksi kaupunkien ratkaisuisissa siitäkin huolimatta, että kaupungeille on asetettu tiukkoja vaatimuksia ja tavoitteita ympäristöystävällisyyden huomioon ottamiseksi. Määritellyt tavoitteet ja käytännön valinnat eivät kohtaa. Mitään vihreän brändin esiinnousua ei ole vielä odotettavissa Kymenlaakson kaupungeissa. Kustannussäästöt ajavat edelleen kaiken muun ohi.

Yrityspuolella on selkeästi kiinnostusta asiaan, mutta tietoa puuttuu, ja tarjonnan markkinointi on ollut vähäistä. On vaatinut henkilökohtaista mielenkiintoa selvittää mahdollisuuksia ja tarjontaa. Tällä hankkeella sitä asiaa on voitu helpottaa. Nyt useat yritykset ainakin tietävät tarjonnan ja voivat sen perusteella tehdä omia ratkaisujaan vaihtoehtoisten polttoaineiden suhteen. Joissakin tapauksissa yrityspuolella on paremmat taloudelliset edellytykset tehdä vihreitä ratkaisuja. Kaluston pieni hintaero ei ole niin ratkaisevaa, jos hankinnoilla voidaan luoda yrityskuvaa vihreämmäksi.

Vedyn osalta ollaan vielä alkumetreillä. Ajoneuvojen elinkaarikustannus on vielä liian korkea, jotta vetyautoille saataisiin laajempaa käyttöä. Kustannukset ovat vielä korkeita niin hankintahinnan kuin käyttökustannustenkin osalta. Jälleenmyyntiarvoa ei tiedetä. Tankkausverkoston puute on myös ratkaisevaa käytön osalta. Vedyn laajemmalle käytölle tulee odottaa EU-tason ratkaisuja jotka pakottaisivat vedyn tankkausasemaverkoston laajentamisen. Yrityspuolella tosin voitaisiin nähdä keskitetty käyttö esimerkiksi satamissa tai terminaaleissa vetytrukkien osalta. Sellaisissa tiloissa joissa voidaan käyttää vain sähkötrukkeja hyvänä, joissain tapauksissa jopa taloudellisena ratkaisuna voisi kyseeseen tulla vetytrukkien käyttö.

LÄHTEET JA KIRJALLISUUS

1. Trafi: (viitattu 18.11.2015) http://www.trafi.fi/tietopalvelut/analyysitoiminta/indikaattorit/ymparistoindikaattorit/liikenteen_vaihtoehtoiset_kayttovoimat
2. Öljy ja Bio, polttoaineala (2.6.2016) <http://www.oil.fi/fi/tilastot-l-hinnat-ja-verot/15-raakaoljyn-ja-bensiinin-hintakehitys>
3. Kauppalehti: (viitattu 5.6.2015) <http://www.kauppalehti.fi/uutiset/vihrean-teknologian-vyory-yllattioljyalan> , <http://www.kauppalehti.fi/uutiset/hiiliriski-painaa-sijoitussalkuissa/>
4. Motiva: (viitattu 18.11.2015) http://www.motiva.fi/taustatietoa/ohjauskeinot/direktiivit/uusiutuvan_energian_direktiivi_%28res-direktiivi%29
5. CBG100Suomi: (viitattu 16.3.2016) <http://www.cbg100.net/>
6. Uusi Suomi 21.7.2015 (viitattu 30.6.2016) <http://www.uusisuomi.fi/autot/91824-tallaista-vetybussia-kokeillaan-japanissa>
7. Kouvolan Innovation, Kari Laine 19.4.2016 Esiselvitys vetytankkausaseman sijoittumisesta
8. Ari lampisen Kuva-albumi (1.7.2016)

Kustannuslaskelmat ja ympäristövaikutukset vaihtoehtoisilla polttoaineilla esiselvitys

I JOHDANTO

Kymenlaaksossa on herännyt kiinnostus vety- ja biokaasuajoneuvojen laajemmasta käyttöönotosta. EU-direktiivien täyttämiseksi tulee Suomessakin jatkuvasti kehittää vaihtoehtoisten polttoaineiden käyttöönottoa. Vaihtoehtoisia käyttövoimia hyödyntävien autojen suosio on hyvin riippuvaista myös kansallisista poliittisista päätöksistä ja taloudellisista ohjauseinoista.

Tämä raportti on Kaasurenesanssi -hankkeen osaraportti jossa keskitytään vertailemaan eri polttoaineiden ja ajoneuvojen tämänhetkistä kustannusrakennetta, ympäristövaikutuksia ja niiden mahdollisia tulevaisuuden muutoksia Kymenlaakson tasolla. Selvityksen tekijänä on Kymenlaakson ammattikorkeakoulun hallinnoima NELI-hanke.

2 VERTAILUPOHJA

Tällä hetkellä kehitetään paljon erilaisilla polttoaineratkaisuilla kulkevia ajoneuvoja sekä myös erilaisia polttoaineita. Kehitystyön syy ja tavoite on ympäristöystävällisyys ja kestävyyskriteerien täyttäminen. Taloudellisessa ajattelussa nähdään fossiilisten polttoaineiden käytön korvaaminen suuremmissa mittakaavassa. Vielä lähes kaikki ratkaisut ja mahdollisuudet ovat prototyyppias- teella ainakin käytön suhteen. Metaani on edellä vaihtoehtoja ja sen käytöllä alkaa olla Euroopassa laajempaa merkitystä noin kahdella miljoonalla ajoneuvolla. Suomessa metaanin käyttö on vielä pienimuotoista. Muut vaihtoehdot kilpailevat vielä keskenään ja hyvin moninaiset asiat vaikuttavat siihen mikä niistä valtaa alaa. Kyseessä on eräänlainen polttoainevalmistajien ja autonvalmistajien kilpajuoksu. Kuka kehittää ensimmäisenä kustannustehokkaan ratkaisun jolla voidaan hallita markkinoita?

Tämänhetkisen tiedon perusteella ei ole löydettävissä selkeästi yli muiden vaihtoehtojen menevää ratkaisua. Suuret öljy-yhtiöt eivät ole vielä halukkaita kehittämään ja ottamaan tuotantoon vaihtoehtoisia polttoaineita niiden epävarmuuden vuoksi verrattuna kateodotuksiin. Fossiilisten polttoaineiden käyttö on edelleen volyymiltään niin suurta, että vaihtoehdot eivät sitä lähivuosina uhkaa.

Myös ajoneuvoissa on jo paljon vaihtoehtoja mallien suhteen. Metaaniautot ovat tässäkin edellä mallivalikoiman ja hinnan suhteen. Sähköautoilla on vielä laajemman käytön rajoitteina toimintasäteen kapeus ja hinta. Vetyautot vasta tekevät tuloaan ja mahdolliset käyttäjät ovat joko jollain lailla mukana markkinassa tai sitten ”pioneerihenkisiä” kokeilijoita. Vedyn käyttö muualla maailmassa on vielä arvoitus, joka tapauksessa siihen panostetaan jo nyt. Jos ajateltaisiin ideaalista tilannetta, että nyt hypättäisiin hevosen selästä auton rattiin, niin se auto olisi mitä todennäköisimmin vedyllä käyvä.

Tällä hetkellä vaihtoehtoista polttoaineita käyttävien henkilöautojen lukumäärä Suomessa on noin 5 000, joista noin 2 000 on FFV autoja (kaksi eri polttoainetta), noin 2 000 on kaasuautoja ja alle tuhat sähköautoa [1].

Monet tahot tekevät laskelmia ja ne ovat luotettavia polttoaineen hintojen, autojen hintojen ja käyttökustannusten suhteen. Epävarmuutta tulee ajoneuvojen jälleenmyyntiarvosta koska markkina on vielä pientä ja joidenkin mallien kohdalla ei vielä tunneta huoltokustannusta ja kestävyyttä.

3 VEROTUKSEN JA VALTIO-OHJAUKSEN VAIKUTUS KUSTANNUKSIIN

Hallituksen asettama verotuksellinen lainsäädäntö ohjaa kaikkea kehitystyötä ja etenkin markkinoiden kehittymistä ehkä enemmän kuin mikään muu seikka. Hallituksen tukena ovat EU-direktiivit jotka asettavat reunaehdot ja kunkin valtion hallituksen on laadittava toimintasuunnitelmat ehtojen täyttämiseksi. Veroratkaisuilla voidaan ohjata käyttöä ympäristöystävälliseen suuntaan. Viime vuosina on hallitusohjelmissa otettu nämä seikat huomioon. Hallituksen ohjauksen tavoitteena on kuitenkin markkinaehtoisuus ja teknologianeutaalius mikä tarkoittaa sitä, että mitään tiettyä polttoainetta tai käyttöteknologiaa ei tueta enempää kuin toista. Markkinat viime kädessä määrittävät mikä polttoaine ja teknologia tulee laajemmassa mitassa käyttöön.

Valtion tehtävänä on varmistaa lainsäädännön keinoin, että vaihtoehtoisten polttoaineiden tankkausverkosto on riittävän kattava. Vasta riittävä tankkausverkosto antaa mahdollisuuden vaihtoehtoisten polttoaineiden laajemmalle käytölle.

3.1 Uusiutuvan energian direktiivi (RES-direktiivi)

Euroopan unionin tavoitteena on nostaa uusiutuvan energian osuus 20 prosenttiin energian loppukulutuksesta vuoteen 2020 mennessä. Uusiutuvan energian direktiiviin on kirjattu jokaiselle jäsenvaltiolle omakohtaiset tavoitteet ja maat voivat itse päättää toimista, joilla tavoitteisiin pyritään pääsemään.

Suomen tulee komission ehdotuksen mukaan nostaa uusiutuvan energian osuus 38 prosenttiin loppukulutuksesta, eli lisäysvelvoite on 9,5 prosenttiyksikköä. Suomessa käytettävistä uusiutuvista energiamuodoista tärkeimpiä ovat bioenergia, varsinkin puu ja puupohjaiset polttoaineet, vesivoima, tuulivoima, maalämpö ja aurinkoenergia.

RES-direktiivi sisältää myös kaikille jäsenmaille asetetun yhteisen tavoitteen nostaa biopolttoaineen osuus liikenteessä 10 prosenttiin vuoteen 2020 mennessä [2].

RES-2020 direktiivi on asettanut myös vetyasemaverkoston suhteen tavoitteita ja tämän tavoitteen saavuttamiseksi on useissa maissa ryhdytty toimenpiteisiin.

3.2 Vaihtoehtoisten liikennepolttoaineiden infrastruktuuridirektiivi (2014/94/EU)

Vaihtoehtoisten polttoaineiden jakeluverkon luominen 11/2016 mennessä. Suomen valtion tulee rakentaa kansallisella tasolla toimintasuunnitelma jakeluverkon luomiseksi sähkölle ja metaanille. Vedyn osuus on valinnainen

Direktiivin osat joissa asia on määritelty:

*”Rajapinta **sähkökäyttöisten ajoneuvojen** lataamiseksi voisi sisältää useita pistorasioita tai ajoneuvon liittimiä, kunhan yksi niistä on tässä direktiivissä vahvistettujen teknisten eritelmien mukainen monistandardilatauksen mahdollistamiseksi. Se, että tässä direktiivissä on valittu unionin laajuiset yhteiset liittimet sähkökäyttöisiä ajoneuvoja varten (tyyppi 2 ja tyyppi ”Combo 2”), ei saisi kuitenkaan haitata jäsenvaltioita, jotka ovat jo investoineet latauspisteiden muiden standardoitujen teknologioiden käyttöönottoon, eikä sen pitäisi vaikuttaa ennen tämän direktiivin voimaantuloa käyttöön otettuihin olemassa oleviin latauspisteisiin. Sähkökäyttöisiä ajoneuvoja, joita on liikenteessä jo ennen tämän direktiivin voimaantuloa, olisi voitava ladata, vaikka ne olisi suunniteltu ladattaviksi latauspisteissä, jotka eivät ole tässä direktiivissä vahvistettujen teknisten eritelmien mukaisia. Normaali- ja suuritehoisten latauspisteiden laitteiden valinnassa olisi otettava huomioon kansallisesti voimassa olevat turvallisuusvaatimukset.*

***Vetykäyttöisten moottoriajoneuvojen**, mukaan lukien vetykäyttöiset L-luokan ajoneuvot, markkinaosuus on tällä hetkellä erittäin pieni, mutta riittävän vetytankkausinfrastruktuurin rakentaminen on välttämätöntä, jotta vetykäyttöisten moottoriajoneuvojen käyttöönotto olisi mahdollista laajemmalla mittakaavassa.*

*Jäsenvaltioiden, jotka päättävät sisällyttää **vetytankkauspisteet** kansallisiin toimintakehyksiinsä, olisi varmistettava, että moottoriajoneuvoja varten rakennetaan julkinen vetytankkausinfrastruktuuri, jolla varmistetaan vetykäyttöisten moottoriajoneuvojen liikkuminen jäsenvaltioiden määritämässä verkostoissa. Tarvittaessa olisi otettava huomioon rajat ylittävät yhteydet, jotta vetykäyttöiset moottoriajoneuvot voivat liikkua koko unionin alueella.*

*Unionissa on tällä hetkellä käytössä noin **3 000 maakaasukäyttöisten ajoneuvojen tankkauspistettä**. Uusia tankkauspisteitä voitaisiin ottaa käyttöön ja niihin voitaisiin syöttää maakaasua*

unionin olemassa olevan hyvin kehittyneen jakeluverkon alueella edellyttäen, että kaasun laatu on sopivaa käytettäväksi nykyistä ja edistynyttä teknologiaa hyödyntävissä maakaasukäyttöisissä ajoneuvoissa. Nykyistä maakaasun jakeluverkkoa voitaisiin täydentää paikallisilla tankkausasteilla, joissa olisi paikallisesti tuotettua biometaania” [3].

4 KUSTANNUSVERTAILU

Vaihtoehtoisten polttoaineiden käytön osalta kustannusvertailu fossiilisiin polttoaineisiin ei enää ole merkittävin asia. Tällaisia vertailuja on tehty jo aiemmin monissa tutkimuksissa. Lähtökohtana tässä tutkimuksessa on ollut eri vaihtoehtoisia polttoaineita käyttävän kaluston vertailu toisiinsa. Bensiini- ja diesel-autot ovat kuitenkin vielä mukana vertailussa koska ne ovat niin laajassa käytössä. Lisäksi vertailussa tulee aina ottaa huomioon paikalliset olosuhteet ja mahdollisuudet käyttää eri polttoainelähteitä. Myös ajoneuvojen käyttötapa ratkaisee parhaan vaihtoehdon. Kokonaisharkinta on eri paikkakunnilla ja käyttökohteessa erilainen. Kustannustehokkuus jollain paikkakunnalla ei välttämättä tarkoita, että se on sitä myös muualla. Aiemmassa BILKA-hankkeessa tehtiin lähinnä metaaniautojen vertailua bensiiniin ja dieseliin. Tässä tutkimuksessa keskitytään vertailemaan vaihtoehtoisia polttoaineita toisiinsa. Autojen hankintahinnoissa on käytetty vertailupohjana vastaavan bensiini- tai diesel-auton hankintahintaa kertoimella, eli vastaavan bensiiniauton hintakerroin on yksi. Käyttökustannuksia on vertailtu perustuen eri vaihtoehtoisten polttoaineiden tiedettyihin hintoihin muunnettuna hinnaksi 100 kilometriä kohden, sekä vedyn osalta nyt saatuun hintaan 10 eur/kg.

Vertailtavat vaihtoehtoiset polttoaineet ovat metaani, vety, etanoli ja sähkö, sähköhybridi sekä ladattava sähköhybridi. Biodieselöljyt ovat hinnaltaan samaa luokkaa kuin dieselöljy, joten niitä voidaan vertailla samoilla luvuilla kuin dieselautoja

Vertailupohjaksi valitut autot ovat keskikokoisia ja hintaisia, sekä automerkkejä joilla on useita eri polttoainevaihtoehtoja valikoimissaan. Autot on lueteltu käyttövoiman mukaan pienimmästä suurimpaan/ käyttövoima. Auton hankintahinnan vertailuna on käytetty vastaavaa bensiiniautoa. Hankintahinnat ovat verollisia, siis erilainen verokohtelu on sisällytetty hankintahintaan. Otanta on suppea, mutta valikoiman laajentaminen ei tuo lisäarvoa sillä valintaa tehtäessä vaikuttavat käyttöön liittyvät varustelutaso ja muut erityisominaisuudet niin paljon auton hintaan, että vertailumahdollisuutta ei ole. Vertailuautoja valitessa on otettu huomioon kokoluokka ja käytetty perushintoja edullisimmillaan. Tällöin saman mallin hintaerot polttoainelaadun perusteella tulevat paremmin todennetuiksi [4].

Vertailussa käytetyt polttoainekustannukset ovat tämänhetkiset (6/2016) keskimääräiset kustannukset Eli bensiinin hinta 1,40 eur/litra Dieselin 1,18 eur/litra, maakaasun 1,25 eur/kg (ekvivalenttihilintana 0,80 eur/litra) Re-85 bensiininkulutusvertailuhinta 0,92 eur/litra. Sähkön hinnassa on käytetty keskimääräisiä hintoja, koska hinta vaihtelee kotilatauksen ja matkalatauksen välillä varsin paljon. Esimerkiksi kotilatauksen hinta voi olla sähkösopimuksesta riippuen, alle 2 euroa ajettua 100 km kohti ja matkalatauksessa yli 3 euroa. Sähköauton ympäristöystävällisyys syntyy vasta ympäristöystävällisestä sähköstä, mutta tällöin tarvitaan myös sähkösopimus joka perustuu

esimerkiksi tuuli – tai aurinkosähköön. Ympäristöystävällinen sähkö on hieman kalliimpaa kuin sähköyhtiöiden ilmoittamat keskimääräiset sähkön hinnat.

On myös hyvä ottaa huomioon, että käyttötesteissä esimerkiksi sähköautoissa toimintamatka yleensä jää reilusti pienemmäksi kuin tehtaan ilmoittama lukema. Auton valmistajat ovat tehneet testinsä ihanneolosuhteissa ja pyrkivät mahdollisimman suuriin lukemiin. Ei ole tarvetta epäillä testien luotettavuutta, mutta huomioon tulee ottaa olosuhteet. Talviaika esimerkiksi lyhentää toimintasädetä merkittävästi. Vertailussa on käytetty toimittajien antamia tietoja. Myös hybridien polttoaineen kulutuksessa tulee isoa eroa riippuen ajotavasta. Kaupungin lähiliikenteessä mennään sähköllä, mutta matka-ajossa hybridi muuttuu normaaliksi bensiinikäyttöiseksi autoksi. Autonvalmistajien lukuja on epäilty juuri tästä syystä.

4.1 Metaaniautot

Metaani/bensiiniautot ovat kustannuslaskelmien ja päästöjenkin osalta vaihtoehtoista merkittävin tällä hetkellä. Autojen hinnat ovat tulleet samalle tasolle kuin vastaavat bensiinimallit, mutta käyttökustannukset ovat öljyn hinnan laskusta huolimatta edelleen vain noin 50 % bensiinin hinnasta. Metaanin jakeluverkko tulee laajenemaan lähivuosina Gasumin toimesta, sekä jakeludirektiivi velvoittaa ottamaan myös metaanin mukaan jakeluun joten metaanin käyttö helpottuu tulevaisuudessa. Jos halutaan joustavaa tankkausta (metaani/bensiini) ja hyvin edullista käyttökustannusta valinta on metaani.

4.2 Etanoliautot

Etanolin käyttö tuli voimakkaasti mukaan autojen polttoaineeksi 2010-luvun alussa ja mielenkiinnolla tehtiin laskelmia, sekä koeajettiin malleja. Etanoliautoissa ilmeni ongelmia etenkin talvikäytössä ja niitä ratkottiin käyttämällä tankissa enemmän bensiiniä. Muutoksastukset ovat sittemmin halventuneet huomattavasti ja muutos paketteja saa vanhoihin autoihin varsin edullisesti. Jotkut autonvalmistajat ovat luopuneet flexifuel-autojen valmistuksesta mm Volvo, Audi, ja Dacia. Ford lopetti valmistuksen ongelmien vuoksi, mutta palasi markkinoille uusitulla hyvin vähäpäästöisellä Ford Focusella. Etanoliautojen päästöt olivat pienemmät johtuen laskentavoista ja pienestä bensiinin osuudesta. Valitettavasti etanolia kuluu tankista noin 30 % enemmän kuin bensiiniä ja tämä syö kannattavuutta. Jos lasketaan kulutuksen mukainen hintaero bensiiniin, saadaan tällä hetkellä etanolin eduksi hintaeroa noin 20 senttiä litralta. 20 000 kilometrin ajo-suoritteella säästöä syntyy bensiinin kulutuksen mukaan laskettuna noin 200 euroa. Etanoliautot eivät ole suhteellisesti kalliimpia kuin tavalliset bensaversiot eikä niillä ole käyttövoimaveroa, joten tuo hintaero on suoraa säästöä. Metaaniin verrattuna säästö on selkeästi pienempi ja laskennallinen päästötaso korkeampi. Tankkausverkosto on vielä rajallinen, joten etanoliautoilija joutuu etsimään asemia samoin kuin metaaniautoilijakin.

4.3 Täyssähköautot

Ensimmäisen sukupolven täyssähköautot ovat tulleet markkinoille monen autonvalmistajan voimin. Täyssähköautot ovat käyttökustannuksiltaan edullisimmat noin 2,0 euroa / 100 km kulutuksellaan. Rajoituksina niissä laajemmalle käytölle on pieni toimintasäde korkea hinta ja latausverkoston puutteet. Latausverkoston tulisi kuitenkin laajeta vuoden 2017 aikana EU-direktiivin implementoinnin yhteydessä. Sähköautot ovat tulevaisuutta. Jos akkuteknologia kehittyy, niin kuin odotetaan eli ne halpenevat ja latauskyky sekä kestävyys paranevat, niin autojen käyttö varmasti lisääntyy. Tämä edellyttää myös autojen hankintahinnan putoamista.

4.4 Hybridiautot

Monet automerkit ovat alkaneet valmistaa hybridiautoja, eli useampimoottorisia ajoneuvoja, joissa tavallisesti on bensiini – tai Diesel-moottori ja sähkömoottori. Hybridiautoilla on vielä hintaeroa noin 1,4 kertaisesti tavalliseen malliin verrattuna. Lisäksi ongelmana on suhteellisen pieni kilometrimäärä (50 km yksinomaan sähköllä), jonka yhdellä latauksella pääsee. Pidemmät päivittäiset ajosuoritteet tarkoittavat fossiilisen polttoaineen käyttöä. Merkittävä osa auton korkeasta hinnasta muodostuu akuista ja pitkälle kehitetystä automaatiotekniikasta, tämä voi nostaa huoltokustannuksia autoja pidempään käytettäessä. Ympäristövaikutusten osalta esimerkiksi blug-in hybridiautoilijan tulisi voida vaikuttaa lataussähkön alkuperään, koska ympäristöhyöty menetetään, jos sähkö valmistetaan fossiililla polttoaineilla. Tuulivoimalla tuotettu sähkö antaisi täyden ympäristöhyödyn elinkaariajattelun mukaisesti. Hybridiauton käytössä säästöä syntyy huomattavasti pienemmästä kulutuksesta verrattuna mono-fuel-polttomoottoriin. Ladattavat hybridit ovat pystyneet vähentämään bensiinin kulutusta entisestään, mutta tämä edellyttää kuljettajalta vaivannäköä.

5 LASKELMAT

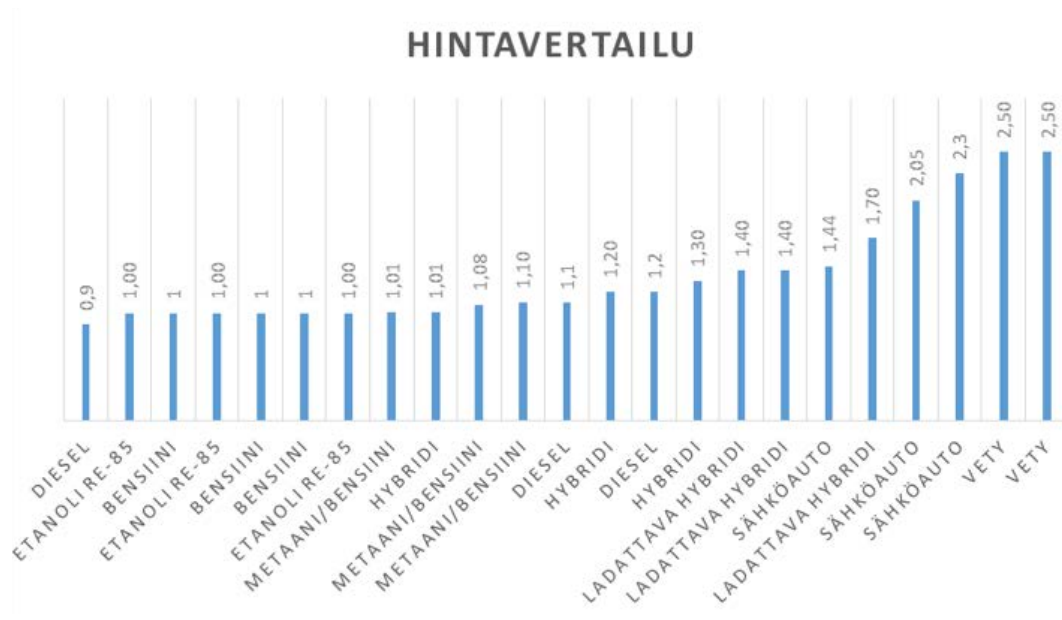
Seuraavat tilastot on tehty edellä mainituista vertailuautojen valintaperusteista, ja poimittu eri tekijät vertailupohjaksi. Autojen valmistajat ja tyyppimerkit on mainittu, mutta vertailussa ne ovat mukana niissä käytettävän polttoaineen perusteella, joten autoja samalla polttoaineella ei yksilöidä keskinäiseen vertailuun. Autojen koko vaikuttaa sekä päästömääriin ja kustannuksiin, joten esimerkiksi pienemmän kokoluokan auto voi olla vähäpäästöinen, mutta suuremmassa luokassa mennään jo hyvinkin suuriin päästömääriin.

Vertailtavat automerkit:

Merkki ja malli	Käyttövoima	Merkki ja malli	Käyttövoima
Seat Mii 1,0	Bensiini	VW Golf GTE	Ladattava hybridi
Skoda Octavia	Bensiini	Toyota Prius 1,8 e-CVT	Ladattava hybridi
VW Caddy 1,4 TSI	Bensiini	BMW 225xe AT	Ladattava hybridi
Mazda +3 2,2	Diesel	Skoda Octavia	Metaani/bensiini
VW Caddy 2,0 TDI	Diesel	Seat Mii Ecofuel	Metaani/bensiini
Dacia Duster dci	Diesel	VW Caddy	Metaani/bensiini
Ford Focus 1.6 E-Boost	Etanoli RE-85	Nissan e-NV200 van	Sähköauto
VW Allstar	Etanoli RE-85	Ford Focus Elec	Sähköauto
Dacia Duster 1,6	Etanoli RE-85	Nissan Leaf	Sähköauto
Toyota Prius	Hybridi	Hyundai Ix35	Vety
Toyota Auris	Hybridi	Toyota Mirai	Vety
Peugeot 508 RXH	Hybridi		

5.1 Hankintakustannus

Hintavertailu tehtiin vertaamalla eri ajoneuvoja vastaavaan kokoluokkaan ja perusvarusteiseen bensiiniautoon. Vertailussa tulee ottaa huomioon, että aivan vastaavia malleja ei ole aina löydettävissä joten hintaero on suuntaa antava. Vertailun helpottamiseksi käytettiin kerroinlukua eikä suoraa hintaa. Hintaluokaltaan etanolia ja metaania käyttävät ajoneuvot ovat hyvin lähellä vastaavien bensiiniautojen hintoja, myös jotkut hybridit ovat varsin lähellä samaa tasoa. Eroa syntyy verrattaessa uusia ladattavia hybridejä, sähköautoja ja vetyautoja joissa hintaero on jo selkeä. Vetyautot uutena tuotteena ovat vielä selkeästi kalleimpia.



Vertailutilasto:

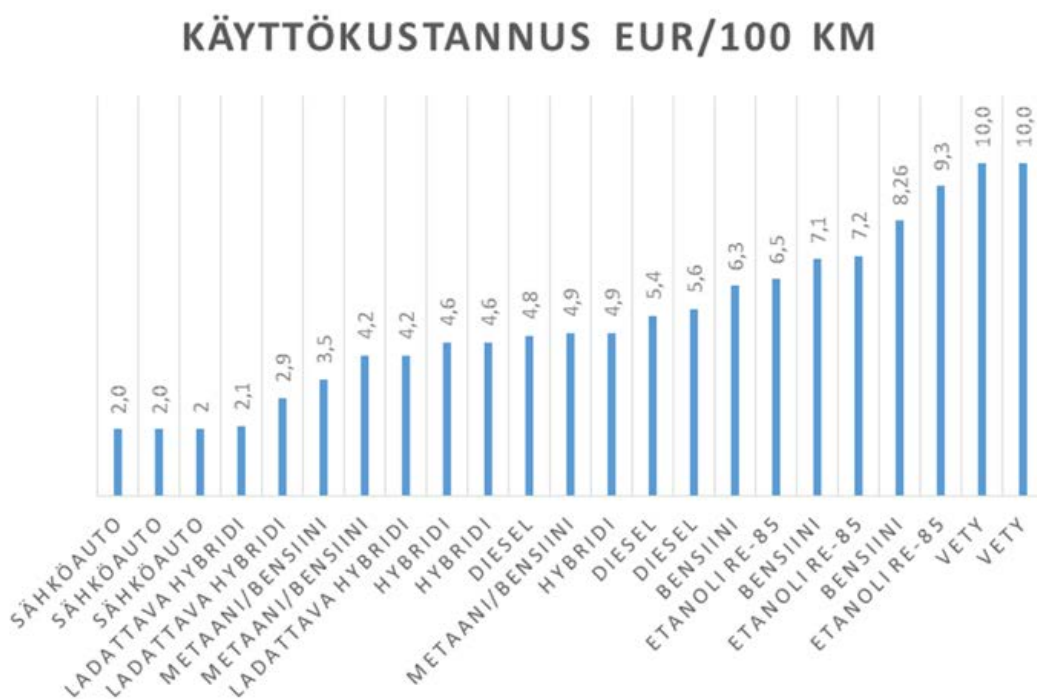
Autojen merkit ja tyypit

Paino	Malli	Polttoaine	Päästöt g/km	Hankinta-hinta kerroin	Käyttövoima vero/v	Käyttökustannus /100 km eur	Toimintasäde km	Rajoitukset
940	Seat Mii 1,0	Bensiini	100	1	0	6,3	600	
1255	Skoda Octavia	Bensiini	119	1	0	7,1	780	
1447	VW Caddy 1,4 TSI	Bensiini	135	1	0	8,26	760	
1519	VW Caddy 2,0 TDI	Diesel	120	0,9	321	5,4	940	
1910	Mazda +3 2,2	Diesel	107	1,1	402	4,8	1200	
1190	Dacia Duster dci	Diesel	130	1,2	241	5,6	800	
1333	Ford Focus 1,6 E-Boost	Etanoli RE-85	27	1	0	7,2	600	Tankkausverkosto
1770	VW Allstar	Etanoli RE-85	116	1	0	6,5	700	Tankkausverkosto
1160	Dacia Duster 1,6	Etanoli RE-85	160	1	0	9,3	600	Tankkausverkosto
1400	Toyota Prius	Hybridi	70	1,01	0	4,6	25+1175=1200	Matka-ajo bensiinillä
1465	Toyota Auris	Hybridi	81	1,2	0	4,9	25+1175=1200	Matka-ajo bensiinillä
1910	Peugeot 508 RXH	Hybridi	109	1,8	0	5,4	1200	Matka-ajo dieselillä
1599	VW Golf GTE	Ladattava hybridi	35	1,7	29	2,1	50+889=939	Matka-ajo bensiinillä
1450	Toyota Prius 1,8 e-CVT	Ladattava hybridi	49	1,4	27	2,9	2140	Matka-ajo bensiinillä
1735	BMW 225xe AT	Ladattava hybridi	49	1,5	33	2,8	1800	Matka-ajo bensiinillä
1394	Skoda Octavia	Metaani/bensiini	94	1,01	160	4,2	420+940=1360	0-päästö biokaasulla
1031	Seat Mii Ecofuel	Metaani/bensiini	79	1,08	125	4,2	380+220=600	0-päästö biokaasulla
1858	VW Caddy	Metaani/bensiini	112	1,1	215	4,9	650+200=850	0-päästö biokaasulla
2200	Nissan e-NV200 van	Sähköauto	0	1,44	120	2,0	170	Toimintasäde
1644	Ford Focus Elec	Sähköauto	0	2,1	93	2,0	162	Toimintasäde
1521	Nissan Leaf	Sähköauto	0	2,3	88	2,0	170	Toimintasäde
1921	Hyundai Ix35	Vety	0	2,5	ei määritelty	10,0	600	Tankkausverkosto
1850	Toyota Mirai	Vety	0	2,5	ei määritelty	10,0	600	Tankkausverkosto

5.2 Käyttökustannus

Käyttökustannusten laskentaan käytettiin tämänhetkisiä polttoaineiden hintoja ja autonvalmistajien ilmoittamia kulutuksia. Kuten aiemminkin todettu käytössä ilmoitettujen kulutusten ja oikean käyttökulutuksen välillä voi olla suuriakin eroja käyttötapaan perustuen. Kaaviossa on suora käyttökustannus 100 kilometriä kohden ilman muita maksuja. Käyttökustannuksissa selvästi edullisimmasta päästä löytyvät sähköautot seuraavana ovat ladattavat hybridit sekä metaaniautot. Dieselaivot pääsevät käyttökustannusten osalta hyvin lähelle hybridejä. Koska kaaviossa ei ole otettu huomioon käyttövoimaveron vaikutusta niin se vähäisemmällä vuotuisella ajosuoritteella nostaa dieselaivot käyttökustannusta. Käyttökustannukset ovat vetyautoilla selkeästi korkeimmat. Tämä selittyy paljolti sillä, että vetyautoja on vielä niin vähän ja markkinoilla olevan vedyn hintaa ei ole määritelty liikennekäyttöön.

Käyttökustannukset eri vaihtoehdoilla 100 km kohden:



5.3 Elinkaarikustannus

Monesti hankintoja tehtäessä otetaan huomioon elinkaarikustannus mikä tarkoittaa ajoneuvon koko käytön aikaista kustannusta. Tähän kustannukseen kuuluu hankintahinta, käyttökustannukset vuodessa sisältäen käyttövoimaveron, huolto- ja korjauskustannukset laskettuna käytetyille kilometreille ja arvioidulle käyttöajalle. Jälleenmyyntiarvo vaikuttaa suoraan elinkaarikustannukseen. Vaihtoehtoisia polttoaineita käyttävistä ajoneuvoista saadaan selville hankintahinnat, käyttökustannukset ja verot. Käytön vähäisyyden vuoksi on vaikeampaa määrittää huolto – ja korjauskustannusten määrä sekä vuosien päästä jälleenmyyntiarvoa. Uuden tekniikan riskit pit-

källä käyttäjällä eivät vielä ole tiedossa, mutta esimerkiksi sähköautojen osalta voidaan melko varmasti arvioida, että ne ovat huoltotarpeeltaan vähäisemmät kuin bensiiniautot ja myöskin hyvin kestäviä johtuen yksinkertaisesta tekniikasta. Metaaniautojen kestävyys ja huoltotarve on hyvin lähellä vastaavia bensiinimalleja. Hybridimallien huoltotarve saattaa olla samaa luokkaa kuin bensiiniautoilla tai suurempi johtuen lisääntyneestä tekniikasta ja kahden moottorin mallista. Etanolin käytössä talvella on ollut ongelmia ja huoltotarve on samaa luokkaa kuin bensiiniautoilla. Vetyautot ovat vielä arvoitus niin kestävyys kuin huoltotarpeensa osalta. Jotkut laskelmat osoittavat (VTT), että polttokennon kestävyys on samaa luokkaa kuin bensiinimoottorienkin, mutta autonvalmistajat antavat varsin lyhyen takuukilometrimäärän sekä laskevat leasing-sopimukseen jälleenmyyntiarvon nollassi.

6 YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET

Fossiilisten polttoaineiden ympäristövaikutukset alkavat olla hyvin selvillä ja työtä niiden vähentämiseksi myös fossiilisia polttoaineita käyttävillä ajoneuvoilla on tehty paljon. Kulutusta on saatu vähennettyä ja sitä kautta myös hiilidioksidipäästöjä. Fossiilisia polttoaineita käyttävät ajoneuvot ovat käyneet kilpailuun vaihtoehtoisten polttoaineiden kanssa. Joissain tapauksissa ne voivat olla hyvinkin kilpailukykyisiä päästöjen suhteen verrattuna joihinkin vaihtoehtoisin polttoaineisiin. Mutta useissa tapauksissa ne eivät kuitenkaan tuo lopullista ratkaisua päästöjen suhteen, sillä fossiililla polttoaineilla päästöt ovat aina olemassa verrattuna vetyyn ja sähköön sekä biokaasuun ja jätteistä tehtyyn etanoliin. Haluttaessa mahdollisimman pientä päästömäärää ajoneuvoilla joissa on osittain käytössä myös fossiilinen polttoaine, vaatii se aina käyttäjältä tietynlaista käyttötappaa koska ”vääränlaisella” käytöllä päästöt ovat samaa luokkaa kuin vastaavilla täysbensiini autoilla. Täysi päästöttömyys on mahdollista saavuttaa vain ajoneuvoilla joissa ei ole lainkaan fossiilisen polttoaineen käyttömahdollisuutta. Päästöjen osalta tilastossa on käytetty ympäristöystävällisintä vaihtoehtoa. Metaani oletetaan biokaasuksi sähköauton sähkö tuuli- tai aurinkoenergiaksi sekä etanolijätteistä tehdyksi. Myöskään RE-85 olevaa bensiinin osuutta ei ole laskettu tilastoon. Näiden ajoneuvojen kokonaispäästömäärät riippuvat täysin käyttötavasta. Tilastossa on käytetty autonvalmistajan omaa ilmoitusta päästön suuruudesta, ei siis mitattuja tietoja.

6.1 CO₂-päästöt

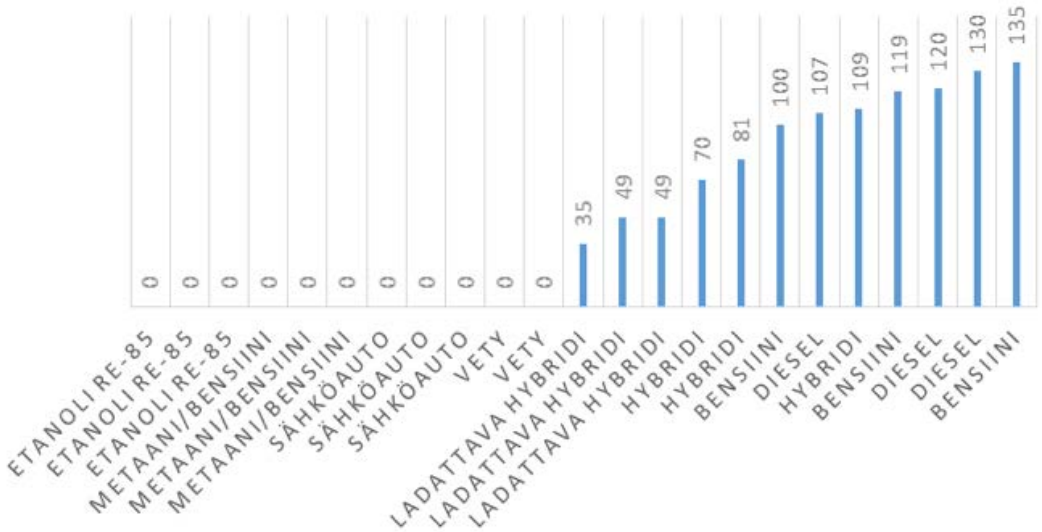
CO₂-päästöt ovat merkittävin seurattava päästölähde. Ajoneuvojen valmistajat ovat joutuneet ottamaan päästöjen vähentämiseen vakavasti tuotannossaan. Vähäpäästöisyydestä on tullut kilpailukeino ja siihen pyritään kaikin mahdollisin tavoin, jopa joskus huijaten niin kuin lähimenneisyydessä on nähty. Myös valtiot ovat ottaneet vähäpäästöisyyden liikenteessä agendalleen muun muassa säättämällä autoveroa päästöjen mukaan.

Seuraavassa kaaviossa on oletettu sähkö ympäristöystävällisesti valmistetuksi, ja metaani biokaasuksi, sekä etanoli jäteperäiseksi jolloin päästöt ovat niiden osalta nolla. Muut polttoaineet kilpailevat päästöjen vähäisyyden suhteen, mutta päästöjä kuitenkin syntyy. Ladattavat hybridit ja

hybridit ovat varsin matalapäästöisiä mutta niissä tulee ottaa huomioon auton käyttötapa. Bensiini ja Diesel kilpailevat keskenään hyvin tasapäisesti.

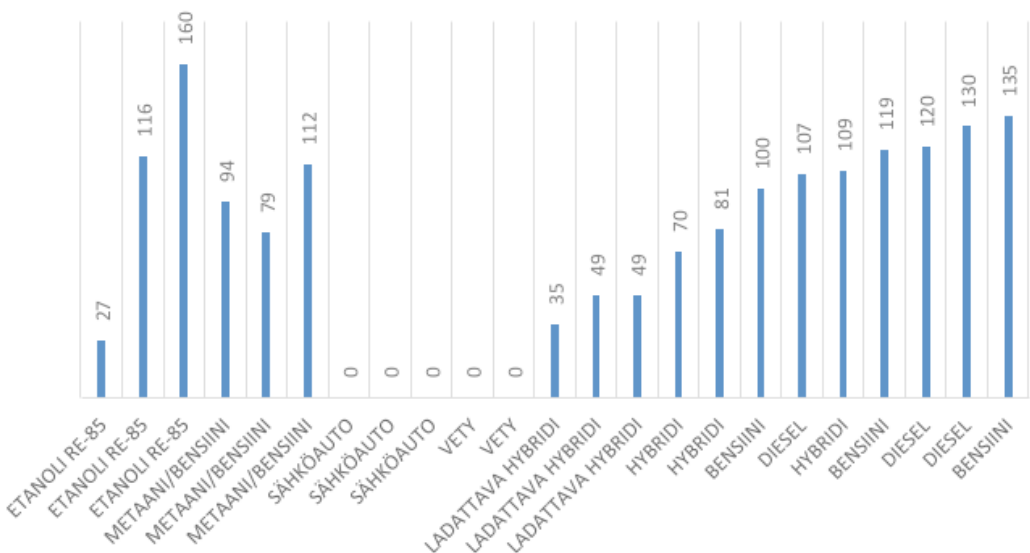
Kun katsotaan autojenvalmistajien tilastoja päästään keskimääriin seuraaviin tasoihin. Ladattavat hybridit ovat keskimäärin tasolla 34–70 g / 100 km, hybridit 70–80 g / 100 km, metaaniautot ovat samaa luokkaa, bensiini ja Diesel 100–140 g / 100 km. Etanoliautojen hajonta on suuri 30–160 g / 100km.

CO2-PÄÄSTÖT G/100 KM



Alla olevassa kaaviossa CO₂ – päästötaulukko on lisätty laskennalliset metaanin ja etanolin päästötasot jolloin nähdään, että suuri osa ympäristöhyötyä menetetään käytettäessä ”vääränlaista” polttoainetta:

CO2-PÄÄSTÖT G/100 KM



6.2 Hiukkaspäästöt

Hiukkaspäästöt on syytä mainita erikseen, koska ne ovat nousseet keskusteluun terveysvaikutusten osalta etenkin suurkaupunkien liikenteessä. On todettu, että hiukkaspäästöjä aiheuttavat eniten Diesel-moottorit ja niiden on todettu olevan terveysvaikutuksiltaan merkittäviä. Tämän vuoksi monet suurkaupungit tulevat kieltämään diesel-moottoristen autojen käytön kaupungin alueella. Diesel-käyttöinen tavaraliikenne aiheuttaa arviolta puolet liikenteen pienhiukkaspäästöistä; henkilöautojen osuus on vajaa viidennes. Ranskassa aiotaan kieltää diesel-autoilu mm. Pariisissa vuoden 2020 jälkeen, myös Oslo aikoo kieltää Diesel-autot[5].

Tulevaisuudessa tämän kaltainen kehitys pakottaa ajoneuvojen valmistajat kehittämään moottoriratkaisuja täysin uusiksi. Nyt on vain pienennetty fossiilisen kulutusta/ajoneuvo. Tulevaisuudessa on pakko ottaa laajemmin käyttöön myös kokonaan erilaisia ratkaisuja.

7 TEKNOLOGIOIDEN KEHITYSNÄKYMÄT

Maailmalla ja myöskin Suomessa on meneillään paljon kehityshankkeita joilla haetaan uusiutuvien energialähteiden käytölle kustannustehokkaita tapoja. Kehityksestä muodostunut kokonaiskuva antaa hyvin kattavan vaikutelman. Kaikki ”vanhat” teknologiat on kaivettu esiin ja niitä parannetaan, sekä haetaan niille uusia käyttötapoja. Esimerkiksi vety ja vedyn käyttö polttoaineena on hyvin vanha keksintö. Toisena esimerkkinä synteettiset nestemäiset polttoaineet joita on ollut suuremmassa mitassa jo toisen maailmansodan aikana Saksassa. Kehitystyö suuntautuu sähkön ympäristöystävälliseen valmistukseen ja varastointiin sellaisessa muodossa että se voidaan ottaa esimerkiksi liikennekäyttöön. Sähköautot eivät kuitenkaan ole vielä kehittyneet tarpeeksi jotta yksinomaan sähköllä voitaisiin korvata nykyinen liikenne. Välimuoto on hybridiajoneuvot joilla kehitystyö keskittyy taloudellisuuteen. Kilpailussa fossiilisten polttoaineiden kanssa taikasanat ovat kustannustehokkuus ja kestävyyskriteerit. Ensin pitää osoittaa ympäristöystävällisyys, sitten kustannustehokkuus elinkaarilaskelmilla, vasta sen jälkeen voidaan aloittaa tehokas markkinointi.

7.1 Uusien teknologioiden markkinointi

Markkinointi on varmasti suurin haaste uuden teknologian käyttöönotolle laajemmassa mitassa. Olemassa olevaan infrastruktuuriin tarjotaan vaihtoehtoa joka ei välttämättä tarjoa asiakkaalle kuin saman tasoisen palvelun kuin nyt, usein vielä vähän heikomman ja kalliimman. Asiakas joutuu näkemään vaivaa teknologian käytöstä ja se sisältää epävarmuustekijöitä. Tällöin tulee olla painavat perusteet uuden teknologian käytölle. Eri maissa ja eri maanosissa perusteet voivat olla hyvin erilaiset. Suomessa asiaa voidaan edistää direktiivein ja verohelpoituksin jolloin kustannuskuormaa vähennetään. Kiinan Pekingissä riittää kun kävelee kadulla, niin ymmärtää vaihtoehtojen tarpeen.

8 MITEN TEHDÄ OIKEA VALINTA?

Monien mallien ja vaihtoehtojen joukosta voi olla vaikea tehdä valintaa eri polttoaineita käyttävien ajoneuvojen välillä. Tähän on määritelty muutama perusasia joita voi käyttää apuna valintaa tehtäessä. Valintaan vaikuttavat ajoneuvojen käyttötapa, niiden ympäristöystävällisyyden merkitys, elinkaarikustannus ja toimintavarmuus, sekä muut käyttöön liittyvät ominaisuudet.

Ajoneuvojen käyttäjien asenne ja valmius ottaa käyttöön vaihtoehtoisia tekniikoita ovat ratkaisevia. Koska on totuttu helppoon fossiilisten polttoaineiden käyttöön, siirtyminen siitä toisenlaiseen perehtymistä vaativaan käyttöön, voi olla este koko käytölle. Sitten kun ympäristön paine on riittävän suuri, mahdollistaa se laajemman käytön.

8.1 Ajoneuvon käyttötapa

Onko käyttö paikallista ja lyhyillä etäisyyksillä noin 50 km säteellä tapahtuvaa? Onko päivän mittaan pysähdysaikoja välillä 20–120 min? Tällöin kyseeseen voi tulla **täyssähköauto**.

Täyssähköauto on hinnaltaan kalliimpi kuin vastaavat bensiinimallit, mutta käytössä se on erittäin huokea ja huoltotarve on pieni. Keskimääräisesti arvioidun käyttökustannuksen mukaan 20 000 kilometrin vuotuisella ajosuoritteella voi käyttökustannuksissa säästää lähes tuhat euroa vuodessa verrattuna bensiiniautoon.

Onko käyttö yleensä muutamien satojen kilometrien päiväsuoritteella tai alle ja kaupunkien läheisyydessä? Toisinaan on myös matka-ajoa. Tällöin kyseeseen voi tulla **Metaani/bensiini auto**.

Metaanin tankkauspaikat ovat suhteellisen lähellä, mutta bensiiniajolla voidaan liikkua vapaasti pitkiäkin matkoja. Kustannussäästöä saavutetaan merkittävästi metaanin käytöllä ja päästöttömyys saavutetaan biokaasun käytöllä. Ajoneuvojen hankintahinta ei ole suurempi kuin vastaavien bensiini ja Diesel-mallien. **Metaani/bensiiniautot** ovat paras vaihtoehto silloin kun halutaan sekä ympäristöystävällinen että kustannustehokas ajoneuvo.

Onko käyttö lyhyttä kaupunkiajtoa ja vain harvoin matka-ajoa? Käytössä ei haluta selvittää ja sitoutua tiettyihin tankkausasemiin vaan tankkaus on satunnaista paikasta riippumatonta? Voidaanko akustoa ladata päivittäin yhdestä tai kahdesta latauspisteestä? Tällöin kyseeseen voi tulla **ladattava hybridauto**.

Ladattavalla hybridautolla päästään alhaiseen kulutukseen ja nollapäästöihin kaupunkiliikenteessä, sillä edellytyksessä, että ladattava sähkö on valmistettu ympäristöystävällisesti.

Hybridautolla on samantapaiset ominaisuudet kuin ladattavalla hybridillä mutta sen käyttökustannukset ja päästöt ovat suuremmat riippuen paljon käyttötavasta. Matka-ajossa kustannukset ja päästöt ovat samaa tasoa kuin bensiiniautolla. Hybridauto on vapaa käyttövoimaverosta mikä tarkoittaa verrattuna ladattavaan hybridiin noin 30 euron säästöä vuosittain. Molemmilla hybridautoilla on vähintään samat huoltokustannukset kuin bensiiniautoilla. Lisääntyneet tekniikan myötä kustannukset voivat olla myös suuremmat.

8.2 Ympäristöystävällisyys

Halutaanko päästötöntä liikennettä kustannustekijöistä huolimatta? Pystytäänkö näkemään vaivaa autojen käytön yhteydessä, ja käyttötavoilla jotta päästöttömyyteen päästään? Tällöin kyseeseen voi tulla **vetyauto**.

Vetyauto on täysin päästötön ja voi tulevaisuudessa olla merkittävä tekijä liikenteen puhtaaksi saattamisessa. Vedyn tankkausasemaverkoston laajetessa ja autojen markkinoille tulon yhteydessä voidaan vetyautot ottaa käyttöön yhtenä ympäristöystävällisenä vaihtoehtona.

Pienellä vaivannäöllä päästöttömyys saavutetaan myös **metaani ja etanoliautoilla**.

8.3 Käyttö – ja hankintakustannukset

Halutaanko ajoneuvo joka on edullinen ostaa ja käyttää, mutta silti ympäristöystävällinen? Tällöin kyseeseen voi tulla Metaani/bensiiniauto

Metaani/bensiiniauto on yhtä edullinen hankkia kuin bensiiniauto. Päästöt ovat biokaasulla nolla ja käyttökustannukset noin 50 % vastaavista bensamalleista. Rajoitteena vain tietyt tankkaus-pisteet joihin on tulossa ensi vuonna muutos jolloin metaanin tankkaus on mahdollista myös valtateiden varsilla.

9 YHTEYSHENKILÖLUETTELO

Alla olevassa luettelossa on mainittu haastatellut henkilöt jotka ovat olleet mukana liittyen tähän kaasurenessansi – hankkeen osa-alueeseen.

Yritys	Nimi	Työ	Asiahyteys
Woikoski Oy	Kalevi Korjala	Toimitusjohtaja	Kaasun toimittaja
Woikoski Oy	Aki Hämäläinen	Tuoteryhmäpäällikkö	Kaasun toimittaja
Woikoski Oy	Arto Brofelt	Tuotepäällikkö	Kaasun toimittaja
Woikoski Oy	Jussi Rissanen	Myyntijohtaja	Kaasun toimittaja
Toyota material handl	Jani Kola	Myyntineuvottelija	Ajoneuvotoimittaja
Toyota material handl	Jukka Heinonen	Myyntijohtaja	Ajoneuvotoimittaja
Toyota material handl	Janne Huttunen	Product Manager	Ajoneuvotoimittaja
Hyundai	Asko Kettunen	Tuotepäällikkö	Ajoneuvotoimittaja
Scania	Ville Nevalainen	Tekninen tuki	Ajoneuvotoimittaja
VTT	Pasi Vainikka	Principal Investigator	Tutkimus
Tamk	Jukka Pellinen	Projektipäällikkö	Tutkimus
Itä-Suomen yliopisto	Ari Lampinen	Professori	Tutkimus

LÄHTEET JA KIRJALLISUUS

1. Trafi: 1. (18.11.2015) http://www.trafi.fi/tietopalvelut/analyysitoiminta/indikaattorit/ymparistoindikaattorit/liikenteen_vaihtoehtoiset_kayttovoimat
2. Motiva: 2. (18.11.2015) http://www.motiva.fi/taustatietoa/ohjauskeinot/direktiivit/uusiutuvan_energian_direktiivi_%28res-direktiivi%29
3. infrastruktuuridirektiivi (2014/94/EU) (Viitattu 29.6.2016), <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/?uri=CELEX%3A32014L0094>
4. Autojen hintavertailu: http://www.nissan.fi/etc/medialib/nissaneu/_FI_fi/_Other_pdf/_pricelists.Par.2598.File.dat/LEAF_Asiakashinnasto__01-01-16_0628.pdf
5. Liikenteen hiukkaspäästöt (viitattu 28.6.2016) <http://www.hiukkastieto.fi/en/node/199>

Kymenlaakson ammattikorkeakoulun julkaisuja

B-sarja | Tutkimukset ja raportit

- B 1 Markku Huhtinen & al.:
Laivadieselien päästöjen vähentäminen olemassa olevissa laivoissa [1997].
- B 2 Ulla Pietilä, Markku Puustelli:
An Empirical 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 Siekinen:
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 Hillka Dufva, Mervi Luhtanen, Johanna Hasu:
Kyminlaakson väestön hyvinvoinnin tila, selvitys Kyminlaakson 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 Kyminlaakson ammattikorkeakoulun kestävän kehityksen ohjelmaksi [2003].
- B 14 Hillka 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:
Kyminlaakson 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 Pauku:
Kaakkois-Suomen satamasidonnaisten gritysten 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 Zashchev, 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 terveystilanne 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 käytännöt Kymenlaakson alueen logistiikkayrityksissä [2010].
- B 60 Anni Mättö:
Kylälaisten metsävarojen käyttö ja suhtautuminen metsien häviämiseen Mzuzun alueella Malawissa [2010].
- B 61 Hilka 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 Paajanen, 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 – lajukset 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 työpaketit 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 työelämälaheisyyteen [2013].
- B 90 Minna Söderqvist:
Asiakaskesteistä kansainvälistymistä Kymenlaakson ammattikorkeakoulun yritys yhteistyössä [2013].
- B 91 Sari Engelhardt, Marja-Leena Salenius, Juhani Pekkola:
Hyvän tuulen palvelu. Kotkan terveystieteiden edistäjänä – Kotkan terveystieteiden tutkimuskeskuksen 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 osallisuus 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 Yritys yhteistyönä käytännössä: logistiikan opiskelijoiden ”24 tunnin ponnistus”[2013].
- B 96 Markku Nikkanen:
Notes & Tones on Aspects of Aesthetics in Studying Harmony and Disharmony: A Dialectical Examination [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 tuloksiin [2013].
- B 99 Jouni-Juhani Häkkinen, Svenja Baer, Hanna Ricklefs:
Economic comparison of three NOx 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 torrefointiin. Biotuli-hankkeen tutkimusraportti 2013 [2013].
- B 103 Saara Eskola:
Biotuli-hanke. Puupohjaiset antibakteeriset tuotteet infektioiden torjunnassa [2013].
- B 104 Hilkkä 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 torrefointiin. BIOTULI-hankkeen tutkimusraportti 2013 [2013].
- B 109 Tiina Kirvesniemi:
Ammattikorkeakouluopintoihin valmentava koulutus maahanmuuttajille – kokemuksia Kymenlaaksossa [2013].
- B 110 Jari Hyyryläinen, 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].
- B 114 Anni Anttila, Riina Mylläri:
Vertailu tuulivoimapaiston meri- ja maantiekuljetuksesta – Renewtech-projekti [2014].
- B 115 Tuomo Pimiä (ed.):
Organic waste streams in energy and biofuel production [2014].
- B 116 Kati Raikunen, Mikko Mylläri:
Merituulivoimaloiden logistiikka- ja markkinaselvitys Itämerellä [2014].
- B 117 Seija Aalto, Tuija Vääntinen (ed.):
Research Publication 2014 [2014].
- B 118 Anna Närhi, Marjo Parkkonen:
AVH-potilaan hoidon viiveet Pohjois-Kymen sairaalassa [2014].
- B 119 Mikko Mylläri:
Tuulivoimalan satamalogistiikan ratkaisuehdotus [2014].
- B 120 Kari Stenman:
Big thinking for small businesses. Small Business Act. Interviews in the Baltic countries [2014].
- B 121 Mervi Nurminen:
Kymenlaakson logistiikan kehitysohjelma. NELI 2007–2013 [2014].
- B 122 Kari Stenman, Juhani Talvela:
Julkisen sektorin auttajaorganisaatioiden rooli pk-yritysten kehittämisessä. Boat-hanke. [2014].
- B 123 Marja Metso (toim.):
Yhteiskuntavastuuraportti 2013 [2014].
- B 124 Jouni-Juhani Häkkinen, Kari Stenman, Amanda Taka-aho (toim.):
Innovaatiotukiprosessin kehitys Kymenlaakson ammattikorkeakoulussa [2014].

- B 125 Justiina Halonen:
TalviSökö. Kirjallisuuskatsaus alusöljyvahingon rantatorjunnasta talviolosuhteissa [2014].
- B 126 Soili Lehto-Kylmänen:
Korkea-asteen koulutus Venäjän federaatiossa – 20 vuotta muutosta [2014].
- B 127 Patrik Ikkäläinen:
Olen tullut vähän rohkeammaksi. Talous ja sosiaalinen pääoma Kotkan Nuorisoteatterissa [2014].
- B 128 Valdemar Kallunki, Pekka Malvela (toim.):
Sidos 2014 – Hyvinvointi- ja liiketoimintapalvelut, uudistuvaa elinvoimaisuutta [2014].
- B 129 Osku Kiri, Talvikki Huovi, Pekka Malvela (toim.):
Learning Garden. Pedagogisia kukintoja LCCE@-mallin reunamilla [2014].
- B 130 Heidi Gäsman:
Kymenlaakson ammattikorkeakoulun opiskelijoiden nukkuminen ja unen vaikutukset opiskeluun [2014].
- B 131 Hannu Sarvelainen, Marko Saxell, Arja Sinkko, Mikko Suikkanen, Erja Tuliniemi:
Energiätehokkuuden kehittäminen energiakatselmuksella – Step to Ecosupport -hanke 2013–2014 [2014].
- B 132 Kari Kokkonen, Pekka Malvela (toim.):
Developing Tourism via Finnish – Russian Cross-Border Cooperation: Case studies conducted by Finnish Universities of Applied Sciences [2014].
- B 133 Harri Ala-Uotila, Tarja Brola, Nina Hartikainen, Pasi Jaskari, Ilpo Salmela, Ilkka Virolainen:
Uutta elinvoimaa. Yritysvallennuksen opas. [2014].
- B 134 Anne Fransas, Emmi Rantavuo:
Uudistuneen jätelain vaikutukset HaminaKotkan Satamassa toimiviin PK-yrityksiin [2014].
- B 135 Anna Eskola, Pekka Malvela, Juhani Talvela (toim.):
KymiLabs [2014].
- B 136 Arto Ahlberg:
Tehola – Kullasvaaran Yrityspuistohanke. TEKU -projektin 2. vaihe, Teholan yritysverkoston toiminnan kehittäminen [2015].
- B 137 Aleksi Sallinen:
Vastaanottoprosessin kehittäminen. Case: Tools Finland Oy [2015].
- B 138 Kari Stenman & Juhani Talvela:
Energian tulevaisuus. Elinvoimainen Kaakkois-Suomi 2050 [2015].
- B 139 Päivi Okuogume:
EK-ARTU-hankkeen loppuraportti. Etelä-Kymenlaakson kuntien turvallisuussuunnitelman laatimisprosessi, turvallisuustyön arviointia ja kehittämisohdotuksia tulevaisuuteen [2015].
- B 140 Markku Huhtinen, Anne Jääsmaa, Pekka Malvela (eds.):
Research, Development and Innovation Activities at Kymenlaakso University of Applied Sciences [2015].
- B 141 Sari Ranta:
Koskenrinteen ergonomia. Siirtoergonomia hoitohenkilöstön tuki- ja liikuntaelinsairauksien vähentämisessä ja työolojen parantamisessa Palvelutaloyhdistys Koskenrinne ry:ssä [2015].

- B 142 Marja Metso (toim.):
Yhteiskuntavastuuraportti 2014 [2015].
- B 143 Marja Metso (ed.):
Annual Responsibility Report 2014 [2015].
- B 144 Satu Anttonen:
Hyvintointialan yrittäjyyden kehittäminen. Työohjeiden digitalisointi [2015].
- B 145 Sirpa Ala-Tommola (toim.):
Jatkuvasti kehittyvä ammattikorkeakoulu. Auditoinnit Kyamkin kehityksen tukena [2015].
- B 146 Tommy Ulmanen, Markus Petteri Laine:
Etelä-Kymerlaakson seudun älykäs erikoistuminen 2020. Esiselvitysraportti. [2015].
- B 147 Tomi Oravasaari, Juho-Matti Paavola, Jussi Nissilä:
Mahdollisuuksien meri – 23 suositusta Suomen meriklusterin osaamisen kehittämiseksi [2015].
- B 148 Päivi Mäenpää, Anneli Airola (toim.):
Sidos 2015 – Kurkistuksia Kymerlaakson ammattikorkeakoulun terveysalan ja työelämän kumppanuksiin [2015].
- B 149 Tommy Ulmanen, Markus Petteri Laine:
The Smart Specialisation of Southern Kymerlaakso 2020. A preliminary study report [2016].
- B 150 Juhani Pekkola, Olli Lehtonen:
The Motives for Having Children and the Consequences of the Changes in the Age Structure [2016].
- B 151 Juhani Pekkola:
Branding the Strengths of Maritime Business [2016].
- B 152 Juhani Pekkola, Sanna Haavisto
Infesto – Anti-infection policy [2016].
- B 153 Sirkka Komulainen
Games and Gamification. Discussions for and against their health benefits [2016].
- B 154 Tiivi Pukkila-Nupponen, Riitta Leviäkangas (toim.)
Yhteiskuntavastuuraportti 2015 [2016].
- B 155 Tiivi Pukkila-Nupponen, Riitta Leviäkangas (eds.)
Annual Responsibility Report 2015 [2016].

