

Opinnäytetyö (AMK / YAMK)

Auto- ja kuljetustekniikka

NAUTOS12

2016

Olli-Petteri Kärnä

BIOKAASUN KÄYTTÖMAHDOLLISUUDET YRITYKSEN TAI YHTEISÖN AJONEUVOKALUSTOSSA

– Case Turun kaupunki

OPINNÄYTETYÖ (AMK / YAMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Insinööri (AMK), Auto- ja kuljetustekniikka | Autotekniikka

Kesäkuu 2016 | Sivumäärä 34 + 1

Ohjaajat: Markku Ikonen, Panu Aho

Olli-Petteri Kärnä

BIOKAASUN KÄYTTÖMAHDOLLISUUDET YRITYKSEN TAI YHTEISÖN AJONEUVOKALUSTOSSA

- Case Turun kaupunki

Tässä opinnäytetyössä perehdytään biokaasun käyttömahdollisuuksiin yrityksen tai yhteisön autokalustossa. Biokaasun tankkaaminen on vuonna 2016 mahdollista nyt myös Varsinais-Suomessa, joten on syytä pohtia biokaasun käytön lisäämistä myös Varsinais-Suomessa.

Kohdeyhteisöksi valikoitui Turun kaupungin ajoneuvokanta eri yksiköineen. Tässä työssä perehdytään siihen, miten Turun kaupunki voisi edistää omalta osaltaan päästötavoitteisiin pääsemistä, ja näyttää esimerkkiä kansalaisille ympäristöystävällisemmällä autovalinnoilla.

Teoriaosassa käydään läpi ajoneuvon tekniikkaa, biokaasun käyttöä liikennepolttoaineena, biokaasun valmistusta, ympäristöaspekteja sekä kaasuautoilua maailmanlaajuisesti. Tulokset osiossa Turun kaupungin autot ovat yksikkökohtaisessa tarkastelussa ja ne on lajiteltu sen mukaan, kuinka soveltuvia ne olisivat korvattavaksi kaasuautolla.

Korvattavuuden soveltuvuutta tarkasteltaessa Turun kaupungilta pyydettiin tietoja autojen merkistä ja mallista, auton iästä, päivittäisestä ajosuoritteesta, CO₂-päästöistä, verotiedoista, ajoreiteistä, erikoisvarustelun tarpeesta jne. Kaikkia tietoja ei kuitenkaan saatu kaupungilta, joten soveltuvuutta arvioitaessa päädyttiin tutkimaan lähinnä autojen ikää ja CO₂-päästöjä.

Selvää potentiaalia autokaluston korvaamiseksi kaasuautoilla löytyy noin 40 %. Lisäksi noin 14 % autoista saattaisi varauksin soveltua korvattaviksi kaasuautoilla. Työssä on myös pohdittu konkreettisia mahdollisia jatkotoimenpiteitä autokohtaisesti ja esitetty kaksi skenaariota siitä, kuinka autokantaa voisi lähteä uudistamaan. Molemmista skenaarioista on tehty kustannuslaskelmat.

ASIASANAT:

Biokaasu, maantieliikenne, yritysauto, ajoneuvokalusto

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Automotive and Transportation Engineering | Automotive Engineering

June 2016 | 34 + 1 pages

Instructors: Markku Ikonen, Panu Aho

Olli-Petteri Kärnä

POTENTIAL OF BIOGAS USAGE IN ORGANISATIONAL VEHICLE FLEETS

- Case City of Turku

The main idea of this thesis is to get acquainted with usage potential of biogas in vehicle fleets of organisations and communities. In 2016 it is possible to have cars refueled with biogas in also Southwest Finland, so insertion in the usage of biogas should be considered in Southwest-Finland.

The vehicle fleet of the city of Turku was selected as the target application. This study focuses on how the city of Turku could for their part work toward lower traffic emissions and courage the city inhabitants to choose more environmentally friendly vehicles.

The theoretical section of the thesis deals with gas vehicle technology, biogas as a traffic fuel, manufacturing of biogas, environmental aspects and gas vehicles in the world. In the results section, vehicles of the city of Turku have been listed and evaluated department by department, how applicable they are to be replaced with gas vehicles.

When considering, how applicable each existing vehicle is to be replaced with a gas vehicle, information about vehicles was requested from the city of Turku. The requested information included vehicle brand and model, vehicle age, CO₂-emissions, annual taxes, usual driving routes, and if the vehicle should be specially equipped etc. All requested information was not received, so the cars were evaluated mostly by the age and annual taxes.

Comprehensively, the potential to replace existing vehicles with natural gas vehicles turned out to be about 40 %. Moreover, additional 14 % could possibly be replaceable. In this thesis, also concrete possibilities of vehicle replacement were considered vehicle by vehicle. In the thesis, two possible scenarios about how the vehicles should be replaced, were prepared. Also the costs were counted.

KEYWORDS:

Biogas, road traffic, company car, vehicle fleet

SISÄLTÖ

1 JOHDANTO	6
2 GASUM OY	7
3 BIOKAASU	9
3.1 Valmistaminen	9
3.2 Ympäristö- ja yhteiskuntavaikutukset	12
4 KAASUAUTOT	16
4.1 Tekniikka	16
4.2 Kaasuautot maailmalla	19
5 POLTTOAINEIDEN HINTAKEHITYS	20
6 TAVOITTEET JA MENETELMÄT	22
6.1 Työn tavoitteet	22
6.2 Käytetyt menetelmät	22
7 TULOKSET JA POHDINNAT	23
7.1 Valintaperusteet	23
7.2 Hankinta- ja Logistiikkakeskuksen autot	24
7.3 Työkeskuksen autot	25
7.4 Kiinteistöliikelaitoksen autot	25
7.5 Kulttuuritoimen autot	26
7.6 Hyvinvointitoimialan autot	26
7.7 Vesiliikelaitoksen autot	27
8 TULOSTEN ANALYSOINTI	29
8.1 Mahdolliset jatkotoimenpiteet	29
8.2 Varovainen uudistusskenaario	30
8.3 Vähemmän varovainen uudistusskenaario	30
8.4 Muut huomiot ja pohdinnat	31
9 YHTEENVETO	32
LÄHTEET	33

LIITTEET

Liite 1. Autojen uudistussuunnitelmien autot ja kustannuslaskelmat.

KUVAT

Kuva 1. LABION biokaasulaitos Lahdessa	8
Kuva 2. Anaerobisen hajoamisen yksinkertaistettu prosessikaavio.	10
Kuva 3. Pelkistetty biokaasun puhdistuskaavio.	11
Kuva 4. Liikennepolttoaineiden Well To Wheel hiilidioksidipäästöt.	13
Kuva 5 Volvo V70:n kaasujärjestelmä	17

TAULUKOT

Taulukko 1. Raakabiokaasun, biokaasun ja maakaasun koostumus (Torri 2012).	9
Taulukko 2. Hankinta- ja logistiikkakeskuksen autot.	24
Taulukko 3 Työkeskuksen autot	25
Taulukko 4. Kiinteistöliikelaitoksen autot	26
Taulukko 5. Kulttuuritoimen autot	26
Taulukko 6. Hyvinvointitoimialan autot	27
Taulukko 7. Vesiliikelaitoksen autot	28
Taulukko 8. Yksikkökohtaiset automäärät ja soveltuvuus kaasautokorvaukseen	29

1 JOHDANTO

Liikenne tuottaa Suomessa noin 20 % kasvihuonekaasupäästöistä. EU on asettanut kunnianhimoisia päästövähennystavoitteita, joihin myös Suomi on sitoutunut. Sen vuoksi niin yksityisautoilussa kuin ammattiliikenteessä tulisi suosia ympäristöystävällisempiä ratkaisuja hiilijalanjäljen pienentämiseksi. Liikennekäyttöön soveltuva biokaasu on yksi vaihtoehto pienemmän hiilijalanjäljen saavuttamiseksi.

Maailmalla, kuin myös Suomessa, on myös havahduttu siihen tosiseikkaan, että fossiiliset öljyvarannot saattavat riittää vain muutamiksi kymmeniksi vuosiksi, joten vaihtoehtoja öljylle on oikeasti alettava etsimään. On myös huomattava, että kun öljymäärä huonee, alkaa öljyn hinta nousta.

Biokaasua tuotetaan fossiilisia öljy- ja maakaasuvarantoja kuluttamatta. Raakaa biokaasua valmistetaan mm. biojätteistä, jäteveden lietteestä, lannasta ja heinäjätteestä. Lisäksi mm. Gasumin jalostama liikennebiokaasu on täysin kotimaista ja sille on myönnetty niin Joutsenmerkki kuin kotimainen Avainlippu-tunnus.

Tämän opinnäytetyön keskeinen idea on tutkia, kuinka yritys tai yhteisö voisi hyödyntää liikennekäyttöön soveltuvan biokaasun niin rahallisia kuin ympäristösäästöjä omassa ajoneuvokalustossaan. Myös syitä, miksi ympäristöystävällisempien biopolttoaineiden, johon biokaasukin lasketaan, käyttöä tulisi suosia.

Aiheeksi valikoitui tämä, sillä biopolttoaineet tulevat olemaan tulevaisuudessa yhä kasvavassa roolissa liikenteen polttoaineena öljyvarantojen huetessa. Biokaasun käyttö liikennepolttoaineena oli myös kiinnostava aihe perehtyä kunnolla asiaan. Kyseessä on jätteistä tuotettu polttoaine, joka on kaiken lisäksi kotimaista.

2 GASUM OY



Gasum Oy on vuonna 1994 perustettu suomalainen kaasualan yritys, joka tuo Suomeen maakaasua ja tuottaa itse jalostamalla biokaasua teollisuudelle, sähköntuotantoon, maa- ja meriliikenteeseen sekä kotitalouksille. Gasum Oy on 100-prosenttisesti valtio-omisteinen yritys. Suomen valtio osti joulukuussa 2015 Gazpromin 25 % osuuden itselleen (Gasum 2015).

Gasumin liikevaihto oli vuonna 2015 915 miljoonaa euroa. Sen palkkalistoilla työskentelee noin 300 työntekijää. (Gasum 2016a.) Toimitusjohtajana toimii Johanna Lamminen.

Biokaasu, jota yhtiö tuottaa, on Suomessa tuotettua ja jalostettua liikenteeseen soveltuvaa puhdasta polttoainetta. Sille on myönnetty niin pohjoismainen Joutsenmerkki, kuin suomalainen Avainlippu-tunnus. Sitä tuotetaan jäteraaka-aineista Kouvolan Mäkikylässä, Espoon Suomenojalla ja Lahden Kujalassa sijaitsevilla tuotantolaitoksilla.

Gasum on ostanut Biotehdas-ketjun toiminnan helmikuussa 2016. Gasum Biotehdas Oy rakentaa ja operoi biokaasulaitoksia. Sen tuotantolaitokset sijaitsevat Huittisissa, Kuopiossa, Oulussa ja Honkajoella. Maaliskuussa 2016 Biovakka Oy siirtyi osaksi Gasumin kaasuliiketoimintaa. Biokaasua ja lannoitukseen käytettäviä kierrätysravinteita tuottavat laitokset sijaitsevat Turussa ja Vehmaalla.

Lahden biokaasu- ja kompostointilaitos LABIO:n (kuva 1) biokaasun verkkoonsyöttökapasiteetti on 50 GWh vuodessa, ollen näin Suomen suurin biokaasun valmistaja. Espoon Suomenojan jätevedenpuhdistamon verkkoonsyöttökapasiteetti on 24 GWh vuodessa ja Kouvolan Mäkikylän biokaasulaitoksen 10 GWh vuodessa. Lahdessa biokaasua tuotetaan jäteveden lietteestä, haravointijätteestä sekä biojätteestä. Kouvolas- sa kaasu tuotetaan jätevedestä, alueelta kerätystä biojätteestä, sekä säilörehusta. Espoossa tuotanto tapahtuu pelkästä jätevedenpuhdistamon lietteestä. (Gasum 2016b.)



Kuva 1. LABION biokaasulaitos Lahdessa

Vuoden 2016 aikana Gasum Biotehdas Oy on rakentamassa Riihimäelle uutta jalostetun biokaasun tuotantolaitosta. Tuotantolaitos sijaitsee Ekokemin kiertotalouskylässä ja sen tuotantopotentiaali on 50 GWh/v. Tuleva tuotantolaitos kasvattaa Gasumin biokaasun vuosittaisen verkkoonsyöttökapasiteetin 130 GWh:iin. (Ekokem 2015.)

Gasum on sitoutunut edistämään kaasuautoilua. Sillä on Suomessa tällä hetkellä 18 kaasun tankkausasemaa. Ne sijaitsevat eteläisessä Suomessa. Tampereen tankkausasema on pohjoisin asema tällä hetkellä (Gasum 2016c).

Tankkausverkosto laajenee 2016–2017 tankkausasemin Turkuun, Jyväskylään, Vantaalle ja Helsingin Vuosaareen. Vuosaaren asemalta voi tankata ainoastaan nesteytettyä kaasua eli LNG:tä, ja se on tarkoitettu raskaan kaluston tankkaussuoritteisiin. Turun sataman läheisyyteen valmistuva tankkausasema on Suomen ensimmäinen L-CNG-asema, johon kaasu toimitetaan nesteytettynä, mutta se tankataan henkilöautoihin kaasumaisena. Raskaalle liikenteelle tarjotaan nesteytettyä maa- ja biokaasua. Yhtiön tavoitteena on lisätä kaasun tankkausasemien määrää 35:llä kymmenen vuoden periodissa (2015 - 2025). (Puhtaampi liikenne 2015.)

3 BIOKAASU

3.1 Valmistaminen

Biokaasua syntyy anaerobisissa, eli hapettomissa olosuhteissa tapahtuvan biokemiallisen ja mikrobiologisen hajoamisen lopputuotteena. Biokaasun raaka-aineiksi käyvät lähes kaikki eloperäiset jätteet, joita maailmassa kyllä riittää. (Kymäläinen & Pakarinen 2015.) Parhaiten biokaasun raaka-aineeksi soveltuvat jätevesi, lanta, ligniini- ja peltokasvit ja energijäte. Yleisesti pahanhajuiset jätteet käyvät parhaiten biokaasun valmistamisen raaka-aineeksi. Ligniini on kasvien kuitujen sidosaine. Esimerkiksi puussa sitä on enemmän ja ruohovartisissa kasveissa vähemmän. Ligniini myös hajoaa hitaasti, joten tästä syystä puu käy huomattavasti hitaasti biokaasun valmistuksen raaka-aineeksi perinteisissä tuotantoprosesseissa. (Bioste 2014.)

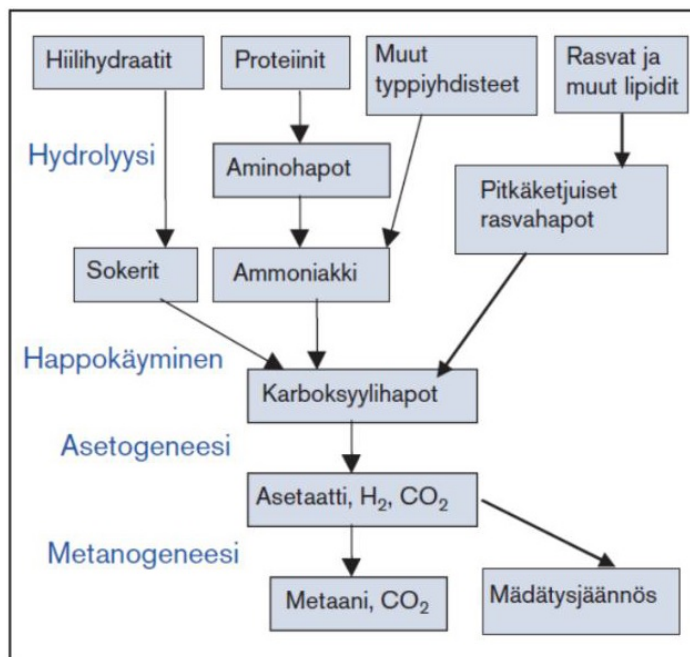
Raaka biokaasu sisältää noin 45–75 % metaania, 25–50 % hiilidioksidia, sekä pienissä määrin muita yhdisteitä, kuten esimerkiksi happea ja rikkivetyä. Rikkivetyä muodostuu, mikäli hajotettava lähtöaine sisältää sulfaatteja. Jätevesissä sulfaattia on käytännössä aina, sillä esimerkiksi saippua sisältää sulfaatteja. Alla olevassa taulukossa 1 on esitetty biokaasun, maakaasun ja biometaanin koostumukset.

Taulukko 1. Raakabiokaasun, biokaasun ja maakaasun koostumus (Torri 2012).

Aine	Raaka biokaasu	Jalostettu biokaasu	Maakaasu
Metaani	45–75 %	95-98 %	98,10 %
Hiilidioksidi	25–50 %	0-3 %	0,04 %
Typpi	0-20 %	0-2 %	0,01 %
Happi	0-10 %	0-1 %	ei
Rikkivety	0-1000 mg/m ³	Jälkiä	ei
Siloksaani	0-50 mg/m ³	Jälkiä	ei
Kosteus	On	Jälkiä	ei
Halogenoidut hiilivedyt	0-1600 kg/m ³	Jälkiä	ei
Raskaammat hiilivedyt	ei	ei	1 %

Puhuttaessa biopolttoaineista, yksikään biopolttoaine ei pysty hyödyntämään syntyntä jätettä niin hyvin kuin biokaasu. Esimerkiksi bioetanolin valmistukseen voidaan käytännössä hyödyntää vain sokeri- ja tärkkelysjäte, sillä muista jätteistä ei synny juuriakaan alkoholeja. Kaupunkien biojätteessä se merkitsee noin 5 % kokonaisbiojättemäärästä. (CO₂-raportti 2009)

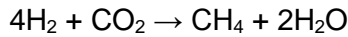
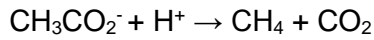
Biokaasun valmistusprosessi alkaa lähtöaineiden pilkkomisella. Yleisin menetelmä on niin sanottu hydrolyysi eli vesierottelu. Hydrolyysissä haponmuodostajabakteerien erittämät entsyymit nopeuttavat pitkäketjuisten molekyylien hajoamista. Hiilihydraatit hajoavat sokereiksi, proteiinit aminohapoiksi, jotka hajoavat edelleen ammoniakiksi. Jotta hydrolyysi voi tapahtua, tulee syöttömateriaalin vesipitoisuuden olla yli 50 %. Alla olevassa kuvassa 2 on esitetty yksinkertaistettu anaerobisen hajoamisen prosessikaavio (Lampinen 2004.)



Kuva 2. Anaerobisen hajoamisen yksinkertaistettu prosessikaavio.

Hydrolyysituotteet, sokeri ja ammoniakki, käyvät läpi happokäymisen, jossa niistä muodostuu karboksylihappoja. Näitä happoja ovat esimerkiksi propioni- tai etikkahappo. Happokäymistä voidaan myös kutsua mädätykseksi tai tieteellisemmin happofermentaatioksi. Seuraava vaihe on asetogeneesi, jossa asetaattia tuottavat bakteerit hajottavat karboksylihappoista vetyä, hiilidioksidia ja asetaatti-ioneita. Viimeisessä vai-

heessa, metanogeneesissä, metanogeneettiset bakteerit muodostavat metaania asetaatti-ioneista tai vedystä ja hiilidioksidista alla olevien reaktioyhtälöiden mukaisesti. (Kymäläinen & Pakarinen 2015.)

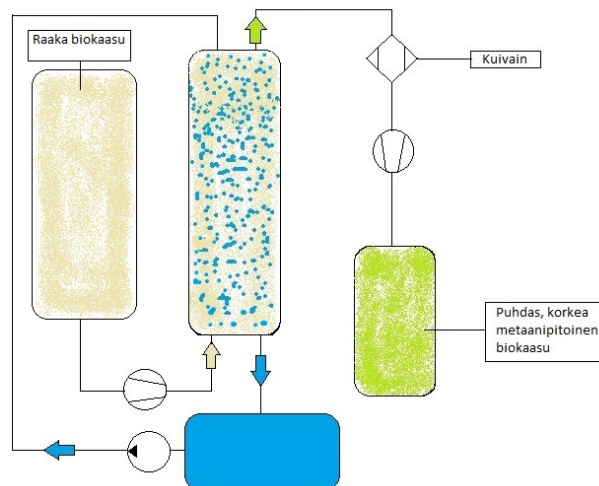


Noin 70 % metaanista muodostuu asetaatti-ioneista, ja noin 30 % niistä muodostuu vedystä ja hiilidioksidista. (Kymäläinen & Pakarinen 2015.)

Raa'an biokaasun metaanipitoisuus on siis noin 40–70 % ja metaanipitoisuus tarvitsee nostaa yli 95 %:iin, jotta sitä voidaan käyttää liikennepolttoaineena. Energiatiheyttä täytyy siis toisin sanoen kasvattaa. Raa'assa kaasussa on myös hiilidioksidia ja myös epäpuhtauksia kuten rikkivetyä. Nämä poistetaan yleensä vesipesussa. (Kymäläinen & Pakarinen 2015.)

Vesipesussa kaasu paineistetaan 7-10 barin paineeseen ja syötetään nk."kolonniin". Kolonnat ovat säiliöitä, joissa paineistettu kaasu syötetään ylöspäin ja paineistettu vesi alaspäin. Tätä kutsutaan vastavirtavesiabsorptioksi. Hiilidioksidi, rikkivedyt, siloksaanit ja muut epäpuhtaudet liukenevat veteen. Metaani liukenee veteen huonosti. Kolonnan yläpäässä puhdistettu, korkean metaanipitoisuuden omaava biokaasu ohjataan putkea pitkin kuivaimen läpi ja paineistetaan noin 200 barin paineeseen säiliöön. (Kymäläinen & Pakarinen 2015.)

Alla oleva kuva 3 kuvaa pelkistetysti biokaasun puhdistuksen.



Kuva 3. Pelkistetty biokaasun puhdistuskaavio.

Kaasuun lisätään myös hajustetta, jotta mahdollisen vuodon sattuessa se haistetaan. Metaani itsessään on hajuton kaasu. Vesipesussa käytettävä vesi kiertää järjestelmässä, joten puhtaan veden tarve on pieni. Kun se ensin syötetään järjestelmään, se pysyy järjestelmän kierrossa. (Kymäläinen & Pakarinen 2015.)

Kaasun puhdistustapoja on lukuisia muitakin. Sitä voidaan puhdistaa kemiallisella absorptiolla, ns. PSA-menetelmällä, paineettomalla BCM-menetelmällä, membraani- eli kalvojalostuksella sekä kryojalostuksella. Kemiallinen absorptio perustuu hiilidioksidin ja amiiniliuoksen reaktioon. (Biokaasuauto 2016a.)

PSA (Pressure Swing Adsorption) eli suomennettuna paineenvaihteluadsorptio perustuu kaasumolekyylien adsorption suureen vaihteluun ympäröivän paineen mukaan. PSA-tekniikassa hyödynnetään hiilidioksidin adsorptiota aktiivihieleen korkeassa paineessa (4-10 bar). Samalla pienet määrät muita kaasuja imeytyy aktiivihieleen. Kaasut kuitenkin vapautuvat aktiivihielestä, kun painetta alennetaan. (Biokaasuauto 2016a.)

Kalvojalostuksessa hyödynnetään puoliläpäiseviä kalvoja. Kalvon eri puolilla olevalla paine-erolla erotellaan hiilidioksidi ja metaani. Painetta tulee olla 6-10 bar. Rikkidioksidi, vesi ja muut epäpuhtaudet heikentävät kalvojen toimintaa, joten ne on syytä poistaa ennen käsittelyä. (Biokaasuauto 2016a.)

Kryoteknisessä jalostuksessa raakaa biokaasua jäädytetään. Se on kaikkein edistynein jalostusmuoto. Metaanin kiehumispiste on normaalissa ilmanpaineessa -160 °C, hiilidioksidin kiehuessa jo -78 °C:ssa. Kryojalostuksen lopputuotteena saadaan nestemäistä biokaasua ja nestemäistä hiilidioksidia. Kryojalostus sopii hyvin kaatopaikka-kaasun jalostamiseen, sillä se on ainut jalostusmenetelmä, jolla typpi ja happi saadaan erotettua raakakaasusta. (Biokaasuauto 2016a.)

Suomessa tuotettiin biokaasua vuonna 2014 yhteensä 155 milj. m³ (Huttunen & Kuittinen 2015).

3.2 Ympäristö- ja yhteiskuntavaikutukset

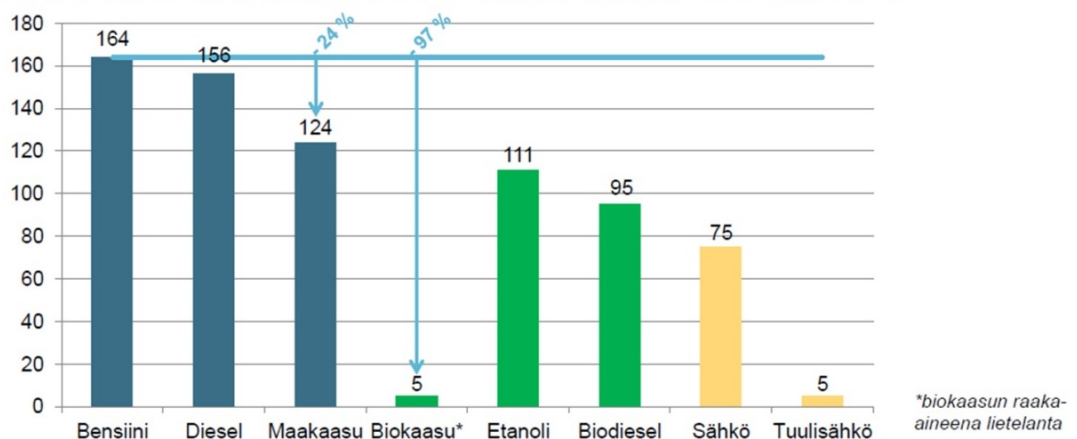
Metaani on erittäin voimakas kasvihuonekaasu. Sen hiilidioksidiekvivalentti on noin 25 (Lipasto 2016). Siksi sen kerääminen talteen on erittäin tärkeää. Mikäli biojäte ja liete vain jätettäisiin mätänemään kaatopaikoille, vapautuisi metaani ilmakehään kuormittamien luontoa tarpeettomasti. Kun jätteet käsitellään tarkoin, saadaan metaani kerättyä

talteen ja tuotettua biokaasua esimerkiksi liikenteeseen, lämmitykseen ja sähkön valmistamiseen. Voidaan todeta, että tämä hyödyttää niin luontoa, ihmisiä kuin teollisuutta. Ja kun jalostettu biokaasu myydään saa siitä tietysti taloudellista tuottoa. Harvoin jätteestä saa luotua markkinoita ja samalla pystyy hyödyttämään luontoa.

Puhuttaessa kaasusta liikennepolttoaineena tulee erottaa, että maa- ja biokaasu eroavat hiilidioksidipäästöjen määrässä koko arvoketjun huomioiden merkittävästi. Biokaasu on hiilidioksidineutraali polttoaine, eli sen käyttö ei lisää hiilidioksidipäästöjä. Ja koska biokaasu tuotetaan jätteistä, se ei kuluta fossiilisia hiilivarantoja. Maakaasua saadaan öljy- ja maakaasuesiintymistä ja liuskekivestä. Liuskekiveä esiintyy maankuoressa maalla ja merellä. Maa- ja biokaasu ovat teknisiltä ominaisuuksiltaan todella lähellä toisiaan. Kuitenkin tarkasteltaessa hiilidioksidipäästöjä koko arvoketju huomioiden huomataan selkeä ero.

Alla olevasta kuvasta 4 selviävät eri polttoaineiden Well To Wheel (WTW) hiilidioksidipäästöt.

Liikennepolttoaineiden hiilidioksidipäästöt koko arvoketju huomioiden (Well to Wheel), CO₂ ekv. / km



Lähde: Deutsche Energie-Agentur DENA / CONCAWE

Kuva 4. Liikennepolttoaineiden Well To Wheel hiilidioksidipäästöt.

Gasumin kaasutankkausasemilla tankkaaja voi valita, tankkaako fossiilista maakaasua hiukan halvempaan hintaan vai tankkaako Suomessa tuotettua biokaasua vain hiukan kalliimpaan hintaan. Tämän opinnäytetyön kirjoitushetkellä maakaasun hinta Gasumin

tankkausasemalla on 1,25€/kg ja biokaasun 1,45€/kg (Polttoaine.net 2016). Valitessaan biokaasun, kuluttaja tukee kotimaista työvoimaa ja maksaa veroa Suomeen.

Fossiilista maakaasua ei tuoteta Suomessa, vaan se tuodaan Suomeen putkia pitkin ulkomailta, jolloin polttoaineesta saadut tulot karkaavat pääosin ulkomaisiin taskuihin. Maailman suurimmat todennetut maakaasuvarannot löytyvät Itänaapuriltamme Venäjältä (n. 33 %) (Gasum 2016d).

Euroopan Unionin päästöjä vähennystavoitteet koskettavat luonnollisesti myös Suomea. Yksi pääministeri Juha Sipilän hallituksen kärkihankkeista onkin ”Hiilettömään, puhtaaseen ja uusiutuvaan energiaan kustannustehokkaasti”. Tämä tavoite koskettaa myös liikennettä monelta osin. Muun muassa vuoteen 2030 mennessä tavoitteena on nostaa liikenteen uusiutuvien polttoaineiden määrä 40 %:iin. Myös tuontiöljyn määrä kotimaan tarpeisiin tulee puolittaa. (Valtioneuvosto 2015.)

Koska biokaasu on uusiutuvaa ja erittäin puhdasta polttoainetta, niin liikenteessä, teollisuudessa ja lämmityksessä tulisi sen käyttöä edistää valtiotasolla. Valtiovalta voi vaikuttaa eri polttoaineiden käytön haluttavuuteen esim. verotuskohtelulla. On tavallaan outoa, että esimerkiksi fossiilisesta moottoribensiinistä ei makseta käyttövoimaveroa lainkaan, kun puhtaasta kotimaisesta liikennebiokaasusta sitä maksetaan. Perusteena tähän on se, että bensiinin pumppuhinta sisältää enemmän veroa kuin muut polttoaineet. Kun tuontiöljyn määrä pitäisi puolittaa, tulisi sen käyttöä pyrkiä vähentämään, mutta se on edelleen houkutteleva vaihtoehto polttoaineeksi.

Tavalliselle kansalaiselle hinta useimmiten on tärkein ostokriteeri. Maa- tai biokaasukäyttöisen auton hankinta saattaa kuulostaa kalliilta, ja siitä pitää maksaa vielä käyttövoimaveroakin. Puhtaammat päästöt eivät suurelle osalle ole pääkriteeri autoa ostettaessa. Näiden puhtaampien päästöjen tulee vaikuttaa auton käyttökustannuksiin. Tosin valveutunut kansalainen tietää, että kaasulla ajaminen on halvempaa myös käyttövoimavero maksettaessa.

Puhtaassa metaanissa hiilen ja vedyn suhde on hiilivetypolttoaineista kaikkein pienin. Puhdas metaani CH₄ sisältää noin 75 % hiiltä ja noin 25 % vetyä. Perinteisessä moottoribensiinissä on hiiltä noin 86 % ja vetyä noin 14 %. Pienemmän hiili/vety-suhteensa ansiosta metaani tuottaa vähemmän hiilidioksidipäästöjä palaessaan kuin moottoribensiini. Laskennallinen, polttoaineen kemiaan perustuva laskenta osoittaa, että metaania poltettaessa CO₂-päästöt ovat noin 25 % pienemmät kuin käytettäessä bensiiniä tai

dieseliä. Koska bensiinimoottorin muuttaminen metaanikäyttöiseksi ei muuta moottorin hyötysuhdetta, CO₂-päästö pienenee saman verran.

Jos sen sijaan dieselmoottori muutetaan nykytekniikalla kaasukäyttöiseksi, se on muutettava ottomoottoriksi. Koska ottomoottorin hyötysuhde on dieseliä huonompi, polttoaineenkulutus kasvaa, joten CO₂-hyöty jää saavuttamatta. Tulevaisuudessa saatetaan kuitenkin nähdä erityisesti raskaassa ajoneuvokalustossa dieselperiaatteella toimivia kaasukäyttöisiä dual-fuel-moottoreita, joissa kaasu sytytetään pienellä dieselpolttoainemäärällä. Näillä voidaan saavuttaa saman suuruusluokan CO₂-päästövähennyksiä kuin korvattaessa bensiiniä kaasulla.

Dieselauton pakokaasun mukana ympäristöön tulee kuitenkin hiukkaspäästöjä ja typenoksideja, joita metaanilla ajettaessa ei synny lainkaan tai syntyy erittäin vähän. Lisäksi metaanin oktaaniluku on huomattavasti korkeampi kuin bensiinin. Suomen tankkausasemilla bensiinin oktaaniluvut vaihtelevat 95–99 välillä, kun biometaanilla se on noin 140 (Lampinen 2012). Mikäli auton polttoaineena olisi pelkkä metaani, voitaisiin puristussuhdetta nostaa korkeammaksi, mikä parantaisi moottorin hyötysuhdetta. Bi-Fuel-autojen on kuitenkin toimittava tarvittaessa myös bensiinillä, joten moottorin puristussuhde täytyy pitää alhaisempana, jolloin hyötysuhdekin jää alhaisemmaksi.

Metaanin energiasisältö, eli tehollinen lämpöarvo on noin 50 MJ/kg. Se on bensiiniä ja dieseliä korkeampi, sillä bensiinin ja dieselin energiasisältö on luokkaa 43–44 MJ/kg. (Lampinen 2009. 427) Metaani soveltuu myös kylmiin olosuhteisiin, sillä sen jäätymispiste on -182 °C ja kiehumispiste -162 °C.

4 KAASUAUTOT

4.1 Tekniikka

Maa- ja biokaasulla eli metaanilla tai biometaanilla (CH₄) toimivat henkilöautot ovat useimmiten Bi-Fuel-tyyppisiä. Se tarkoittaa sitä, että ajoneuvolla voidaan ajaa niin kaasulla kuin bensiinillä. Bensiini on Bi-Fuel autojen toinen polttoaine. Kaasutankin lisäksi autossa on auton oma bensiinitankki, josta bensiiniä käytetään kaasutankin tyhjennytyä, ja riippuen automallista, myös kylmäkäynnistyksessä.

Kaasun ja bensiinin syöttö- ja varastointijärjestelmät autossa ovat toisistaan riippumattomia. Kuitenkin kaasun ja ilman, tai bensiinin ja ilman seoksen sytyttää sama sytytystulppa. Vanhemmat Bi-Fuel-autot on yleensä ohjelmoitu niin, että bensiiniä käytetään käynnistyksessä niin kauan, kunnes auton moottorin jäähdytysveden lämpötila on saavuttanut ennalta määritetyn lämpötilan. (biokaasuauto 2016b.) Uudemmallalla tekniikalla varustetut henkilöautot käynnistyvät kylmänäkin kaasulla. Auto vaihtaa automaattisesti kaasukäytöstä bensiinikäyttöön ja päinvastoin. Tämä mahdollistaa pitkät toimintamatkat

Kaasuautot ovat siis yleisimmin bensiini/kaasukäyttöisiä eli kipinäsytytteisiä, koska kaasu syttyy erittäin huonosti puristuksessa. Sen sijaan dieselmoottorin toimintaperiaate perustuu puristus- sytytykseen. Diesel/kaasuautoja kuitenkin on olemassa. Ne ovat yleisempiä raskaassa kalustossa. Niitä kutsutaan Dual Fuel -autoiksi. Tämä siksi, että kaasu saataisiin syttymään, on palotilaan ruiskutettava aluksi dieseliä kaasupolttoaineen sytyttämiseksi. Eritoten moottorin tyhjäkäynnillä, matalilla kierroksilla ja kuormitusasteilla dieseliä on ruiskutettava enemmän kaasun sytyttämiseksi. Kuormituksen kasvaessa dieselin osuus on enää korkeintaan muutaman prosentin luokkaa. (Motiva 2015.)

Bensiiniautoissa polttoaine-ilmaseos sytytetään kipinällä, jonka antaa auton moottorissa oleva sytytystulppa. Se saa virtansa auton sytytysjärjestelmästä tarkoin ohjattuna ajanhetkenä. Kaasu syttyy kipinästä hyvin, eikä bensiiniä tarvitse suihkuttaa syttymisen edistämiseksi. Ottomoottorissa bensiini menee polttoainelinjoissa suuttimille, tai vanhemmissa moottoreissa kaasuttimelle, nestemäisessä olomuodossa. Bensiini täytyy saada kaasumaiseen olomuotoon sylinteriin mennessä. Kaasu, nimensä mukaan, on jo

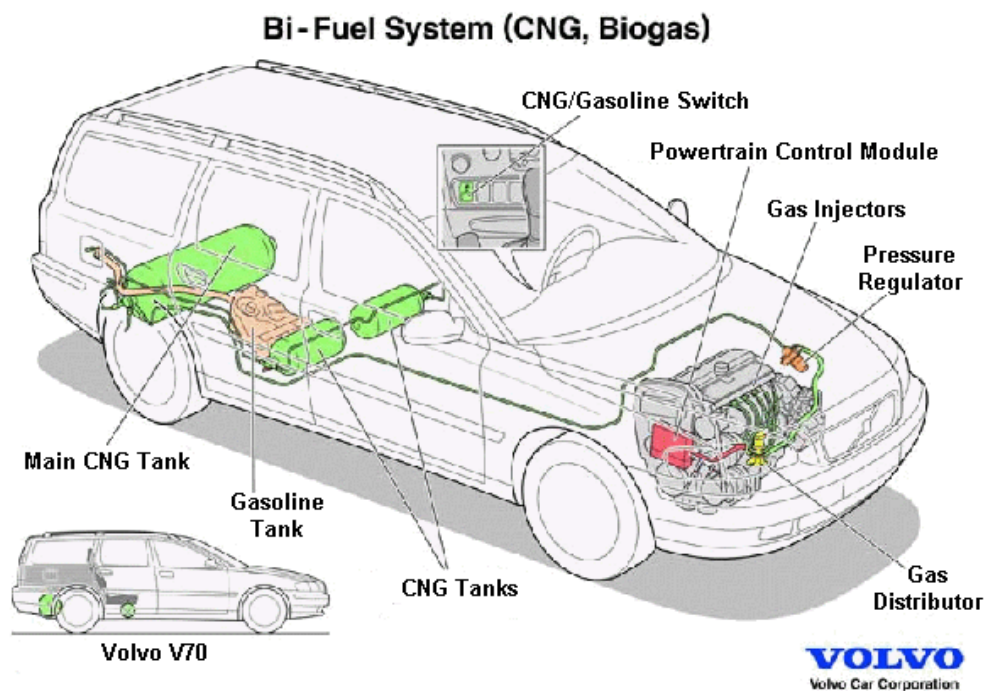
kaasumaisessa olomuodossa, joten sille ei tarvitse tehdä olomuodon muutosta sylinteriin syötettäessä.

Kaasun varastointi autoon tapahtuu korkeaa painetta kestäviin säiliöihin, jotka sijoitetaan yleensä auton tavaratilaan tai takaistuimien alapuolelle. Kaasua tankataan kiloissa ja kaasuautoissa tankkeihin mahtuu yleensä 14–30 kg kaasua (Vihreä kaista 2016).

Esimerkiksi Skoda Octavia G-Tec Bi-Fuel -henkilöautossa on kaksi kaasutankkia, joihin mahtuu yhteensä 15 kg maa- tai biokaasua. Lisäksi Skodassa on 50 litran bensiinisäiliö. (Skoda 2016.) Yksi kilo biokaasua vastaa energiasisällöltään noin 1,5 litraa bensiiniä.

Tankattu kaasu on noin 200 barin paineessa tankissa, josta se syötetään kaasunsyöttöputkea pitkin auton moottoriin. Moottoriin kaasua ei voi kuitenkaan syöttää 200 barin paineella, joten painetta on alennettava. Tämän hoitaa erillinen paineenalennusventtiili, joka alentaa paineen sopivalle tasolle. Paineen alennusventtiilissä tapahtuvan voimakkaan paineenalennuksen vuoksi lämpötila putoaa rajusti, joten venttiiliä lämmitetään yleensä moottorin jäähdytysvedellä tai sähköisellä vastuksella (biokaasuauto a).

Alla olevassa kuvassa 5 on esitetty Volvo V70:n kaasujärjestelmä.



Kuva 5 Volvo V70:n kaasujärjestelmä

Kaasuautoja on saatavana Suomen markkinoilla vielä kohtalaisen rajoitetusti. Kuitenkin Volkswagen on vahvasti kehittämässä kaasuautojaan, ja sen tarkoitus on tulevaisuudessa pystyä tarjoamaan kaasulla toimiva moottorivaihtoehto jokaiseen automalliinsa. Luonnollisesti kaasuvaihtoehtoja löytyy konsernin muistakin merkeistä, Audista, Seatista ja Skodasta. Eikä Volkswagen ole suinkaan ainoa kaasukäyttöön panostava valmistaja. Myös Opel, Mercedes-Benz ja Iveco tarjoavat kaasuvaihtoehdon Suomeen tuotavissa mallistoissaan.

Hintaero ei enää ole kaasukäyttöisen ja tavallista polttoainetta käyttävän auton välillä suuri; kaasuauto voi olla jopa halvempi. Esimerkiksi Skoda Octavia 1.4 TSI moottorilla on kalliimpi, kuin vastaava 1.4 TGI Bi-Fuel malli (Skoda 2016). Saksalainen autoteollisuus on sähkö- ja hybriditekniikan lisäksi tärkeä kaasuautojen kehittäjä, siinä missä japanilainen autoteollisuus uskoo sähköautoihin. Esimerkiksi Volkswagen on laskenut, että yhden hiilidioksidigramman vähentäminen on halvempaa kaasutekniikalla, kuin sähköllä (Lautsi 2013).

Mikäli tehdasvalmisteisista autoista ei löydy mieleistä automallia, voi lähes minkä tahansa auton voi myös konvertoida kaasukäyttöiseksi. Bensiinikäyttöisen auton muuttaminen on yksinkertaisempaa, koska siinä on sytytysjärjestelmä valmiina. Siitä saa myös suurimman hyödyn niin polttoainekustannuksissa, kuin päästöissäkin.

Jotta auton saa muutettua kaasukäyttöiseksi, on autoon asennettava kaasutankki, täyttöventtiili, kaasunsyöttöjärjestelmä, paineenalennusventtiili, magneettiventtiili, sekä suuttimet, joista kaasu syötetään palotilaan. Moottorinohjaukseen on tehtävä polttoainekartat bensakarttojen lisäksi, jotta moottori osaa säätää parametreja kaasukäytölle sopivaksi. Se muun muassa säätää kaasupolttoaineen syöttöä, sytytystä, nakutusantureiden arvoja jne., sillä bensiini ja metaani ovat teknisiltä ominaisuuksiltaan melko erilaisia. Järjestelmään myös lisätään antureita, joiden erittely ei ole tämän työn kannalta olennaista.

Tankkausliitin lisätään autoon joko auton oman polttoaineen täyttöaukon yhteyteen tai muuhun sopivaan paikkaan. Työn saa suorittaa ainoastaan ammattihenkilö ja auto tulee muutoksastaa. Päästöjen katsotaan olevan hyväksytyissä rajoissa, mikäli asennettu muutossarja on kyseiseen ajoneuvoon tarkoitettu ja E-säännön numero 115 mukainen. Kaasujärjestelmän korkeapainepuolen osien, eli täyttöliittimen, säiliön, putkien ja paineenalennusventtiilin täytyy olla ECE R-110 standardin mukaiset. Mikäli auto on

otettu käyttöön 1.10.2002 tai sen jälkeen, tulee tehtyjen muutosten jälkeen auton täyttää myös sähkömagneettista yhteensopivuutta (EMC) koskevat vaatimukset.

Konvertoiminen kaasuautoksi maksaa alan liikkeessä teetettynä noin 2000 euroa. Suomessa konversioita suorittaa Terragas, Autohuolto J. Autto, GasCorner, Pirkanmaan Autotaito, Suomen Bioauto sekä Fin Gas Auto [Kempainen 2014, 10; AKE 2008; CNGHouse 2016].

Vaikka kaasu on varastoituna korkeaan 200 barin paineeseen, käyttö on turvallista. Vuodon sattuessa järjestelmässä on suojaventtiilit, jotta vuoto katkeaa heti. Tehdasvalmisteiset kaasuautot ovat samalla tavalla kolaritestattuja, kuin tavallisella polttoaineella toimivat autot. Tankkaaminen on myös yksinkertaista ja turvallista, eikä siinä kestä kauempaa, kuin bensiinin tai dieselin tankkaamisessa. Autossa on tankkausliitin, johon tankkausletkussa oleva vastakappale lukittuu erillisen vivun avulla. Kaasun tulo katkeaa heti, kun tankki on täynnä. Gasumin tankkausasemilla on aina kuvalliset ohjeet tankkausta varten.

4.2 Kaasuautot maailmalla

Maailmassa kaasuautoja on noin 22,5 miljoonaa kappaletta. Kaasuautojen käytön kärkimaita lukumäärältään ovat Iran ja Kiina (noin 4 miljoonaa kaasuautoa), Pakistan (noin 3,7 miljoonaa kaasuautoa) Argentiina (noin 2,5 miljoonaa autoa) ja Brasilia (noin 1,8 miljoonaa kaasuautoa). (NGVJournal 2016)

Kaasuautot eivät ole Suomessa yleistyneet vielä kovinkaan merkittävästi. Niitä on noin 2000 kappaletta. Harppauksia oikeaan suuntaan on otettu jo Helsingissä, jossa pysäköintimaksuista saa 50 % alennuksen, mikäli auto täyttää Helsingin kaupungin asettamat päästörajoitukset (Helsingin kaupunki 2016). Ruotsissa on mm. vuodesta 2009 lähtien saanut vapautuksen vuotuisesta ajoneuvoverosta viiden vuoden ajaksi, mikäli auto on erittäin vähäpäästöinen (Autotuoijat Ry 2016). Vuoden 2014 lopussa kaasuautoja oli Ruotsissa noin 50 000 kappaletta (Gasbilen 2015). Keski-Euroopassa kaasuautot ovat yleisempiä. Italia on Euroopassa kaasuautomäärältään selkeästi suurin. Kaasuautoja oli Italiassa vuonna 2013 noin 900 000. Se on noin 2 % Italian autokannasta (NGVItaly 2016).

5 POLTTOAINEIDEN HINTAKEHITYS

Raakaöljyn runsas määrä ja saatavuus ovat tehneet siitä ylivoimaisesti käytetyimmän polttoaineiden raaka-aineen vuosien saatossa. Viime vuosikymmenten aikana on kuitenkin se realiteetti tullut vastaan, että öljyä ei ehkä riitäkään enää pitkäksi aikaa.

Raakaöljyn hinta on ollut laskussa vuodesta 2012 lähtien, jolloin hinta oli yli kolminkertainen nykyhetken barrelihintaan verrattuna. Vuoden 2012 maaliskuussa öljyn barrelihinta oli yli kolminkertainen (125,4 USD) verrattuna maaliskuun 2016 barrelihintaan (40,2 USD) (Öljy- ja biopolttoaineala 2016). Barreli on 159 litraa vastaava öljyn mittayksikkö, jonka nimitys tulee englannin kielen sanasta ”barrel = tynnyri”.

Vuoden 2014 kesä/heinäkuussa öljyn maailmanmarkkinahinta lähti jyrkkään laskuun. Romahduksen tapahtumiseen on ollut suurimpana tekijänä öljyn hinnan painaminen matalaksi Saudi-Arabiassa. Myös Yhdistyneet Emirikunnat ja Kuwait ovat lähteneet mukaan hinnanpuodustalkoisiin naapurivaltio Saudi-Arabian mukana.

Yhdysvalloissa öljyä porataan pääasiassa liuskekentiltä, kun Lähi-Idässä öljyä porataan öljykentiltä. Kalliilla satoja miljoonia maksavalla öljykentällä avomerellä porattavaa riittää yleensä noin kymmeneksi vuodeksi. Liuskekentältä poraaminen ei vaadi kovinkaan suuria investointeja. Jo muutamalla miljoonalla öljyn poraaminen voi alkaa. Tuotanto hyytyy kuitenkin nopeasti ilman lisäinvestointeja. Lisäksi öljyn poraaminen liuskekivistä on työlästä. Se on haavoittuvainen hintojen laskulle, jota Lähi-Idän suuret tuottajamaat ovat alkaneet tekemään. Kannattavuusraja Yhdysvalloissa öljyn poraamisessa liuskekivistä liikkuu noin 80 USD/barreli tienoilla. (Niskakangas 2015.)

Vuonna 1986 saudit lisäsivät öljyntuotantoa radikaalisti, mikä laski öljyn maailmanmarkkinahintaa 67 %. Yhdysvaltojen öljyntuotanto taantui yli kahdeksi vuosikymmeneksi, jonka aikana saudit vankistivat asemansa öljyn tuottajamaiden ykkösenä. (Niskakangas 2015.)

Hintojen lasku ei kuitenkaan voi jatkua loputtomiin. Euroopan heikot talousnäkyvät ovat vähentäneet kysyntää, mutta mikäli talous alkaa elpyä, myös kysyntä ja hinnat tulevat nousemaan.

Biokaasun tarjontaan ja tuotantoon eivät suurten öljyntuottajamaiden hintakilpailut ja maailman kriisit vaikuta juuri lainkaan, koska biokaasu tuotetaan paikallisesti kotimaas-

sa. Jätettä tulee jatkuvasti, päättivät Saudit sitten laskea tai nostaa hintojaan. Biokaasun tuotanto ja käyttäminen edesauttavat myös kiertotaloutta. Kiertotalous tarkoittaa lyhykäisyydessään sitä, että materiaali säilyy kierrossa. Kun jokin tuote valmistetaan, sen poisheittäminen sijaan, sen materiaalit ja raaka-aineet käytetään mahdollisimman tehokkaasti uudelleen johonkin toiseen tarkoitukseen. Ja koska biokaasua tuotetaan paikallisesti, se luo alueelle työpaikkoja ja tukee paikallistaloutta.

6 TAVOITTEET JA MENETELMÄT

6.1 Työn tavoitteet

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia, kuinka yritys tai yhteisö X voisi hyödyntää kotimaisen biokaasun käyttömahdollisuuksia omassa autokalustossaan. Tässä työssä kohdeyhteisöksi valikoitui Turun kaupunki ja sen hallinnoimien yksiköiden ajoneuvokanta. Autoja kaupungin yksiköissä oli tarkasteluhetkellä yhteensä 133 kappaletta.

Varsinais-Suomessa ei ole ollut maa- tai biokaasun tankkausmahdollisuutta vuoteen 2016 mennessä, joten sen käyttö ei ole ollut käytännössä mahdollista. Lähin tankkausasema löytyy Lohjalta, jonne matkaa olisi kertynyt noin 120 kilometriä, joten kaasun tankkaaminen siellä olisi ollut järjenvastaista. Gasum on avaamassa kaasun tankkausaseman Turkuun vuoden 2016 aikana, joten tuli ajankohtaiseksi alkaa pohtia kaasukäyttöisen ajoneuvojen valintaa autokalustossa nyt myös Varsinais-Suomen alueella. Ensimmäinen Gasumin kaasun tankkausasema tulee Turun sataman alueelle. Työssä pohdittiin myös tulevien kaasuasemien potentiaalisia sijaintipaikkoja. On erittäin todennäköistä, että asemia tulee lähivuosina lisääkin Varsinais-Suomeen.

6.2 Käytetyt menetelmät

Työ alkoi potentiaalisten yritysten ja yhteisöjen kartoittamisella ja teoriataustaan perehtymisellä. Oli tarkoituksenmukaista valikoida yrityksiä, joissa autokanta oli suuri. Vain muutamia autoja omistavia yrityksiä ei sisällytetty selvitykseen. Turun kaupungin autokanta oli monipuolinen ja kaupunki on sitoutunut päästövähennystavoitteisiin. Turku pyrkii mm. olemaan hiilineutraali kaupunki vuoteen 2040 mennessä. Tästä syystä Turun kaupunki oli soveltuva kohdeyhteisöksi.

Kaupungin ajoneuvoja tarkasteltiin yksikkötasolla. Jokainen ajoneuvo kirjattiin Excel-taulukon erikseen. Kaupungilta pyydettiin selvitystä varten autojen merkki, malli, vuosimalli, verojen määrä, lähtöpaikka työvuoron alussa, päivittäinen ajomäärä, CO₂-päästö määrä (niistä autoista, joissa se lukee rekisteriotteessa) sekä mahdollisten erikoisvarusteluiden tarve. Kaikkia tietoja ei kaupungilta kuitenkaan saatu.

7 TULOKSET JA POHDINNAT

Turun kaupungin ajoneuvokannasta löytyi useita autoja, jotka voitaisiin korvata kaasukäyttöisellä. Tässä luvussa käsitellään mahdollisia toiminta- ja ratkaisumalleja autojen korvaamiseksi kaasukäyttöisellä vaihtoehdolla.

Autokannan uudistaminen on pitkä prosessi, joka vaatii rahaa, suunnittelua, tahtoa ja aikaa. Tässä työssä pohditaan mahdollisia toimintamalleja autojen uudistamiseksi erilaisin skenaarioin.

7.1 Valintaperusteet

Turun kaupungin hallinnoimia autoja eri yksiköissä oli siis 133 kappaletta. Mukana oli henkilöautoja, pakettiautoja ja kuorma-autoja. Selvityksessä jokaisen yksikön ajoneuvot on listattu Excel-taulukoihin, jotka löytyvät liitteestä 1. Autot on taulukoissa luokiteltu korvaussoveltuvuuden perusteella eri värein. Vihreä väri kertoo auton soveltuvan hyvin korvattavaksi kaasukäyttöisellä. Punainen puolestaan kertoo, että auto soveltuu huonosti tai ei sovellu lainkaan korvattavaksi kaasukäyttöisellä. Keltaisella merkityt autot voivat soveltua varauksin.

Valintaperusteina korvattavissa ajoneuvossa pohdittiin ensisijaisesti ajoneuvon ikää, koska päivittäisiä ajokilometrejä ei saatu tietoon. Autojen verotiedot olivat toinen tarkastelukohde. Kaasuauton verotus kun on dieselautoa maltillisempi. Joskin on huomattava, että kaasuauton verotus on hieman raskaampi kuin bensiiniauton. Myös ajoneuvon merkillä oli jonkin verran, joskin melko vähänlaisesti merkitystä.

7.2 Hankinta- ja Logistiikkakeskuksen autot

Hankinta- ja Logistiikkakeskus HaLoKe:ssa autoja oli 27 kappaletta. Yhtä (Citroen C1) lukuunottamatta kaikki autot ovat pakettiautoja, joista osa sopii hyvin korvattaviksi kaa-suvaihtoehdolla. Vanhimmat autot olivat vuodelta 1998, joissa vuotuiset verot olivat myös melko korkeat. Vanhimmat autot ovat melkein 20 vuotta vanhoja, joten riskit suurien korjaustöiden tarpeeseen kasvavat.

Esimerkiksi vihreän taulukon Citroenien ja Fiatien vuotuinen vero on korkea (n.1300€) ja autot ovat yli 10 vuotta vanhoja, joten mahdollinen korvaaminen voisi järkevää.

Punaisen taulukon Mercedes-Benz Sprinterit ovat uudehkoja, 2014 vuoden malleja, joten niiden korvaaminen ei ensi alkuun ole järkevää, sillä yksikössä oli paljon vanhempia autoja.

Keltaisen taulukon autot nekin potentiaalisia korvaamiseen periaatteessa, mutta vanhemmat ajoneuvot voisi olla järkevää päivittää ensin. Alla olevassa taulukossa 2 on esiteltyä hankinta- ja logistiikkakeskuksen autot.

Taulukko 2. Hankinta- ja logistiikkakeskuksen autot.

CITROEN JUMPER FOUR-GON 2.2HDI-ZBRMN	CITROEN 4D C1 HATCH-BACK 1.0	CITROEN JUMPER HDI 120 33 L2
CITROEN JUMPER FOUR-GON 2.2HDI-ZBRMN	CITROEN JUMBER 2.2HDI	MERCEDES BENZ 412D-904413/403
CITROEN JUMPER FOUR-GON 2.2HDI-ZCRMN	CITROEN JUMBER 2.2HDI	MERCEDES-BENZ SPRINTER 313
FIAT DC VAN 2.3 JTD-MAXI-244CSCAY/3	CITROEN JUMPER 2.2	MERCEDES-BENZ SPRINTER 313
FIAT DC VAN 2.3 JTD-MAXI-244MNCAY/3	CITROEN JUMPER 2.2HDI 35LH	MERCEDES-BENZ SPRINTER 313
FORD TRANSIT 260	CITROEN JUMPER FOURGON 2.2HDI	MERCEDES-BENZ SPRINTER 313
MERCEDES BENZ VITO	CITROEN JUMPER FOURGON 2.2HDI-ZAAMF	OPEL VIVARO VAN UMPIKORI (BB)
TOYOTA HIACE 2,4 D	CITROEN JUMPER FOURGON 2.2HDI-ZBRMN	
VW (KOR.)TRANSPORTER 2.4D-70X0-3-KO	CITROEN JUMPER FOURGON 2.2HDI-ZBRMN	
VW 4D CSPO CL-BASIC-T-9-2.5TDI-Z15-		
VW LT 35 2.5 TDI		

7.3 Työkeskuksen autot

Työkeskuksella on käytössään kaikkiaan 14 autoa, jotka ovat kuorma- ja pakettiautoja. Henkilöautoja ei ole lainkaan. Kaikki autot ovat yli kymmenen vuotta vanhoja, joten autokannan uudistamisen pohtiminen alkaa olla ajankohtaista.

Punaisessa taulukossa olevat autot ovat kaikki kevyitä kuorma-autoja, jollaisiin ei suoraan korvaavaa mallia vielä löydy. Autoihin voisi toki asentaa kaasulaitteiston, mutta autot ovat sen verran iäkkäitä, että se tuskin olisi kannattavaa. Alla olevassa taulukossa 3 on esiteltyä työkeskuksen autot

Taulukko 3 Työkeskuksen autot

FORD TRANSIT 100 L	FORD TRANSIT	RENAULT MASCOTT 120-5T-54ANA3/413
FORD TRANSIT 28	PEUGEOT BOXER FOUR- GON 2.0HDI	RENAULT MIDLUM
VW TRANSPORTER 2.4D- 70X0C-3-KOMBI/3	PEUGEOT BOXER FOUR- GON 2.0HDI-ZAAMF	SCANIA
VW TRANSPORTER 2.4D- 70X0C-3-KOMBI/4	MB 413CDI-9046-4.6t- KASTEN	VW LT 46
VW TRANSPORTER 2.4D- 70X0C-3-KOMBI/5		
FORD TRANSIT 330 EXT- RA HIGH		

7.4 Kiinteistöliikelaitoksen autot

Kiinteistöliikelaitoksella oli autoja 19 kappaletta. Autot olivat pääosin pakettiautoja, poislukien muutama henkilö- ja lava-auto. Autot ovat uudehkoja. Yli 10 vuotta vanhoja autoja oli ainoastaan viisi kappaletta, ja niistä jokainen soveltuisi hyvin korvattavaksi kaasukäyttöisellä autolla.

Punaisessa taulukossa olevat autot ovat kaikki uudehkoja. Vanhin auto on vuodelta 2008 ja uusimmat ovat vuodelta 2014. Taulukossa 4 on esiteltyä kiinteistöliikelaitoksen autot.

Taulukko 4. Kiinteistöliikelaitoksen autot

PEUGEOT WAGON 1.6I	FORD TRANSIT 300M
TOYOTA HIACE 2.5	FORD TRANSIT 300M
FIAT PUNTO	VW AMAROK avolava
FIAT SCUDO 1,9D	VW CADDY FARMARI 2K
FIAT SCUDO 1,9D	VW CADDY FARMARI 2K
	VW CADDY MAXI COMBI 2,0 TDI
	VW CADDY MAXI COMBI 2,0 TDI
	Citroen Jumper
	CITROEN BERLINGO FARMARI
	CITROEN BERLINGO FARMARI
	CITROEN BERLINGO FARMARI
	TOYOTA HIACE 2.5 4X4
	VW CADDY FARMARI
	OPEL COMBO-C

7.5 Kulttuuritoimen autot

Kulttuuritoimella on kaksi autoa käytössään. Citroen Jumper vuosimallia 2012 ja Opel Astra vuodelta 2000. Astran päivittäminen uudempaan voisi olla ajankohtainen, ja korvaaja voisi olla kaasukäyttöinen auto. Alla olevassa taulukossa 5 on esiteltyä kulttuuritoimen autot.

Taulukko 5. Kulttuuritoimen autot

OPEL ASTRA 4D 1.7DTI	CITROEN JUMPER
----------------------	----------------

7.6 Hyvinvointitoimialan autot

Hyvinvointitoimialan autoja on yhteensä 42 kappaletta ja ne ovat pääosin pieniä ja keskikokoisia henkilöautoja. Autoista vähän alle puolet on yli 10 vuotta vanhoja. Korvauspotentiaali löytyykin juuri vanhemmista autoista.

Verosäästöjä kaasukäyttöön siirryttäessä ei saada, sillä autot ovat pääosin bensiinikäyttöisiä henkilöautoja. Kaasun halvempi hinta ja pienemmät päästöt ovat kuitenkin hyvä peruste pohtia vanhempien autojen korvaamista kaasuautolla. Taulukossa 6 on esiteltyä hyvinvointitoimialan autot.

Taulukko 6. Hyvinvointitoimialan autot

CITROEN JUMPER	OPEL COMBO-C	CITROEN JUMPY
CITROEN JUMPER FOURGON 2.0HDI-ZAAMF	CITROEN C1 HATCHBACK	NISSAN MICRA V1
OPEL ASTRA 5D	OPEL COMBO-C	NISSAN MICRA V2
PEUGEOT 206	OPEL COMBO-C	CITROEN C1
PEUGEOT PARTNER 5D WAGON	TOYOTA YARIS 2A HB5 1.3	CITROEN C1
VW 5D GOLF VARIANT 1.6 AUTOMATIC	VW 4D CSPO CL-BASIC-* -9-2.4D-Z15-7D	CITROEN C1
CITROEN 2D SAXO HATCHBACK 1.1		CITROEN C1
NISSAN MICRA		CITROEN C1
CITROEN SAXO		Toyota Aygo
FIAT PUNTO 60EL 3D		Toyota Aygo
OPEL ASTRA CARAVAN 1.6		Toyota Aygo
FIAT P 2D HATCHBACK 1.2		CITROEN C1
FIAT PANDA 60		CITROEN C1
FIAT PUNTO		CITROEN C1
PEUGEOT PARTNER		CITROEN C1
VW TRANSPORTER 1.9D- 70X0A-1-KASTEN		Toyota Aygo
PEUGEOT PARTNER 5D WAGON		Toyota Aygo
PEUGEOT PARTNER 5D WAGON		Ford Focus STW

7.7 Vesiliikelaitoksen autot

Vesiliikelaitoksella autoja oli 29 kappaletta ja autot ovat pääosin paketti- ja kuorma-autoja. Punaisen taulukon Volkswagenit ovat kuorma-autoja. Muut autot punaisessa taulukossa ovat uudehkoja, alle neljä vuotta vanhoja.

Kaasukäyttöisellä korvaamiseen soveltuvia autoja löytyy. Järkevimmin korvattavissa ovat vihreän taulukon Ford Transit, Mercedes-Benzit, Toyota Hiace sekä Volvo-kuorma-autot, jotka ovat jo 20 vuotta vanhoja. Muutkin vihreän taulukon autot ovat yli 10 vuotta vanhoja. Vesiliikelaitoksen autot on esitelty taulukossa 7.

Taulukko 7. Vesiliikelaitoksen autot

FORD TRANSIT 150L	MERCEDES BENZ 410D-904419/403	CITROEN JUMPER
MERCEDES BENZ 312D	OPEL COMBO	CITROEN JUMPER
MERCEDES BENZ 312D DOPPEL	TOYOTA HIACE LXH18L-SBMRXW4X4	CITROEN JUMPER
SAAB 4D HATCHBACK 9-3 2.0		CITROEN JUMPER
TOYOTA HIACE		CITROEN JUMPER
TOYOTA VERSO LINEA SOL		IVECO 50C15V 16M3
OPEL MOVANO		IVECO 50C15V 16M4
OPEL MOVANO		IVECO 50C15V 16M5
VOLVO FL10-6X2		IVECO 50C15V 16M6
VOLVO FL10-6X2/3500-1350		IVECO 50C15V 16M7
		MB VITO 114 CDI 4X4
		MB VITO 114 CDI 4X5
		MERCEDES BENZ VITO
		MERCEDES-BENZ SPRINT-TER 310 CDI
		VW LT 46
		VW LT 46

8 TULOSTEN ANALYSOINTI

Tämän selvityksen perusteella noin 38 % autoista sopisi hyvin korvattavaksi kaasukäyttöisellä ajoneuvolla. Tämä tarkoittaisi noin 51 auton hankkimista. Autokannassa oli paljon yli kymmenen vuotta vanhoja autoja, ja osa oli jopa yli 20 vuotta vanhoja. Lisäksi noin 14 % voisi varauksella soveltua korvattavaksi kaasukäyttöisellä autolla.

Huonosti, tai ei lainkaan soveltuvia autoja korvaukseen oli noin 48 %. Autot olivat uusia tai uudehkoja, joko kuorma-autoja tai nelivetoisia. Taulukossa 8 on yksikkökohtaiset automäärät, sekä kaasuautolla korvaukseen soveltuvat autot.

Taulukko 8. Yksikkökohtaiset automäärät ja soveltuvuus kaasuautokorvaukseen

Yksikkö	Automäärä	Korvattavissa kaasuautolla	%
Hankinta- ja logistiikka-keskus	27	11	41 %
Työkeskus	14	6	43 %
Kiinteistöliikelaitos	19	5	26 %
Kulttuuritoimiala	2	1	50 %
Hyvinvointitoimiala	42	18	43 %
Vesiliikelaitos	29	10	34 %
Yhteensä	133	51	38 %

8.1 Mahdolliset jatkotoimenpiteet

Alla on esitelty kaksi mahdollista skenaariota, kuinka autokantaa voisi lähteä päivittämään kaasukäyttöisiin autoihin. Toinen skenaario on varovainen, riskittömämpi ja halvempi skenaario pitäen sisällään muutamien autojen uusimisen. Toinen on vähemmän varovainen, luonnollisesti kalliimpi ja sisältää useampien autojen hankinnan.

8.2 Varovainen uudistuskenaario

Varovaisessa skenaariossa korvaukseen voitaisiin ottaa 5 autoa eri yksiköistä. Tämä voisi toimia niin sanottuna ”pilottihankkeena” autokannan uudistamisessa. Autojen ympärivuotista toimintaa voitaisiin seurata esimerkiksi vuoden tai kahden vuoden ajan. Myös huoltohintojen vertailua on syytä tehdä verraten kaasuautoja tavallisiin, fossiilista polttoainetta käyttäviin ajoneuvoihin.

Varovaisen uudistuksen hinta autojen osalta ilman alennuksia, autojen listahinnoin olisi noin 143 000 euroa. On tosin muistettava, että autoja olisi korvattava uusilla joka tapauksessa. Korvattavaksi on valittu eri kokoluokan autoja, yksi täysikokoinen pakettiauto, yksi tila-auto, yksi farmariauto ja kaksi pienen kokoluokan henkilöautoa. Varovainen uudistus toisi vuositasolla noin 200 euron verosäästöt. Kustannuslaskelmat ja autot löytyvät liitteen 1 ylemmästä taulukosta.

Tällaisella pilottihankkeella pääsee pienehköllä rahasummalla kokeilemaan, kuinka autot toimivat vaihtelevissa olosuhteissa. Mikäli kokemukset autoista tulisivat olemaan positiivisia, voitaisiin suunnitella suurempien automäärien korvaamista.

8.3 Vähemmän varovainen uudistuskenaario

Vähemmän varovaisessa skenaariossa autoja uudistettaisiin 15 auton verran. Viisi täysikokoista pakettiautoa, kolme tila-autoa, kaksi farmariautoa ja viisi pienen kokoluokan henkilöautoa korvattaisiin kaasukäyttöisillä. Nämä autot maksaisivat noin 526 000 euroa. Vähemmän varovainen uudistus toisi vuositasolla noin 1800 euron verosäästöt. Kustannuslaskelmat ja autot löytyvät liitteen 1 alemmasta taulukosta.

Autoja uudistettaisiin yhtä lukuunottamatta jokaisesta yksiköstä. Kulttuuritoimen kaikkiaan kahta autoa ei valittu korvattavien joukkoon. Korvattaviksi päätyi työkeskuksesta yksi pakettiauto, kiinteistötoimesta kaksi tila-autoa, hankinta- ja logistiikkakeskuksesta kolme pakettiautoa, vesilaitokselta yksi pakettiauto, yksi farmari- ja yksi tila-auto. Hyvinvointitoimialalla uudistettaisiin viisi pienen kokoluokan henkilöautoa ja yksi farmariauto.

Kiinteistötoimen kahta tila-autoa korvaamaan on valittu tietoisesti kaksi erimerkkistä, mutta saman kokoluokan kaasuautoa, jotta niiden käyttöä ja toimivuutta voidaan verrata merkkien kesken.

8.4 Muut huomiot ja pohdinnat

Edellä esitettyjä kaasuautojen hankintahintoja pohdittaessa on muistettava, että korvattavat autot maksaisivat perinteisinä versioina lähes saman verran. Lisäksi kannattaa huomata, että kaasuautoilla saataisiin polttoainekustannuksia sekä CO₂-päästöjä vähennetyksi.

Puhtaampien ympäristöarvojen suosiminen on tämän päivän kasvava trendi, mikä on erittäin tärkeä asia ilmastonmuutoksen hidastamista ajatellen. Se näkyy kaikessa tekemisessä. Mikäli Turun kaupunki päättää hankkia ympäristöystävällisiä kaasuautoja, ne voitaisiin varustaa mainosteippauksilla, kuten esim. ”Tämä auto kulkee 100 % suomalaisella biokaasulla. Näiden tekstien näkyminen Turun katukuvassa saattaisi hyvin herättää ja lisätä mielenkiintoa biokaasua kohtaan.

Tavallisella kansalaisella ei välttämättä ole käsitystäkään, että Suomessa tuotetaan biokaasua, joka soveltuu liikenteen polttoaineeksi. Yleinen käsitys on, että autot ovat bensiini- tai dieselkäyttöisiä, sähköautoja tai hybridejä. Kaasulla toimivien autojen olemassaolosta harvalla on tietoa. Kaasutekniikka on kuitenkin ollut käytössä vuosikymmeniä. Kaasuautoja ei ole aiemmin mainostettu, kun taas hybridi- ja sähköautoja on mainostettu televisiossa, lehdissä ja radiomainoksissa. Tämä on havaittu myös kaasualalla, joka on hiljattain käynnistänyt ajakaasulla.fi -kampanjan.

Öljyvarantojen huetessa ja aikanaan loppuessa on tärkeää, että ”pyörät jatkavat pyörimistä”. Yhteiskunta ei toimi, mikäli tavara ja ihmiset eivät liiku. Tavaratoimitukset ovat yhteiskunnan toiminnan kannalta suuressa roolissa, joten autojen täytyy pysyä liikkeessä.

9 YHTEENVETO

Opinnäytetyössä käytiin läpi hienoisesti liikennebiokaasun käyttöpotentiaalia yhden yrityksen kannalta Turun talousalueella. Liikennebiokaasun tankkausmahdollisuus on tulossa Turun sataman alueelle 2016, joten tulevaa mahdollisuutta ajaa täysin suomalaisella polttoaineella, joka kaiken lisäksi on tehty jätteestä, tulisi markkinoida näkyvästi.

Työ aloitettiin potentiaalisten kohdeyritysten- tai yhteisöjen kartoittamisella. Tarkoituksena oli ottaa tarkasteltavaksi suuria automääriä hallinnoivia yrityksiä tai yhteisöjä. Kohdeyhteisöksi valikoitui Turun kaupunki, jonka hallinnon alaisuudessa on useita autoja.

Selvitystä varten kaupungilta pyydettiin tietoja autojen merkistä ja mallista, vuosimallista, vuotuisista ajokilometreistä, paljonko autolla on ajettu, verotiedoista, CO₂-päästöistä, erityisvarustelun tarpeesta jne. Läheskään kaikkia tietoja ei saatu, joten tarkastelussa pääasiallisesti tarkastelukohteeksi muodostuivat auton ikä ja verotiedot. Jossain määrin myös auton merkki vaikutti valintaan.

Selvityksessä kaasautolla korvattavaksi soveltuvia autoja oli noin 40 % autokannasta. Vanhimmat autot olivat yli 20 vuotta vanhoja. Kaikki korvaukseen hyvin soveltuvat olivat vähintään kymmenen vuotta vanhoja. Mikäli Turun kaupunki alkaa uudistaa ajoneuvokalustoaan vaihtoehtoisilla polttoaineella kulkeviin autoihin, voisi näistä 40 %:sta olla viisasta aloittaa uudistaminen.

Autoista 14 % voisi soveltua korvattavaksi kaasautolla pienin varauksin. Nämä autot ovat pääosin noin kymmenen vuotta vanhoja tai hieman uudempia. Kaasautolla korvaaminen kuitenkin olisi ehkä viisaampaa aloittaa vanhemmista autoista.

Noin 46 % autoista ei suoraan ollut soveltuvia korvattavaksi kaasautolla. Autot olivat uusia tai uudehkoja, ne olivat kuorma-autoja tai nelivetoisia. Markkinoilla ei tarkasteluhetkellä ollut nelivetoisia kaasuautoja.

Työssä on esitetty kaksi skenaariota, kuinka autokantaa voisi lähteä uudistamaan kaasuautoilla. Varovaisessa skenaariossa uusittaisiin viisi autoa eri yksiköistä. Tämän uudistuksen hinta oli noin 143 000 €. Vähemmän varovaisessa skenaariossa uusittaisiin 15 autoa eri yksiköistä. Uudistuksen hinta oli noin 526 000 €. Uudistus toisi tullessaan vähenemää sekä polttoainekustannuksiin että CO₂-päästöihin.

LÄHTEET

AKE 2008. Tiedote 8/2008 katsastajille.

Autotuojat Ry, 2016, Vähäpäästöisten ajoneuvojen yleistymisen edistäminen taloudellisin kannustein

Biokaasuauto 2016a. Biokaasun jalostus biometaaniksi. viitattu 11.5.16
<http://www.biokaasuauto.fi/biokaasu/biokaasusta-biometaania>

Biokaasuauto 2016b. Miten toimii. Viitattu 11.5.16
<http://www.biokaasuauto.fi/kaasuauto/miten-toimii>

Bioste 2014. Biokaasu. Viitattu 4.5.16 <http://bioste.fi/bioenergia/biokaasu/>

CNGHouse 2016. Muutokset. Viitattu 11.5.16 <http://www.cnghouse.fi/muutokset/>

CO₂-Raportti 2009. 50 kysymystä ja vastausta biokaasusta ja biokaasuautoista. viitattu 6.5.16 http://www.co2-raportti.fi/?heading=50-kysymyst%C3%A4-ja-vastausta-biokaasusta-ja-biokaasuautoista&page=ilmastovinkit&news_id=756

Ekokem 2015. Lisää biokaasua Suomeen Ekokemin Kiertotalouskylän jätteistä. Viitattu 11.5.16 <http://www.ekokem.com/fi/media/uutiset/lisaa-biokaasua-suomeen-ekokemin/>

Gasbilen 2015. Hur många gasbilen finns det i Sverige? viitattu 11.5.16
<http://www.gasbilen.se/Att-valja-ratt-bil/FAQBilen/FAQStatistikBilar>

Gasum 2015. Gasum kotimaiseen omistukseen. Viitattu 11.5.16
http://gasum.fi/Tietoa_Gasumista/Uutiset/2015/gasum-kotimaiseen-omistukseen/

Gasum 2016a. Gasum lyhyesti. Viitattu 11.5.16 http://gasum.fi/Tietoa_Gasumista/Gasum-lyhyesti/

Gasum 2016b. Biokaasu on uusiutuvaa, ympäristöystävällistä energiaa. Viitattu 11.5.16
<http://gasum.fi/Kaasutietoutta/Biokaasu/>

Gasum 2016c. Tankkausasemien sijainnit Suomessa. Viitattu 4.5.16
<http://www.gasum.fi/Kaasun-tankkausasemat/Tankkausasemien-sijainnit/>

Gasum 2016d. Maakaasun hankinta ja siirto. Viitattu 11.5.16
<http://gasum.fi/Kaasutietoutta/Maakaasu/Maakaasun-hankinta/>

Helsingin Kaupunki 2016. Vähäpäästöisten autojen pysäköintimaksujen alennus. Viitattu 11.5.16 http://www.hel.fi/www/helsinki/fi/kartat-ja-liikenne/pysakointi/vahapaastoisten_alennus

Huttunen, M. & Kuittinen V. 2015. Suomen Biokaasulaitosrekisteri n:o 18.

Kempainen, T.2014. BiFuel Konversio. Opinnäytetyö. Metropolia Ammattikorkeakoulu.

Kymäläinen, M. & Pakarinen, O. 2015, Biokaasuteknologia: Raaka-aineet, prosessointi ja lopputuotteiden hyödyntäminen.

Lampinen, A. 2004. Biokaasun tuotannon ja hyödyntämisen perusteet

Lampinen, A. 2009. Uusiutuvan liikenne-energian tiekartta

Lampinen, A. 2012 Tiekartta uusiutuvaan metaanitalouteen.

Lautsi, V. 2013. Veikko Lautsi. 2013. Helsingin Sanomat. Muuttaisinko autoni kulkemaan kaasulla - näin se käy. Viitattu 11.5.16 <http://www.hs.fi/autot/a1377245015750>

Lipasto 2016. Metaani CH₄. Viitattu 11.5.16 <http://lipasto.vtt.fi/liisa/ch4s.htm>

Motiva 2015. Kaasuautot. Viitattu 11.5.16
http://www.motiva.fi/liikenne/henkiloautoilu/valitse_auto_viisaasti/ajoneuvotekniikka/moottori_tekniikka/kaasuautot

NGVItaly 2016. Gas naturale per i trasporti. viitattu 11.5.16 <http://www.ngvitaly.com/gas-naturale-per-i-trasporti/>

NGVJournal 2016. Worldwide NGV statistics. Viitattu 11.5.16
<http://www.ngvjournal.com/worldwide-ngv-statistics/>

Niskakangas 2015. Tuomas Niskakangas. 2015. Helsingin Sanomat, talous. Öljyn hinta romahtaa – syynä hurja pudotuspeli. Viitattu 16.5.2016
<http://www.hs.fi/talous/a1421300528905>

Polttoaine.net 2016. Maakaasun hinnat Suomessa. Viitattu 18.5.2016
<http://polttoaine.net/index.php?cmd=maakaasu>

Puhtaampiliikenne 2015. Tavoite: 35 uutta tankkausasemaa Suomeen. Viitattu 11.5.16
<http://www.puhtaampiliikenne.fi/uutinen/tavoite-35-uutta-gasumin-tankkausasemaa-suomeen.html>

Skoda 2016. Skoda Octavia hinnastot ja esitteet. Viitattu 11.5.16
<http://www.skoda.fi/mallisto/octavia/hinnastot/>

Torri, P. 2012. Biokaasu – Puhdas liikenteen polttoaine. Viitattu 11.5.2016
www.biokaasuyhdistys.net/docs/semin2012/Pasi_Torri.PDF

Valtioneuvosto 2015. Ratkaisujen Suomi, pääministeri Juha Sipilän hallituksen strateginen ohjelma.

Vihreä kaista 2016. Kuinka kauan kaasuauton tankkaus kestää? Viitattu 6.5.2016
<http://vihreakaista.fi/fi-fi/article/kaasu/kysymys-kuinka-kauan-kaasuauton-tankkaus-kesta/188/>

Öljy- ja biopolttoaineala 2016. 1.3 Raakaöljyn hintakehitys. Viitattu 15.6.2016
<http://www.oil.fi/fi/tilastot-1-hinnat-ja-verot/13-raakaoljyn-hintakehitys>

Autojen uudistussuunnitelmien autot ja kustannuslaskelmat

Yksikkö ja auto	VM	Vero vuodessa	Korvaava kaasuauto	Kaasuauton hinta	Kaasuauton vero vuodessa
KIIN_FORD TRANSIT 100 L	1997	544 €	Mercedes-Benz Sprinter 316NGT A	56 749 €	426 €
KULT_OPEL ASTRA 4D 1.7DTI	2000	610 €	Skoda Octavia G- Tec Ambition	25 006 €	336 €
HYTO_CITROEN 2D SAXO HATCHBACK 1.1	2003	181 €	VW Eco-Up! 1.0	16 125 €	267 €
HYTO_NISSAN MICRA	1999	197 €	VW Eco-Up! 1.0	16 125 €	267 €
VESI_TOYOTA VERSO LINEA SOL	2000	209 €	Volkswagen Caddy 1.4 TGI	28 953 €	261 €
Yhteensä		1741 €		142 959 €	1557 €

Yksikkö ja auto	VM	Vero vuodessa	Korvaava kaasuauto	Kaasuauton hinta	Kaasuauton vero vuodessa
HALO_VW (KOR.)TRANSPORTER 2.4D-70X0-3-KO	1998	989 €	Mercedes-Benz Sprinter 316NGT A	56 749 €	426 €
HALO_VW 4D CSPO CL- BASIC-T-9-2.5TDI-Z15-	2000	989 €	Mercedes-Benz Sprinter 316NGT A	56 749 €	426 €
HALO_VW LT 35 2.5 TDI	1999	1298 €	Mercedes-Benz Sprinter 316NGT A	56 749 €	426 €
TYÖK_FORD TRANSIT 100 L	1997	544 €	Mercedes-Benz Sprinter 316NGT A	56 749 €	426 €
KIIN_FIAT SCUDO 1,9D	2003	404 €	Volkswagen Caddy 1.4 TGI	28 953 €	261 €
KIIN_FIAT SCUDO 1,9D	2003	404 €	Opel Combo Tour 1.4 CNG	28 180 €	249 €
HYTO_CITROEN 2D SAXO HATCHBACK 1.1	2003	181 €	VW Eco-Up! 1.0	16 125 €	267 €
HYTO_NISSAN MICRA	1999	197 €	VW Eco-Up! 1.0	16 125 €	267 €
HYTO_CITROEN SAXO	2003	181 €	VW Eco-Up! 1.0	16 125 €	267 €
HYTO_OPEL ASTRA CA- RAVAN 1.6	2003	240 €	Skoda Octavia G-Tec Ambition	25 006 €	336 €
HYTO_FIAT P 2D HATCH- BACK 1.2	2004	168 €	Audi A3 G-tron Sportback	29 338 €	334 €
HYTO_FIAT PUNTO	2004	168 €	Audi A3 G-tron Sportback	29 338 €	334 €
VESI_FORD TRANSIT 150L	1996	652 €	Mercedes-Benz Sprinter 316NGT A	56 749 €	426 €
VESI_SAAB 4D HATCHBACK 9-3 2.0	2000	262 €	Skoda Octavia G-Tec Ambition	25 006 €	336 €
VESI_TOYOTA VERSO LINEA SOL	2000	208 €	Volkswagen Caddy 1.4 TGI	28 953 €	261 €
Yhteensä		6885 €		526 896 €	5043 €