

samk



Satakunnan ammattikorkeakoulu
Satakunta University of Applied Sciences

HENRIK JÄRVELIN

Ympäristöystävälliset ja tehokkaat kuljetukset kuljetusalan yrityksessä

LOGISTIIKAN TUTKINTO-OHJELMA
2024

TIIVISTELMÄ

Järvelin, Henrik: Ympäristöystävälliset ja tehokkaat kuljetukset kuljetusalan yrityksessä
Opinnäytetyö, AMK
Logistiikka
Maaliskuu 2024
Sivumäärä: 38

Opinnäytetyön tavoitteena oli hakea tietoa uusista käyttövoimista, jotka voisivat korvata dieselpolttoaineen tulevaisuudessa. Käyttövoimien pitäisi olla myös kuljetusyrityksille kannattava vaihtoehto, mikä voisi mahdollisesti säästää kuluissa sekä mahdollisesti parantaisi tehokkuutta. Työssä myös tavoitteena oli löytää käyttövoimista eroja ja minkämoisiin tehtäviin ne soveltuvat.

Opinnäytetyössä tutkittiin kaasua ja sähköä käyttövoimana, mikä mahdollisesti voisi korvata dieselin tulevaisuudessa. Uudet polttoaineet voisivat tiputtaa yritysten hiilijalanjälkeä ja olla askel lähemmäksi hiilineutraalisuutta. Teoksessa tutkittiin myös kaasun sekä sähkön tankkaus/lataus infrastruktuuria. Tankkaus ja lataus infrastruktuurin todettiin olevan vielä alkutekijöissä sähkön osalta ja kaasun todettiin olevan jo askeleen edellä raskaankaluston latausinfrastruktuuria. Työssä käytiin myös läpi kaluston hankintahintaa ja onko se kannattava vaihtoehto. Käyttövoimien ympäristö näkökulmaa tuotiin myös ilmi ja selvitetiin, kumpi on ympäristön puolesta parempi vaihtoehto.

Molempien käyttövoimien todettiin olevan vallan hyvä vaihtoehto dieselin korvaajaksi. Tosin kaasu on kyseisellä hetkellä parempi vaihtoehto, koska tankkausinfrastruktuuri on huomattavasti parempi. Kaasu auton tekniikka todettiin olevan dieselin kaltainen, jolloin korjaus- sekä huoltokustannusten olevan maltillisemmat sähköiseen ajoneuvoon verrattaessa. Hankintahinnoissakin oli huomattavia eroja sähkön ollessa kaikista kallein vaihtoehto ja kaasulla toimiva oli hiukan dieseliä kalliimpi.

Avainsanat: Sähkö, Kaasu, Käyttövoima, Raskaskalusto, Yhdistelmäajoneuvo, Kuorma-auto, Maakaasu, Biokaasu, Nesteytetty kaasu, Paineistettu kaasu

ABSTRACT

Järvelin, Henrik: Environmentally friendly and efficient transports in your transport company
Bachelor's thesis
Logistic's
March 2024
Number of pages: 38

The aim of the thesis was to seek information on new alternative fuels that could potentially replace diesel fuel in the future. The alternative fuels should also be a profitable option for transportation companies, potentially saving costs and improving efficiency. The goal of the thesis was also to identify differences between the alternative fuels and determine their suitability for various tasks.

The thesis investigated gas and electricity as potential alternative fuels that could replace diesel in the future. These new fuels could reduce companies' carbon footprint and move closer to carbon neutrality. The thesis also examined the refueling/recharging infrastructure for gas and electricity. It was found that the infrastructure for electric vehicles is still in its early stages, while gas infrastructure is already somewhat ahead, especially for heavy-duty vehicles. The thesis also discussed the acquisition cost of the vehicles and whether it is a profitable option. The environmental aspect of the alternative fuels was also addressed, comparing which option is better for the environment.

Both alternative fuels were found to be viable options for replacing diesel. However, at the current moment, gas is considered a better option due to its more developed refueling infrastructure. Gas-powered vehicle technology was found to be similar to diesel, resulting in lower repair and maintenance costs compared to electric vehicles. There were also significant differences in acquisition costs, with electric vehicles being the most expensive option and gas-powered vehicles being slightly more expensive than diesel.

Keywords: Electric, Gas, Alternative Fuel, Heavy-duty Vehicles, Hybrid Vehicles, Trucks, Natural Gas, Biogas, Liquefied Gas, Compressed Gas

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	6
2 TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA TAVOITTEET.....	6
2.1 Tutkimuksen tavoitteet.....	6
2.2 Tutkimuskysymykset ja viitekehys	7
2.3 Rajaavat tekijät.....	8
2.4 Eettiset kysymykset	9
3 SÄHKÖ JA KAASU KÄYTTÖVOIMANA	9
3.1 Sähköstä ja Kaasusta yleisesti	9
3.2 Sähkökuorma-autot yleistyvät	10
3.3 Kaasua käyttävät kuorma-autot yleistyvät	10
3.4 Sähkökuorma-auton ympäristöystävällisyys.....	11
3.5 Kaasukuorma-auton päästöt	12
4 SÄHKÖLLÄ AJAMINEN SUOMESSA.....	13
4.1 Sähköstä yleisesti.....	13
4.2 Sähkötekniikka	13
4.3 Latausinfrastruktuuri	15
5 KAASULLA AJAMINEN SUOMESSA	16
5.1 Kaasusta yleisesti.....	16
5.2 Kaasurekan tekniikka	18
5.3 Oikean kaasun valinta	19
5.4 Kaasun tankkaus	20
6 FOSSIILITTOMAN POLTTOAINEEN KUSTANNUS SÄÄSTÖT	21
6.1 Sähkökuorma-auton hankinta.....	21
6.2 Kaasukuorma-auton hankinta.....	22
6.3 Hankintatuki.....	23
7 TUTKIMUKSEN TOTEUTTAMINEN.....	25
7.1 Tutkimusmetodologia ja aineiston keruu	25
7.2 Tutkimuksen luotettavuus.....	26
8 EMPIIRISET TULOKSET	26
8.1 Kuljettajien näkökulmat.....	26
8.2 Kuljetusyrittäjän näkökulma.....	28
9 TULOKSET	29
LÄHTEET.....	32
LIITE 1: KULJETTAJAN HAASTATTELURUNKO	36
LIITE 2: KULJETUSYRITTÄJÄN HAASTATTELURUNKO	37

SYMBOLI JA LYHENNELUETTELO

LNG = nesteytetty maakaasu

LBG = nesteytetty biokaasu

CNG = paineistettu maakaasu

CBG = paineistettu biokaasu

AC = vaihtovirtalataus

DC = tasavirtalataus

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tarkoituksena on saada toimeksiantaja yritykselle parempi kuva sähköllä tai kaasulla toimivista rekoista, jotta he saisivat parempaa tietoa kummastakin käyttövoimasta ja osaisivat sen mukaan valita oman yrityksen ajoihinsa paremmin soveltuvan käyttövoiman. Maapallon ilmaston lämpötilan noustessa on erittäin tärkeää miettiä vanhojen fossiilisten polttoaineiden, kuten dieselin, korvaamista. Kuljetusyritysten on ajankohtaista uusia kalustoaan ja pyrkiä pienentämään päästöjä tehokkuudesta ja taloudellisuudesta tinkimättä. Työssä myös selvitetään molemman käyttövoiman tankkausmahdollisuuksia, kuten mistä niitä löytyy ja miltä lataus- ja tankkauspaikkojen tulevaisuus näyttää Suomessa.

2 TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA TAVOITTEET

2.1 Tutkimuksen tavoitteet

Tavoitteena on löytää toimeksiantajayritykselle teknistä ja taloudellista tietoa kahdesta käyttövoimasta. Yritys kenelle työ tehdään ei ole kovin suurikokoinen kuljetusyritys, joten on erittäin tärkeää löytää heille taloudellisuudesta ja tehokkuudesta tinkimätön käyttövoima. Teoksessa pyritään myös avaamaan yritykselle uusia näkökulmia, jotka mahdollisesti auttaisivat heitä valitsemaan modernimman käyttövoiman ja samalla vähentäisivät fossiilisten polttoaineiden käyttöä. Käyttövoiman valinta ei saisi vaikuttaa negatiivisesti yrityksen taloudellisuuteen ja kannattavuuteen. Valinnan tulisi säästää kuluja ja parantaa tehokkuutta.

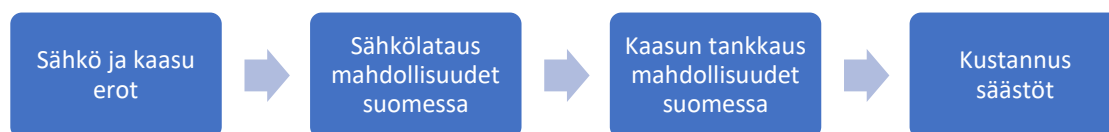
2.2 Tutkimuskysymykset ja viitekehys

1. Minkälaisia eroja on sähköllä ja kaasulla käyttövoimana yhdistelmäajoneuvossa?
2. Millainen tilanne on raskaan kaluston sähkölatausasemilla Suomessa?
3. Millainen tilanne on raskaan kaluston kaasutankkausasemilla Suomessa?
4. Millaisia kustannussäästöjä saataisiin vaihdettaessa fossiilittomaan käyttövoimaan?

Opinnäytetyön tavoitteena on löytää yritykselle taloudellisempi ja ympäristöystävällisempi polttoaine kuin fossiilinen diesel. Kuljetusyrityksien tulisi tietää heille parhaiten sopiva käyttövoima. Käyttövoimien erot pitää tuoda ilmi. Molemmissa on puolensa. Yhdellä voi päästä pidemmälle, kun taas toisella yrityksellä ajot eivät välttämättä ole pitkiä, jolloin tarvitsevat lyhyemmälle ajomatkalle sopivamman ajoneuvon. Molemmat ovat jokseenkin uusia keksintöjä ja niitä kehitetään huomattavaa vauhtia.

Enimmäkseen talvella raskasta kalustoa käyttävän yrityksen (esim. lumiauraus) tai pääsääntöisesti Lapissa toimivan yrityksen ei ehkä vielä kannata hankkia näiden kuorma-autojen käyttövoimaksi sähköä. Toisaalta jos kuorma-autoyrityksellä on lämpimät tallit, missä autot ovat ladattavissa öiseen huokeamman sähkön aikaan, sähkö saattaa olla hyväkin vaihtoehto.

Valitettavasti mm. lataus- ja tankkauspaikkojen lukumäärä ei pysy kehityksen mukana. Pohjoisessa sijaitsevilla kuljetusyrityksillä on vaikeampaa menestyä, koska tankkaus- ja latausinfrastruktuuri ei ole niin tiivistä verrattuna eteläiseen Suomeen. Jotta kuljetusyritykset saataisiin vaihtamaan fossiilinen polttoaine uusiutuvaan energiaan, on tärkeää saada säästöjä aikaiseksi käyttövoimaa vaihdettaessa. Kuljetusyritysten on syytä pysyä kehityksessä mukana tutkailmalla käyttövoimien eroja ja sitä, mitä mahdollisia kustannussäästöjä uudet ajoneuvot voisivat luoda.



Kuvio 1. Viitekehys

2.3 Rajaavat tekijät

Tutkimusta rajataan seuraavasti. Tutkimus tehdään Suomesta, koska tästä työstä eniten hyötyvät yritykset ovat suomalaisia. Lataus- ja tankkauspaikkojen selvittäminen ja tulevaisuuden infrastruktuuri olisivat liian laaja käsite. Oikean tiedon etsiminen olisi erittäin vaikeaa ottaen huomioon esim. nykyinen poliittinen epävarmuus sekä globaalisti että kansallisesti. Eduskunnan ja hallituksen voimasuhteiden vaihtuessa neljän vuoden välein verotuksen painotukset esim. polttoaineiden suhteen ovat hyvin merkittäviä kuljetusyrittäjille. Toisaalta Venäjän hyökkäys Ukrainaan ja siitä aiheutuneet sanktiot nostivat kaasun hintaa myllertäen koko kaasumarkkinat. Läntisen maailman ja Kiinan kärjistyvät suhteet saattavat vaikuttaa akkuteollisuuteen tavalla, mitä tällä hetkellä voi vain arvailla.

Tässä opinnäytetyössä polttoainevaihtoehtoja on vain kaksi, kaasu ja sähkö. Nämä ovat tällä hetkellä trendaavassa asemassa, joita kumpaakin kehitetään huimaa vauhtia. Molemmat käyttövoimavaihtoehdot ovat myös suhteellisen tuoreita. Niiden kehitys on vielä alkutekijöissä, mutta todettu toimivan kuitenkin fossiilisten polttoaineiden korvaavana tekijänä.

2.4 Eettiset kysymykset

Työn eettiset kysymykset liittyvät luottamuksellisuuteen. Toimeksiantaja yrityksen kanssa on allekirjoitettu opinnäytetyösopimus. Työ tulee tehdä puolueettomasti ja saada molemmista käyttövoimista tarpeeksi laaja käsite, jotta yritys saisi taloudellista säästöä aikaiseksi tinkimättä tehokkuudesta. Tavoitteena on löytää yritykselle paras mahdollinen käyttövoima dieselin korvaajaksi, jotta yritys saisi pudotettua päästöjään ilmakehään hiilijalanjäljen ollessa pienempi.

3 SÄHKÖ JA KAASU KÄYTTÖVOIMANA

3.1 Sähköstä ja kaasusta yleisesti

Ilmaston lämpenemistä ajatellen on erittäin tärkeää saada päästöjä pienemmäksi. Suomessa päästöjä tulisi vähentää 50 % vuoteen 2030 mennessä. Vuonna 2045 Suomen tulisi olla maa, missä päästöt olisivat nollassa. Kotimaan liikenteessä suurimmat päästöt tulevat tieliikenteestä ja sen on laskettu olevan n. 95 %. Vuonna 2020 tieliikenteen päästöt olivat 9,9 miljoonaa tonnia, josta tavaraliikenteen osuus oli 3,3 miljoonaa. Maanteillä kuljetettiin n. 260 miljoonaa tonnia tavaraa, rautatiellä vastaavasti vain n. 22 miljoonaa tonnia. Lukemien perusteella Suomessa eniten tavaraa liikkuu kumipyörillä. Jotta Suomi pääsee päästötavoitteisiin, raskaaseen kalustoon on keskityttävä enemmän. Päästöjen vähentämiseksi on keksittävä parhaimmat mahdolliset vaihtoehdot. (Plugit,2022)

Isommat yritykset ovat ryhtyneet jo uusimaan kalustoa hankkimalla kaasu- ja sähkökäyttöisiä kuorma-autoja. Suurimmissa ongelmissa ovat vähän syrjässä vaikuttavat kuljetusyritykset, koska esimerkiksi maaseudulla sähkökuorma-autojen latauspaikkoja on harvaksen, kuten myös kaasun tankkauspaisteita. Tankkauspaisteiden puuttuminen tekee toistaiseksi vähempipäästöisten polttoaineiden käyttämisestä hankalaa. Esimerkiksi ei ole kovin ekologista kiertää ajoreitiltä 50 km lähimmälle tankkauspaisteelle. Kuormakokojen

kasvattaminen on myös ollut suuri apu päästöjä tarkkaillessa. Ottamalla yhdellä kerralla enemmän lastia kyytiin ei tarvitse kiertää niin montaa lenkkiä eikä tarvita yhtä montaa ajoneuvoa saman rahdin siirtämiseksi. (plugit, 2022)

3.2 Sähkökuorma-autot yleistyvät

Sähkökuorma-autot ovat yleistyneet kovasti viime vuosien aikana. Sähkökuorma-autoja käytetään pääsääntöisesti jakelutyössä, koska akuilla ajettava matka ei ole vielä riittävän kehittynyt todella pitkille matkoille. Suurimpana esteenä sähköllä toimivien kuorma-autojen kanssa on akkujen paino, mikä vie massaa pois kokonaiskantavuudesta. Mutta kaupungissa jakeluautona sähköinen toimii vallan hyvin. Haju- ja meluhaittoja ei juurikaan ole. Sähköllä toimivissa ei myöskään ole tehosta puutetta, koska vääntö ja tehot tulevat välittömästi. Kierroksia ei tarvitse nostattaa parempaa teho/vääntöaluetta etsiessä. Suurimpia ongelmia raskaan kaluston sähköistymisessä on latauspaikkojen puuttuminen. Henkilöauton laturilla ei saada latausta optimoitua, sillä raskas kalusto vaatii enemmän virtaa ja lataukset kestävät luonnollisesti pidempään. Latauspisteitä voi vuokrata/ostaa, mutta latauksen ollessa vähissä kesken työpäivän, kuljettajan on ehkä palattava terminaaliin latailemaan. (YLE,2022)

Todennäköisesti sähköllä toimivien rekkojen yleistyessä eri terminaaleilla tulee olemaan enemmän latauspisteitä ja lastauksen ja/tai purkauksen aikana saadaan ladattua lisää toimintamatkaa päivän askareisiin. Sähköajoneuvot kuitenkin ovat melko uudehkoja, eikä kehitys ole vielä täysin optimaalinen, mutta ne tulevat kehittymään hurjaa vauhtia seuraavien vuosien saatossa. (YLE, 2022)

3.3 Kaasua käyttävät kuorma-autot yleistyvät

Kaasua polttoaineena käyttävä raskaskalusto on yleistynyt huomattavasti. Esimerkiksi Euroopassa oli vuonna 2020 15'000 nesteytettyä kaasulla toimivaa kuorma-autoa. Kaasua käyttövoimanaan käyttävät kuorma-autot ovat uusi trendi raskaassa kalustossa. Amazon on myös yhtenä suurimmista yrityksistä ryhtynyt käyttämään kaasulla toimivia kuorma-autoja. Tiukentuneiden

päästörajoitusten takia kaasun valitseminen polttoaineeksi tulee vakiintumaan enemmän. (gasum,2022)

Kaasuissa on kahta vaihtoehtoa, jotka ovat LNG- ja LBG-kaasu. LBG on täysin uusiutuvaa nesteytettyä biokaasua ja sitä käytetään pohjoismaissa jopa 90 % kun taas Euroopassa 25 %. Kaasulla toimivien ajoneuvojen yleistymiseen on vaikuttanut myös alan yrittäjien keskenään puhutut edut ja haitat. Kaasulla toimivien kuorma-autojen on todettu olevan ekologisempi vaihtoehto kuin perinteinen dieselillä toimiva, eikä tehostakaan ole tingitty. Pohjoismaissa 90 % käytetty biokaasu (LBG) on laskettu vähentävän (well to wheel) hiilidioksidipäästöjä jopa 90 % verrattuna dieselillä toimivaan. Liikennepolttoaineiden well-to-wheel analyysissä on laskettu kaikki tuotannosta jakeluun syntyneet päästöt. Yrittäjille on myös erittäin tärkeää tietää matka, kuinka pitkään polttoaineella voidaan ajaa. Sähkökäyttöisellä se on n. 500 km, kun taas kaasukäyttöisellä voidaan ajaa tankkaamatta jopa 1700 km. ”Raskaan kaluston päästöjen vähentäminen on tärkeä askel ilmastotavoitteiden saavuttamiseksi” (Gasum, 2022)

3.4 Sähkökuorma-auton ympäristöystävällisyys

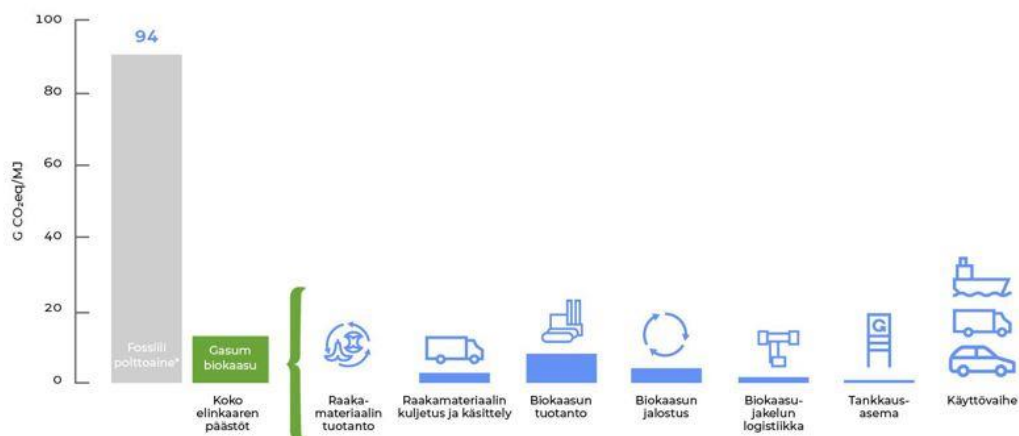
Sähköisellä kuorma-autolla ajaminen on täysin puhdasta ja siitä syntyvät päästöt ovat nolaluokkaa. Toisaalta sähköautojen päästöt valmistusvaiheessa ovat jopa 70 % suuremmat verrattuna tavalliseen polttomoottoriautoon. Päästöjen suuruus syntyy akkujen vaatimien metallien ja erikoismateriaalien tuotannosta. Yhden akun valmistamiseen tarvitaan 50 kg nikkeliä, 7 kg kobolttia ja 8 kg litiumia. Asiantuntijat ovat arvioineet, että yhden litiumtonnin irrottaminen maaperästä vaatisi noin 1250 tonnin maamassan nostamisen. Raaka-aineita tarvitsee vielä jatkojalostaa, mikä vaatii paljon energiaa, joka puolestaan tuottaa huomattavasti CO²-päästöjä ilmakehään. Akkuja valmistavat tehtaot toimivat usein paljon päästöjä ilmakehään aiheuttavalla hiilivoimalla. (iltalehti,2018)

Sähköautojen toimintamatka on toistaiseksi erittäin lyhyt, joten toimintamatkan pidentämiseksi yhteen autoon tarvitaan lisää akkuja. Yhden akun

valmistaminen voi vastata jopa yhdeksän vuoden ajamisesta tulleita päästöjä. Sähkökuorma-autoilla on kuitenkin mahdollista ajaa satojatuhansia kilometrejä, jolloin koko elinkaaren päästöt ovat pienemmät kuin dieselillä toimivien kuorma-autojen. 23 sähkökuorma-autoa, jotka ajavat n.180 km päivässä, voi vähentää vuodessa jopa 730 tonnia hiilidioksidipäästöjä (Iltalehti, 2018).

3.5 Kaasukuorma-auton päästöt

Kaasukuorma-auton valmistuspäästöt ovat samaa luokkaa kuin normaalilla kuorma-autolla. Ajamisessa syntyvät päästöt ovat tosin huomattavasti pienemmät ja myös polttoaineen valmistamisessa syntyvät päästöt ovat vähäisemmät. Gasumin tankkausasemilla voi itse valita, käyttääkö 100 % uusiutuvaa biokaasua, joka valmistetaan ihmisten käyttämistä jätteistä, kuten banaaninkuorista yms. Tankkausasemilla voi myös valita maakaasun, jonka kasvihuonepäästöjen on laskettu olevan n. 20 % vähäisempiä kuin bensiinillä. Biokaasu liikennekäytössä voi pudottaa kasvihuonepäästöjä jopa 90 %. Biopolttoaineen raaka-aineet noudetaan noin 100 km säteeltä laitoksesta, jossa biokaasu valmistetaan. Biopolttoaineen päästöissä huomioidaan myös raaka-aineiden keräämisestä tulevat päästöt ja siihen kuluva polttoaine. Myös biokaasun jakelulogistiikasta syntyvät päästöt on huomioitu laskelmissa ja tähän sisältyy myös tankkausasemien kuluttama sähkö. Liikennekäytössä olevan biokaasun hiilidioksidipäästöt ovat laskennallisesti nollaluokkaa muiden uusiutuvien polttoaineiden kanssa. (Gasum, 2022)



Kuva 1. Biokaasun tuotannonpäästöt. (Gasum, nd)

4 SÄHKÖLLÄ AJAMINEN SUOMESSA

4.1 Sähköstä yleisesti

Sähköisten kuorma-autojen ja rekkojen aikakausi on vasta alkutekijöissään, joskin kehitymässä melkoista vauhtia eteenpäin. Sähköllä toimivat ajoneuvot alkavat vakiinnuttamaan omaa paikkaansa jokapäiväisessä liikenteessä. Akkuteknologian ollessa vielä aika tuore keksintö ajettavat matkat, mitä kyseisillä ajoneuvoilla pystyy ajamaan, eivät ole aivan samalla tasolla kuin kaasulla tai dieselillä. Akkuteknologian kehityksen myötä saavutettavien kilometrien määrää on saatu nostettua. Yleistymisen myötä niistä on saatu myös enemmän tietoa esille. Ensimmäisten prototyyppien viat on saatu korjattua ja tekniikkaa parannettua. (YLE, 2022)

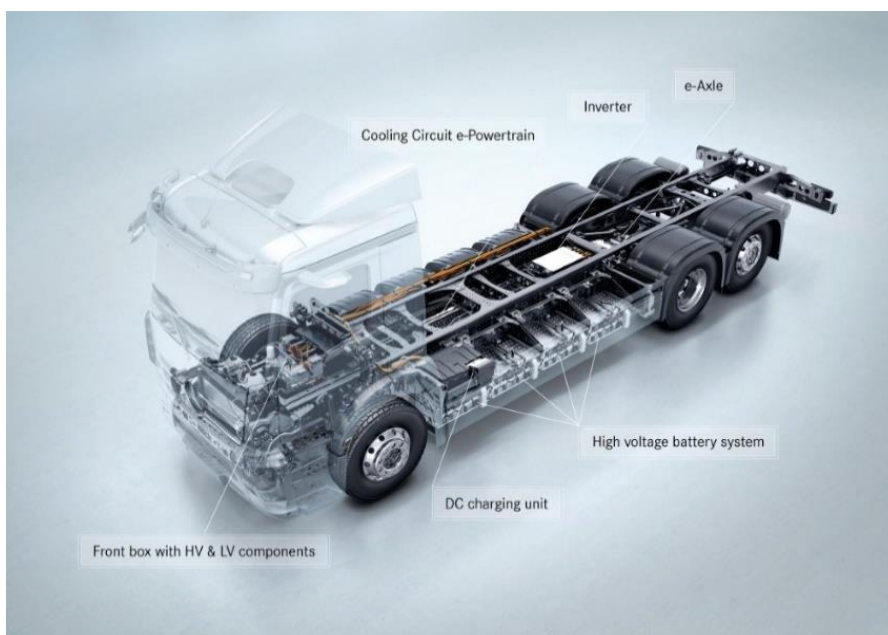
4.2 Sähkötekniikka

Sähkökuorma-auton/-rekan tekniikka koostuu akuista ja sähkömoottoreista. Yhdessä kuorma-autossa voi olla jopa kolme sähkömoottoria sijoitettuina ja jaettuina jokaisen akselin kesken. Jos akseleita on kolme, yksi sähkömoottori sijoitetaan kullekin akselille. Sähkömoottorit vaativat virtaa, mitä saadaan akustosta. Suuren energiatihedden aikaan saamiseksi uusimmat akut ovat litiumkennotekniikkaa. Yhden akun pituus koteloineen voi olla jopa 1,9 metriä. Volvon tällä hetkellä pisimmän matkan omaava kuorma-auto sisältää 6 kpl akkuja, jolloin autossa on tehoa 540 kWh ja toimintamatka jopa 300 km. Sähköisten kuorma-autojen ja rekkojen etuna on teho, mikä saavutetaan heti kaasua painamalla. Kierroksia ei ole syytä nostaa tehoalueelle pääsemiseksi. Saavutettava matka ei vaikuta kovin pitkältä, sillä akut tuovat kuorma-autoon useamman tuhat kiloa painoa lisää. Eduksi voidaan lukea se, että ajoneuvon lataaminen on aika nopeaa. Terminaalissa lastauksen ja/tai purkauksen aikana ladattaessa toimintamatka pitenee. Ajoneuvoihin on saatavissa kahdenlaisia lataustapaa. Vaihtoehtoina joko vaihtovirtalataus (AC) tai erittäin paljon nopeampi tasavirtalataus (DC). AC-tyylinen lataus soveltuu parhaiten jakeluun, mistä esimerkkinä on terminaali Pirkkalassa ja asiakkaat Tampereen

keskustassa. Lataus lataa yön aikana auton täyteen pidentäen akun elinikää. Toisaalta DC-lataus sopii parhaiten Tampereen ja Helsingin väliseen terminaaliin, jolloin lastauksen aikana auton akut lataantuvat erittäin nopeasti ja ajoneuvoon saadaan lisää toimintamatkaa. Tällainen lataustyyli soveltuu myös parhaiten ajoneuvoon, jolla ajetaan kahdessa vuorossa. DC-lataustyyllillä pystytään lataamaan lounastauon aikana jopa 250 kWh. Latausaikoihin tietenkin vaikuttavat ulkolämpötila, akun lämpötila ja akun kunto. (Raskaskalusto, nd)



Kuva 2. Sähköauton moottori (kuljetusnet, 2021)



Kuva 3. sähkökuorma-auto alusta (autotoday, 2021)

4.3 Latausinfrastruktuuri

Pitkän matkan ajaminen raskaalla kalustolla on suurin ongelma tällä hetkellä, koska raskaan kaluston latauspaikkoja on sangen vähän. Pitkän matkan taittaminen on hankalaa, eikä välttämättä ole edes kannattavaa yritykselle. Latausinfrastruktuuri ei ole pysynyt kehityksen mukana vaan pikemminkin laahaa hie-man perässä. Henkilöautojen kohdalla latauspaikkoja on jo useampien kauppojen ja huoltoasemien pihalla, mutta raskaan kaluston latureita löytyy enimmäkseen vain niiden yrityksiensä pihasta, jotka omistavat sähköisiä kuorma-autoja sekä terminaaleista, joissa kulkee päivittäin sähköistä kalustoa. Tähän mennessä latauspaikkojen infrastruktuuri on luotu yksityisten tahojen toimesta. Suurimpina ongelmina ovat raskaan kaluston akun lataamiseen vaadittava latausteho. Niiden latauspaikkojen suunnitteleminen ja rakentaminen maksavat enemmän kuin tavallisen henkilöauton latauspaikka. (energiauutiset,2023)

Euroopan vihreän kehityksen ohjelmassa Komissio on tyytyväinen Euroopan parlamentin ja neuvoston saavuttamaan poliittiseen yhteisymmärrykseen, jolla edistetään yleisesti saatavilla olevien lataus- ja vetytankkausasemien lukumäärää erityisesti tärkeimmillä liikennekäytävillä ja liikenteen solmukohtissa koko Euroopan unionissa. Yhteisymmärryksen saavuttaminen oli tärkeää, koska se edistää merkittävästi EU:n tavoitetta vähentää kasvihuonekaasujen nettopäästöjä vähintään 55 %:lla vuoteen 2030 mennessä ja mahdollistaa siirtymisen päästöttömään liikenteeseen. (Europa, 2023)

EU:n AFIR-ehdotuksen (= European Union Alternative Fuel Infrastructure Regulation) tavoite on edistää vaihtoehtoisiin käyttövoimiin siirtymistä mahdollistamalla riittävän kattava ja laaja vaihtoehtoisten polttoaineiden infrastruktuuri teillä, satamissa ja lentoasemilla. AFIR-asetuksen tehokas toteuttaminen edellyttää kansallista sääntelyä muun muassa viranomaisista ja seuraamuksista. Latauskenttiä pyritään saamaan 120 km välein. Näin pelkästään Suomeen saataisiin jo 24 raskaanliikenteen latauskenttää. Ilmaista ei latauskentän tekeminen ole, sillä yhden latauskentän tekeminen maksaa arviolta 1,7 miljoonaa euroa.

Uudella hallituksella on lain valmistelussa EU:n vaihtoehtoisten polttoaineiden infrastruktuurin käyttöönotosta annettua asetusta täydentäväksi lainsäädännöksi. Esityksessä ehdotetaan säädettäväksi uusi laki liikenteessä käytettävien vaihtoehtoisten käyttövoimien infrastruktuurin käyttöönotosta. Lailla täydennettäisiin ja täsmennettäisiin Euroopan unionin vaihtoehtoisten polttoaineiden infrastruktuurin käyttöönotosta ja direktiivin 2014/94/EU kumoamisesta annettua asetusta. Samalla laki 478/2017 liikenteessä käytettävien vaihtoehtoisten polttoaineiden jakelusta kumottaisiin. (valtioneuvosto, 2023)



Kuva 4. Latausvarikko. (sttinfo, 2022)

5 KAASULLA AJAMINEN SUOMESSA

5.1 Kaasusta yleisesti

Kaasu käyttövoimana on yleistymässä raskaassa kalustossa. Kaasuautot käyttävät polttoaineena maakaasua. Pohjoismaissa kaasu on joko nesteytettyä maakaasua LNG (LNG = Liquefied Natural Gas) tai biokaasua LBG (LBG

= Liquefied Biogas). Lyhyemmän matkan ajoissa, kuten paikallisjakelussa tai bussikuljetuksissa, käytetään taas Biokaasua CBG (= Compressed Biogas) tai Maakaasua CNG (= Compressed Natural Gas). (gasum,2022)

Käyttövoiman yleistyminen johtuu EU:n tiukoista päästötavoitteista ja kaasu on puhtain fossiilinen polttoaine. Kaasua polttamalla ei synny rikkidioksidia, eikä raskasmetallipäästöjä. Myös hiilidioksidipäästöt ovat huomattavasti pienemmät. Maakaasu muutetaan nestemäiseksi, mikä mahdollistaa kaasun kuljettamisen putkikaasuverkkojen ulkopuolelle. (gasum,2022)

Kaasu on täysin luonnonkaasu ja sen koostumus on suurimmaksi osaksi metaania. Maakaasu on myös hajuton, väritön ja myrkytön, mutta turvallisuuden lisäämiseksi siihen lisätään käsittelyn aikana haju. Jotta kaasu saataisiin hyötykäyttöön myös muualla kuin putkikaasuverkostoissa, kaasu tulee muuttua nestemäiseksi LNG. Maakaasu tulee jäädyttää -162° -asteeseen, jotta saataisiin nestemäistä maakaasua. Tämä prosessi pienentää tilavuutta 600-prosenttisesti. LNG:n metaanipitoisuudella on suuri merkitys tehon saantiin. Normaalisti metaaniprosentti vaihtelee 70–90 % välillä. (gasum,2022)

Biokaasua voidaan valmistaa monista eri raaka-aineista. Ekologisesti paras vaihtoehto on käyttää jätevettä tai vettä. Jätevesi tai jätteet mädätetään ja lopputuloksena syntyy metaania. Kun metaani edelleen jäädytetään -163° -asteessa, voidaan luoda nestemäistä biokaasua. Lyhyemmän matkan ajoissa käytetään paineistettua biokaasua CBG tai paineistettua maakaasua CNG. Paineistettu kaasu luodaan paineistamalla metaani 200 baariin asti. Kaasun ollessa nestemäistä sitä voidaan ryhtyä kuljettamaan kaasuverkon ulkopuolelle uusille markkinoille, kuten raskaaseen liikenteeseen tai laivoihin. LNG tai LBG käytetään raskaassa kalustossa. Tavallista henkilöauton tankkia eri luokkaa olevat isommat tankit ja suurempi määrä polttoainetta takaavat pidemmän toimintasäteen. (gasum,2022)



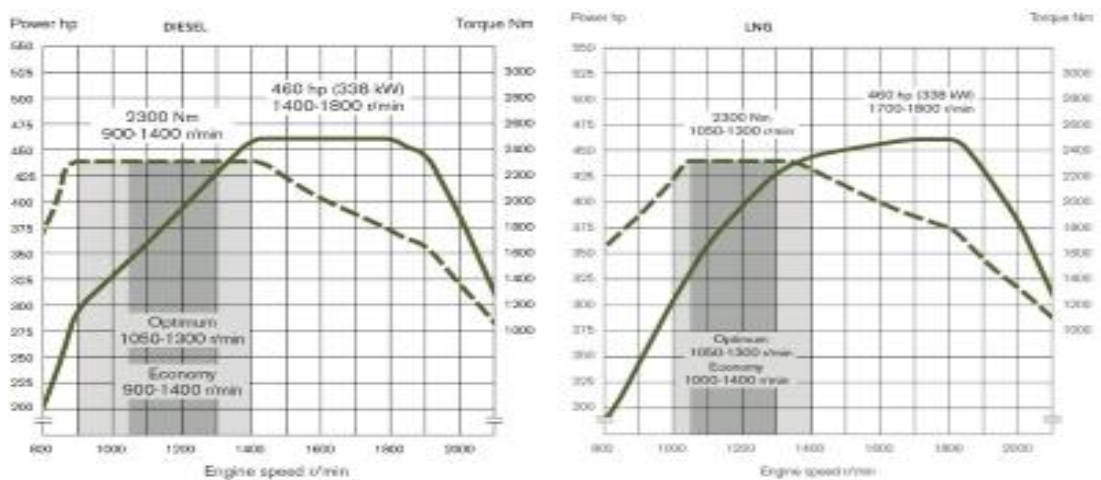
Kuva 4. Kaasu kuorma-auton polttoaine tankki. (Scania, nd)

5.2 Kaasurekan tekniikka

Kaasua käyttövoimanaan käyttävän ajoneuvon moottoritekniikka perustuu bensiinillä toimiviin moottoreihin. Koska kaasua pystytään puristamaan sen syttymättä, palamistapahtuman aikaan saamiseksi tarvitaan kipinäsytytys. Diesel-polttoaine ei tarvitse erillistä kipinäsytytystä. Niinpä syttyäkseen siihen on kehitetty sytytysjärjestelmä. Maailmalla on kehitetty dual-fuel auto, jossa on mahdollista tankata sekä dieseliä että kaasua. Tällöin ei tarvita erillistä sytytysjärjestelmää, vaan dieseliä ja kaasua syötetään palotiloihin samanaikaisesti. Puristuksessa syttyvä diesel sytyttää kaasun, joka aiheuttaa syttymisreaktion palotiloissa. Polttoainetankitkaan eivät voi olla perinteisellä tavalla tehtyjä, sillä kaasu on paineistetuissa painesäiliöissä. Säiliöt täytyy myös paineen sietokyvyn lisäksi kehitellä kestäämään ulkopuolisia iskuja välttääkseen tankkien vaurioitumisen. (konepörssi,2018)

Kuljetusyrityksille kuitenkin tärkeintä on tietää, miten kaasulla toimiva yhdistelmäajoneuvo jaksaa vetää kuormaa. Vertailukohteena on Volvon FH-malli sekä kaasulla että dieselinä. Vertailtu yhdistelmäajoneuvo oli kolmeakselinen auto varustettuna kokosivun aukeavalla korilla ja takalaitanostimella. Perävaununa oli puoliperävaunu verhokapellilla ja perävaunun edessä oli dolly (= rekisteröitävä yksi- tai kaksiakselinen vetopöydällä varustettu apuvaunu). Tällaiselle yhdistelmälle suurin sallittu kokonaispaino on 64 tonnia, mutta tehot riittäisivät

vetämään jopa 68 tonnia. Kaasu käyttövoimana ei eroa juurikaan dieseliä käytävään vetoautoon, sillä tehokemat ovat lähes identtiset. Ajamisessa ei ole juurikaan eroa ja teho- ja vääntöalueet eroavat toisistaan vain vähäisesti. Vääntöalue on kaasukäyttöisessä hieman pienempi ja tehoalue huipputehoisaan ei aivan niin tasainen, pikemminkin nouseva. Myös moottoreiden toimintaperiaatteet ovat erittäin lähellä toisiaan. Moottorijarrutuksella sekä pakokaasujarrutuksella on saavutettavissa 200 kW jarrutusteho ja VEB+ moottorijarrulla 375 kW. Nämä arvot ovat tarpeeksi riittäviä Suomen oloihin. (konepörssi, 2018)



Kuva 5. teho ja vääntöalue vertailu diesel sekä kaasu (konepörssi, 2018)

5.3 Oikean kaasun valinta

Mikäli kuljetusyritys erikoistuu runkoliikenteeseen, siinä tulisi tankattaessa käyttää Biokaasua (LBG) tai vaihtoehtoisesti nestemäistä maakaasua (LNG). Näin saadaan paras matkaetäisyys, eikä polttoaineasemia tarvitse etsiä muutamana sadan kilometrin välein. LBG:llä ja LNG:llä voidaan saavuttaa jopa 1'600 kilometrin matka ajoneuvomallin mukaan. Biokaasulle ja maakaasulle soveltuvia ajoneuvoja löytyy Volvosta, Scaniaalta sekä Ivecolta. Paikallisjake- lussa, kuten bussi- ja jätekuljetuksissa, yrityksille sopii parhaiten paineistettu biokaasu CBG sekä maakaasu CNG. Kyseisillä CBG- ja CNG- kaasuilla voidaan taittaa matkaa jopa 600 kilometriä. (Gasum, nd)

5.4 Kaasun tankkaus

LNG-kaasu on aika tuore keksintö, joten sen tankkauspaikat eivät ole vielä levinneet yhtä laajalle alueelle kuin vanhat polttoaineet bensiini ja diesel. Kaasun tankkauspaikkoja löytyy kuitenkin erittäin paljon ja pohjoismainen energia-yhtiö Gasum Oy suunnittelee rakentavansa Suomeen huomattavasti enemmän paikkoja kaasun yleistyessä enemmän raskaassa kalustossa. Muualla pohjoismaissa on jo erittäin kattava kaasutankkauksen asemaverkosto. Myös sitä laajennetaan jo merkittävästi. Gasum Oy myös suunnittelee kaasutankkausasemia pitäen pitkät ajoneuvot eli rekat mielessään, mikä helpottaa huomattavasti kuljetusliikkeitä tankkauspaikkoja etsiessään. (gasum,2020)

Kaasutankkaus herättää paljon mielenkiintoa sen ollessa hieman erilainen tankattava kuin dieseliä käyttövoimana käyttävä raskasajoneuvo. Maakaasun ja Biokaasun tankkaus on kuitenkin tehty erittäin helpoksi ja siihen on laadittu erittäin tarkkoja tankkausohjeita tankkausprosessin helpottamiseksi. Helppoudeella ja huolettomuudella on myös iso merkitys käyttövoimaa valittaessa. Vieläkin yksinkertaisemmaksi asia on kehitetty puhelinapplikaation avulla. Puhelimesta kuljettajat näkevät, mitkä tankkausasemat ovat käytössä ja mitkä eivät. Lisäksi 24/7 asiakaspalvelu on auttamassa, mikäli polttoaine on lähestymässä loppumistaan.(gasum,2020)

Maa- sekä biokaasun tankkauksessa eroa on myös ajoneuvomerkeillä. Gasum Oy:n ohjeissa on kuitenkin huomioitu kaikki yleisimmät valmistajat, kuten Scania, Iveco, Volvo...jne. Kuljettajan tankatessa ensimmäistä kertaa LNG:tä tankkausasemille asennettu QR-koodit, joiden avulla voidaan katsoa tankkausohjevideoita. Kaasun tankkaaminen on kuitenkin yhtä nopea prosessi kuin dieselin tankkaaminen. (Gasum, 2020)

 **SAMMUTA MOOTTORI. JÄTÄ KAIKKI SÄHKÖLAITTEET, KUTEN MATKAPUHELIN, AJONEUVON SISÄLLE**

 **TOIMINTA HÄTÄTILANTEESSA**
Paina hätäpysäytinpainiketta ja soita hätänumeroon 112. Käytä hätäpysäytinpainiketta vain hätätilanteessa.

 **TARVITSETKO APUA?**
Soita asiakaspalveluun: +358 800 122 722

 **KÄYTÄ SUOJAVAAATTEITA**
Käytä kovaa suojakypärää, jossa on kasvat täysin peittävä kasvosuojus.
Käytä kylmyydeltä suojaavia nahkaisia työkäsiineitä. Käsieneiden varsien ja hihojen on mentävä päällekkäin siten, että ne suojaavat ihoa LNG-roiskeilta.
Käytä kokovartalon peittävää suojavaatetusta, joka suojaa äärimmäiseltä kylmyydeltä ja tuulelta sekä estää staattisen sähkön aiheuttamat kipinat.
Käytä nauhattomia nilkat peittäviä turvajalkineita. Turvajalkineiden varret on laitettava housujen lahkeiden alle siten, että mahdolliset LNG-roiskeet eivät pääse jalkineiden sisään.

Näytön alla oleva LED-palkki syttyy.
Jos punainen valo palaa, pumppu ei ole käytössä.
Käytä jotakin toista pumppua tai ota yhteyttä asiakaspalveluun: +358 800 122 722

0.00
0.00

TANKKAAMINEN:

1 Varmista ennen tankkaamista, että kaikki liittimet ovat paikallaan työnnettynä pohjaan asti. Kytke maadoituskaapeli ajoneuvon polttoainesäiliöön. Kun maadoitus on oikein tehty, vihreä valo syttyy pumpun lyhyellä puolella olevassa tankkausliittimessä ja näyttöön tulee kuorma-auton symboli.

2 Puhdista tankkausliitin ja ajoneuvon tankkausyhde aina paineilmapistoollilla kaasuvuotojen sekä laitteiston ja oman ajoneuvon kulumisen välttämiseksi.

SCANIA / IVECO: Jos säiliön paine on yli 10 baaria, säiliöstä on päästettävä kaasua. Kytke paineenpoistoliitin ajoneuvon säiliöön. Avaa ajoneuvon säiliössä oleva venttiili. Sulje venttiili, kun paine on alle 8 baaria. Aseta paineenpoistoliitin säilytyspaikkaansa. Varmista, että liitin on paikallaan työnnettynä pohjaan asti.

3 Kytke tankkausliitin ajoneuvon säiliöön ja työnnä kahvoja eteenpäin, kunnes suutin lukittuu paikalleen. Jos tankkausliittimen kytkemisessä on ongelmia, varmista, että kahvat ovat vedetty täysin taka-asentoon. Jos eivät, paina punaista painiketta ja vedä kahvat täysin taka-asentoon.

VOLVO: Jos säiliön paine on yli 10 baaria, säiliöstä on päästettävä kaasua avaamalla ajoneuvon säiliössä oleva venttiili. Sulje venttiili, kun paine on alle 8 baaria.

 Paina pumppussa olevaa sinistä painiketta. Kun painikkeeseen syttyy valo, viileämpi kaasu on valittu.

4 Maksa maksupäätteellä. Tankkaaminen on aloitettava viiden minuutin kuluessa.

5 Voit aloittaa tankkaamisen, kun hinta näkyy näytössä ja nuoliin syttyy valo. Aloita tankkaaminen painamalla mustaa painiketta ja pidä sitä painettuna koko tankkaamisen ajan. Varmistus-toiminto pysäyttää tankkausprosessin, jos painike vapautetaan. Lopeta tankkaus vapauttamalla painike.

6 Tankkaus päättyy automaattisesti, kun lukujen suureneminen näytössä loppuu. Voit lopettaa tankkaamisen manuaalisesti vapauttamalla mustan painikkeen. **Huomautus! Älä koskaan lopeta tankkaamista painamalla hätäpysäytinpainiketta. Hätäpysäytinpainiketta saa käyttää vain hätätilanteessa.**

7 Odota, kunnes näytössä näkyy teksti **End**. Vedä kahvat taakse ja irrota tankkausliitin ajoneuvosta. Paina tankkausliittimessä olevaa punaista painiketta ja vedä liitin irti. Aseta tankkausliitin takaisin säilytyspaikkaansa pumppuun. Älä työnnä kahvoja eteenpäin tämän prosessin aikana. Varmista, että liitin on paikallaan työnnettynä pohjaan asti. Kun liitin on paikallaan, siitä kuuluu paineen vapautumisen aiheuttama ääni.

8 Irrota maadoituskaapeli.

 **AJA TURVALLISESTI!**



Kuva 6. Tankkausohje. (Gasum, 2020)

6 FOSSIILITTOMAN POLTTOAINEEN KUSTANNUSSÄÄSTÖT

6.1 Sähkökuorma-auton hankinta

Sähköllä toimivaan kuorma-auton hankintaan liittyy paljon epävarmuutta. Tuotannossa olevat määrät eivät ole kovin suuria ja kysyntä on tarjontaa huomattavasti isompi. Sähkökuorma-auton hankintahinta on varteenotettavasti

korkeampi kuin dieselillä toimivan. Hinnaksi on ilmoitettu olevan n. 370'000 euroa + alv. Dieselillä toimivan kuorma-auton hinnaksi on ilmoitettu olevan n.165'000 euroa + alv. Hintaero on siis tavattoman suuri ja se aiheuttaa paljon epävarmuutta. Kokonaiskustannustenkin on arvioitu olevan korkeammat kuin dieselillä toimivan jakelukuorma-auton koko elinkaaren ajan. Kokonaiskustannusten on arvioitu olevan sama kuin dieselillä, kun sähköisellä kuorma-autolla on ajettu n. 600'000 kilometriä ja sähkön arvonlisäveroton hinta olisi 0,15 €/kWh. Toisaalta perävaunullisilla kuorma-autoilla kustannusten on arvioitu olevan pienempiä n. 700'000 kilometrin jälkeen hinnan ollessa 0,25 €/kWh. Sähkörekkoihin ja kuorma-autoihin kuitenkin liittyy vielä suurempikin ongelma pitemmän ajosuorituksen ajajilla ja se on toistaiseksi latausinfrastruktuurin heikkous. (Traficom, 2023)

6.2 Kaasukuorma-auton hankinta

Kaasukuorma-auton hinta on hiukan korkeampi verrattuna dieselillä toimivaan. Volvon kaasukuorma-auton hinta on noin 220'000 euroa + alv. Hinta on jo hiukan korkeampi, mutta kaasutoiminen kuorma-auto on tekniikaltaan ja toimivuudeltaan diesel kuorma-auton tasoa. Käytännössä ovat lähes identtisiä ottamatta lukuun polttoaineena käytettyä kaasua ja hieman poikkeavampaa tankkaamista. LBG-kaasun hinnaksi Gasum on ilmoittanut olevan n. 1,72 euroa/kg, litroiksi muutettuna hinnaksi saadaan 1,103 euroa/litra. LNG-kaasu toisaalta on hiukan kalliimpaa ja sen hinnaksi on ilmoitettu olevan 2,05 euroa/kg ja litroina 1,314 euroa/kg. Polttoaineen litrahinta on siis huomattavasti halvempaa kuin diesel ja se on ympäristöystävällisempää. Kulutuksen on myös ilmoitettu olevan samaa luokkaa, joten säästöä syntyy polttoaineen litrahinnassa. (Gasum, nd)

Biokaasu

Alue 1

1,103 € / l *	1,72 € / kg
---------------	-------------

Alue 2

1,135 € / l *	1,77 € / kg
---------------	-------------

Maakaasu

Alue 1

1,314 € / l *	2,05 € / kg
---------------	-------------

Alue 2

1,359 € / l *	2,12 € / kg
---------------	-------------

*Vertailulitrahinta

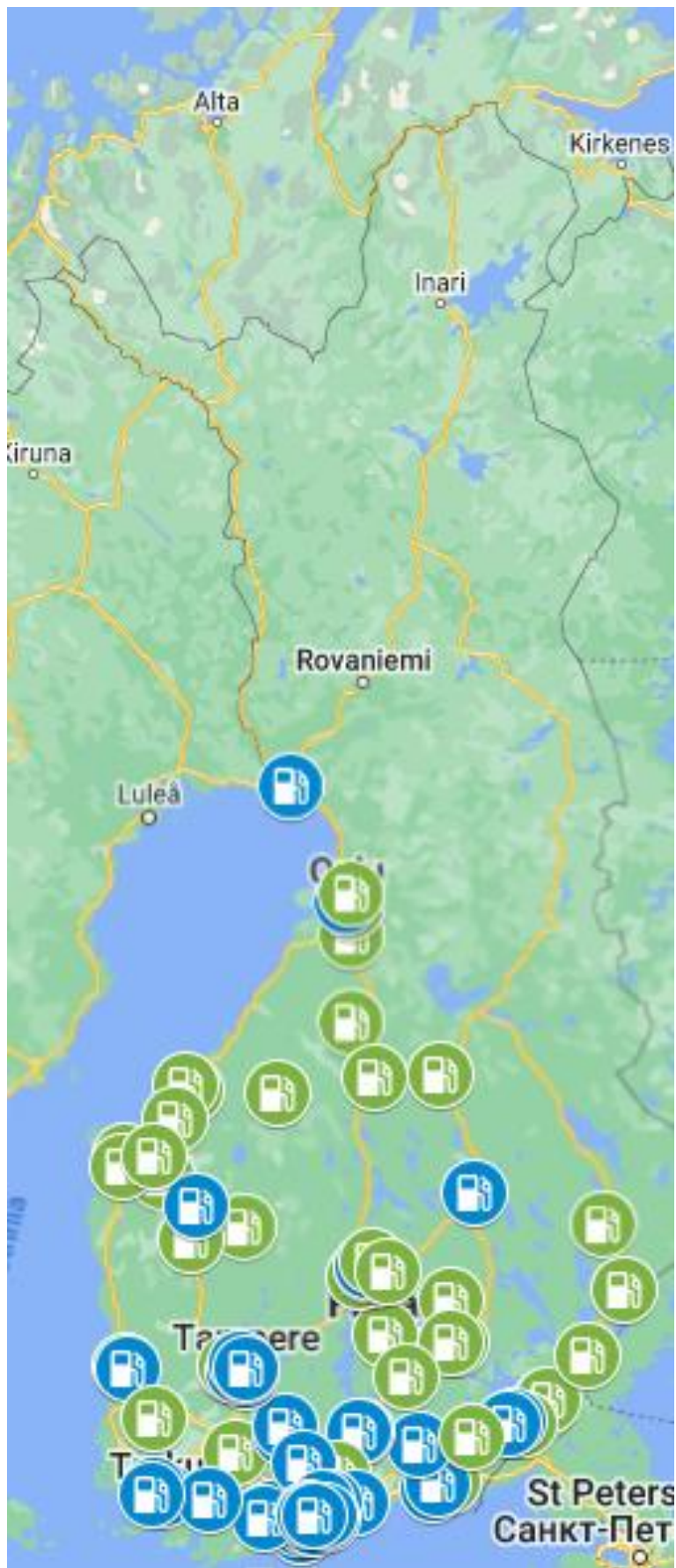
Alue 1: Kaikki asemat poisluettuna alue 2

Alue 2: Hämeenlinna, Kotka, Lohja ja Pori

Kuva 7. Bio- ja Maakaasun hinta. (Gasum, nd)

6.3 Hankintatuki

Sähköllä ja kaasulla toimivien kuorma-autojen hankintahinnat ovat korkeammat kuin tavanomaisen dieselin, mutta maailman vihreässä siirtymässä yritysten on jo mainensakin vuoksi ostettava pienempipäästöisiä ajoneuvoja. Näihin Traficom myöntää hankintatukea. Tukia voidaan myöntää yksityishenkilöille ja yrityksille. Jotta hankintatuki voidaan saada, tulee ennen ajoneuvon hankintaa tai pitkäaikaisvuokrausta toimittaa hakemus, mistä ilmenee suunnitelma ajoneuvon hankinnasta. Hankintatukea voidaan hakea 31.12.2024 asti. Tukien summat riippuvat ajoneuvon painosta. Kaasukuorma-autossa tuet ovat 2'000 eurosta 14'000 euroon. Sähkökäyttöisissä tukien määrä on 18'000 eurosta 50'000 euroon. Hankintatuen enimmäismäärä riippuu myös yrityksen koosta. Pienille yrityksille enimmäismäärä voi olla 60 %, keskisuurille 50 % ja suurille yrityksille 30 %. (Traficom, nd)



Kuva 8. Kaasun tankkausasemat suomessa. (google, 2021)

7 TUTKIMUKSEN TOTEUTTAMINEN

Opinnäytetyössä käytetään monimenetelmällistä tutkimusta. Menetelminä esimerkiksi tapaustutkimus (vain kaksi kohdetta), vertaileva ja laadullinen tutkimus, minkä avulla pyritään ymmärtämään valittujen kohteiden laatua, ominaisuuksia ja merkityksiä laajemmin. Opinnäytetyössä vertaillaan kahta erilaista käyttövoimaa toisiinsa ja selvitetään, kumpi soveltuu paremmin erityyppisiin ajoihin. (Koppa, nd)

Tutkimus on laadullinen, koska tarkoitus on kuvailla nykytilaa. Tutkimuksessa ei oteta kantaa siihen, kuinka laajalti kaasu- ja sähköä käyttövoimanaan käyttävät kuorma-autot ja rekat tulevat prosentuaalisesti kasvamaan. Alussa määrittelin tämän opinnäytetyön käsittelevän vain Suomea. Koska Suomessa raskas liikenne on pääsääntöisesti dieselkäyttöistä, meillä ei ole vielä tarpeeksi tietoa tutkittavista asioista. Tutkimus näistä kahdesta, kaasu ja sähkö, ei ota kantaa paremmuudesta. Kummallakin on vahvuutensa tietyn tyyppisissä kuljetuksissa, samoin heikkoutensa. Laadullisen tutkimuksen yksi kriteereistä on neutraalisuus. (Koppa, nd)

Työssä myös haastatellaan kuljetusyrittäjää, jolla on sekä aiempaa kokemusta dieseliä käyttövoimanaan käyttävistä rekoista että myöhemmin tilatuista kaasurekoista. Lisäksi haastatellaan kuljettajia, jolla on kokemusta sekä diesel- että sähkökuorma-autoista. Näiden haastattelujen kautta saadaan parempi, kokemuksen perusteella syntynyt kuva eri polttoaineilla ajamisesta sekä yrittäjän että kuljettajan näkökulmasta ja niiden soveltuvuudesta yrityksille.

7.1 Tutkimusmetodologia ja aineiston keruu

Opinnäytetyössä haastattelut tullaan suorittamaan puolistrukturoitua haastattelumenetelmää käyttäen. Puolistrukturoidussa haastattelussa kysymykset ovat jo valmiiksi laadittuja, mutta vastausvaihtoehtoja ei ole luotu valmiiksi haastateltaville. Näin saadaan vastaajalle vapaat kädet vastauksien suhteen, mikä mahdollisesti antaa uusia näkökulmia haastattelijalle tai kuljetusyrittäjille.

Työssä käytetään myös teemallista haastattelumenetelmää, sillä aiheena on kaksi vähäpäästöistä käyttövoimavaihtoehtoa. Teemallisella haastattelumenetelmällä haastattelija kertoo omat näkökulmansa kysymyksiin ja päättää siten haastattelun keskeiset teemat. Teemahaastattelussa haastattelun vastaaja saa vastata täysin vapaasti. Käyttäen puolistrukturoitua ja teemallista haastattelua haastateltavilta saadaan kenties täysin eriäviä tai poikkeuksellisia näkemyksiä, jotka laajentavat haastattelijan omaa näkemystä eri asioista. Nämä puolestaan voivat tuoda ilmi uudenlaisia mielikuvia kuljetusyrityksen omistajalle tai yrityksen kuljettajalle. (FSD.TUNI, nd)

7.2 Tutkimuksen luotettavuus

Tutkimuksessa on käytetty useaa eri lähdettä ja teksti on rakennettu niiden pohjalta. Näin tehden teksti on helposti vahvistettavissa. Teos on tehty puolueettomasti eikä kummastakaan käyttövoimasta ole aikaisempaa kokemusta. Työssä on myös haastateltu kahta kuljettajaa, joista toisella on kokemusta sähköisellä kuorma-autolla ajamisesta ja toisella taas kaasulla toimivasta. Työ luotiin kuljettajien kokemuksista kyseisistä käyttövoimista, sekä teoriasta, jolloin saatiin parempi kuva sähköstä ja kaasusta.

8 EMPIIRISET TULOKSET

8.1 Kuljettajien näkökulmat

Kuljettajille esitetyt kysymykset löytyvät liitteenä ja niitä on muokattu haastattelun ohessa, mutta kuitenkin kysymykset ovat pysyneet lähes samoina koko haastattelun ajan. Kuljettajat ovat halunneet pysyä anonyymeinä. Kuljettaja 1. haastattelu on tehty 15.3.2024 ja kuljettaja 2. on haastateltu 16.3.2024.

Kuljettaja 1. näkökulma: Henkilö on toiminut 7 vuotta jakeluauton ratissa ja hänellä on kokemusta sähkökuorma-autoista. Yrityksellä on käytössä

muutama sähköinen kuorma-auto ja tulevaisuuden kannalta tullaan ostamaan todennäköisesti lisää sähköisiä kuorma-autoja. Suurimpia eroja perinteiseen dieselillä käyvään on hiljaisuus ajettaessa ja tehon välitön saavuttaminen, mikä helpottaa kiihtyvyyttä. Tulevaisuudessa on mahdollista korvata dieselillä toimivat sähköllä, mikäli latauspaikkoja ja toimintamatkaa saadaan merkittävästi lisättyä. Toimintamatka on tällä hetkellä n. 200–300 km haarukassa ja talven kovilla pakkasilla hiukan vähemmän. Tekniikan kehittyessä enemmän on erittäin todennäköistä, että jakeluautot olisivat sähköisiä. Välitön teho ja nopeampi kiihtyvyys helpottaa töiden tekemistä, esimerkiksi mäkilähdöt ovat huomattavasti helpompia tehdä ja isommalla kuormalla ajaminen on huomattavasti vaivattomampaa. Ajettavuudessa ei muuten juuri eroja ole ja painoa ei tunne ajaessa. Tällä hetkellä tosin diesel on parempi kuin sähkö, koska maakunta-ajolle ei sähköinen sovellu täydellisesti toimintamatkan ollessa 200–300 km ja talvella vähemmän.

Kuljettaja 2 näkökulma: Kuljettajalla on kokemusta 4,5 vuotta yhdistelmäajoneuvolla ajamisesta ja hän on päässyt kokeilemaan kaasulla toimivan yhdistelmän. Kyseinen kuljettaja on töissä yrityksessä, missä on kaksi kaasulla toimivaa kuorma-autoa. Kaasulla toimiva ajoneuvo ei käyttäjän kannalta hirveästi eroa, mutta esilämmitys on erittäin tärkeä. Kaasu ei nimittäin syty yhtä helposti kuin diesel. Tankkaamisen kannalta kaasu on hiukan monimutkaisempi, mutta asemilta löytyvät ohjeet helpottavat asiointia huomattavasti. Pitkän matkan ajaminen onnistuu kyllä, mutta reitit on suunniteltava hiukan tarkemmin, koska tankkausasemat ovat harvemmassa verrattuna perinteisiin tankkausasemiin. Kaasun tankkausasemia toki löytyy reitiltä, mutta kaasulla ei vielä pääse niin pitkälle kuin dieselillä. Tankkausasemia kuitenkin löytyy vallan hyvin pääteiden varsilta sekä isommista kaupungeista. Kaasulla toimivat ajoneuvot tulevat todennäköisesti yleistymään tulevaisuudessa huomattavasti, koska ovat hiukan vihreämpi vaihtoehto ja yritykset yrittävät pienentää hiilijalanjälkeään.

8.2 Kuljetusyrittäjän näkökulma

Kuljetusyrittäjä on halunnut pysyä anonyyminä ja häntä on haastateltu 14.3.2024. Yritys on hankkimassa kaasukäyttöisen rekan ja mahdollisesti tulevaisuudessa sähköllä toimivan molempien ollessa heille hyvin soveltuva vaihtoehtoinen käyttövoima dieselin korvaamiseksi. Valintaan vaikutti myös ympäristöystävälliset näkökulmat. Kummatkin käyttövoimat ovat vähempi-päästöisiä verrattuna dieseliin. Valintaan vaikutti myös asiakaskunta, joiden tavoitteena on tähdätä hiilineutraalisuuteen vuoteen 2035 mennessä. Tämä vaikuttaa myös kuljetusyrietyksien valintaan. Hinta on hätkähdyttävästi korkeampi kuin tavanomaisessa dieselissä ja sillä on keskeinen merkitystä yrityksille. Tämä johtaa siihen, että joudutaanko kuljetushintoja nostamaan ja onko yritystoiminnan kannalta kannattavaa ostaa huomattavasti kalliimpia ajoneuvoja.

Käyttövoiman valintaan vaikutti tankkaus/lataus infrastruktuurin puutteellisuus. Sähkökäyttöisen rekan ongelmaksi koitui latauspaikan sijainnin ongelmallisuus. Ladattaisiinko ajoneuvo terminaaleilla/tehtailla. Kaasulla ajaminen on myös hiukan haasteellista, sillä tankatakseen joutuu kiertämään useita kilometrejä reitiltä tankkaamaan vetoauto. Myöskään kaikilta kaasun latauspaikoilta ei saa oikeanlaista kaasua. LNG: tai CNG:n valinta myös aiheuttaa ongelmia tankkauspaikan valitsemisessa. Ajoneuvon huoltamisen kustannuksilla on suurehko merkitys ja sähköajoneuvon hankintahintaa merkittävästi ja ajoneuvon tarpeellisuutta on pakko harkita tarkoin. Vähäpäästöisen kaluston omaavalla yrityksellä voidaan mahdollisesti saada uusia asiakkaita ja se voi hyvinkin olla yrityskilpailussa valttikortti. Yrityksien tavoiteltaessa hiilineutraalisuutta saatetaan kilpailuttaa eri kuljetusyrietyksiä, jolloin mahdollisesti vähäpäästöisen kaluston omistaminen voi hyvin lisätä asiakaskuntaa.

9 TULOKSET

Opinnäytetyön toimeksiantajana toimii kuljetusalan yritys, joka suunnittelee käyttövoiman vaihtoa seuraavan vuoden tai kahden aikana. Tarkoitus oli siis löytää heidän ajoihin paremmin soveltuva käyttövoima.

Tutkimus kysymys 1: Minkälaisia eroja on sähköllä ja kaasulla käyttövoimana yhdistelmäajoneuvossa?

Kaasulla ja sähköllä toimivissa raskaankaluston ajoneuvoissa on vartenotettavia eroja. Molemmissa on positiiviset ja negatiiviset puolensa, mikä vaikeuttaa valintaa kaasun tai sähkön väliltä. Kahden käyttövoiman toisiinsa vertailuissa yritykset löytävät kullekin yritykselle sopivamman vaihtoehdon. Pitkän matkan ajoihin kaasulla toimivat rekat ja kuorma-autot toimivat huomattavasti paremmin kuin sähköllä toimivat. Tämä johtuu tankkaus/lataus infrastruktuurin keskeisistä eroista. Kaasun tankkausasemia löytyy suomesta useampia etelämmästä, kun taas pohjoisesta tankkauspaikan löytyminen saattaa olla hiukan vaikeampaa. Sähkön latauspaikat raskaalle kalustolle ovat harvinaisia, eikä niitä oikeastaan ole kuin yksityisiltä toimijoilta. Sähköllä pitkän matkan ajaminen Suomessa on siis tällä hetkellä erittäin vaikeaa, lähes mahdotonta. Kaasu on siis huomattavasti parempi vaihtoehto pitkille matkoille kuin sähkö. Toisaalta sähkö toimii jakelutoiminnassa todennäköisemmin paremmin päivittäisten kilometrien jäädessä esimerkiksi 200–300 km. Lastattaessa autoa työpäivän aikana terminaaleissa, missä on laturi, akustoon saadaan lisävirtaa samanaikaisesti töiden ohessa ja toimintamatka lisääntyy. Kaasu soveltuu pitkille ja lyhyemmille ajomatkoille, kun taas sähkö soveltuu lyhyemmille ajomatkoille.

Ajoneuvojen huoltamiseen liittyy paljon huolia. Kaasulla toimivan ajoneuvon tekniikka on lähes identtinen dieselillä toimivaan, jolloin varaosien saaminen on korostuneesti sujuvampaa ja nopeampaa. Myös voimansiirron ollessa identtinen dieselillä toimivaan huoltaminen on edullisempaa ja ripeämpää kuin sähköisellä. Sähköisen voimansiirron rikkoutuessa osan uusiminen saattaa olla todella kallista ja varaosan toimittamiseen kuluva aika voi olla todella pitkä.

Ajoneuvon tilalle joudutaan kenties vuokraamaan toinen ajoneuvo, mikä tuottaa taas lisäkustannuksia. Sähköisen kuorma-auton tai rekan ostaminen saattaa vaatia myös huoltosopimuksen ostamista, mikä tietenkin helpottaa huoltojen osalta

Tutkimuskysymys 2 ja 3: minkälainen tilanne on raskaan kaluston sähköön tai kaasun lataus/tankkaus asemilla suomessa?

Suomesta löytyy kaasun tankkaus asemia jo huomattavasti ja koko ajan on rakenteilla enemmän ja enemmän. Eteläisemmästä suomesta löytyy jo useammasta paikkaa ja pohjoiseen päin mennessä määrä vähenee entisestään, mutta asemia rakentuu nopeasti jolloin parin vuoden päästä niitä löytyy sieltäkin useampia. Sähköön latausasemia ei vielä ole suomessa juurikaan muuta kuin yksityisillä tahoilla, kuten yritysten terminaaleilla ja kuljetusyrityksillä. Latausasemia kuitenkin ollaan suunniteltu rakennettavan isojen teiden varsille, jolloin kuljetuskaluston sähköistäminen olisi huomattavasti kannattavampaa. Vielä näin ei kuitenkaan ole.

Tutkimuskysymys 4: Millaisia kustannussäästöjä saataisiin vaihdettaessa fossiilittomaan käyttövoimaan?

Molempien käyttövoimien hankinta hinta on huomattavasti kalliimpi kuin perinteinen dieselillä toimiva kuorma-auto tai rekka. Ostokustannuksissa ei siis säästöä juurikaan synny vaikka valtio antaa tukea kaluston ostamiseen. Kaasulla toimivan raskaan ajoneuvon tankkaaminen on kuitenkin hieman edullisempää kuin dieselin litra hinnan pyöriessä n. 1.1-1.35 euroa/litra. Näin voidaan saada säästöä aikaiseksi yritykselle vuosien mittaan, mikäli toimintamatka on suunnilleen samoissa lukemissa kuin dieselillä. Korjauskustannusten ei pitäisi lisääntyä kaasulla toimivassa ajoneuvossa, koska tekniikka on identtinen sytytys osia lukuun ottamatta. Sähköllä toimiva raskaskalusto voi tuoda huomattavaa säästöä latauksessa, koska sähköön hinta on erittäin paljon halvempaa kuin kaasun tai dieselin litrahinta. Mutta sähköisen ajoneuvon korjauskustannukset voivat sitten olla huomattavasti kalliimpia kuin perinteisen polttomoottorisen ajoneuvon. Ei voi siis olla varma saako yritys

kustannussäästöjä kyseisillä käyttövoimilla, koska molemmat ovat aika tuoreita keksintöjä eikä niistä kovin paljoa dataa löydy.

Tutkimuksen perusteella voisin suositella toimeksi antaja yritykselle kaasulla toimivaa ajoneuvoa, koska kummallakin käyttövoimilla voidaan korvata dieselillä käyvät ajoneuvot. Molemmat ovat kuitenkin kehityksen alkuvaiheilla, eikä kumpaakaan ole vielä täysin optimoitu dieselin kokopäiväiseksi korvaajaksi. Toistaiseksi kaasu on parempi vaihtoehto dieselin korvaajaksi, koska Suomessa on tankkausasemia. Sähköisen kaluston kehitys on vielä alkuvaiheissa raskaankaluston puolesta. Latauspaikkojen vähyys ja toimintamatka eivät vielä korvaa dieseliä. Muutaman vuoden päästä tilanne saattaa olla kuitenkin toinen, kun sähköisiä rekkoja ja kuorma-autoja on enemmän liikenteessä. Kaasulla toimiva raskasajoneuvo on huomattavasti halvempi vaihtoehto näistä kahdesta, jolloin se on todennäköisemmin kuljetusyritykselle järkevämpi valinta. Korjauskustannuksetkin ovat todennäköisesti kaasulla toimivassa hieinan maltillisemmat. Tekniikka on lähes identtinen dieselin kanssa ja varaosat lähes hyllytavaraa. Sähköllä toimivassa toimitukset voivat kestää kauemmin, mistä syystä ajoneuvo seisoo enemmän aikaa. Sellainen käy yrityksille todella kalliiksi. Toistaiseksi kaasu lienee parempi vaihtoehto, mutta vuosien kuluessa sähköllä toimiva voi kiertää etumatkan umpeen kovinkin ripeästi ollen parempi vaihtoehto. Tällä hetkellä kuitenkin näin ei ole, koska latausinfrastruktuuri on kovin heikko ja sähköisen hankintahinta erittäin kallis.

Tulevaisuuden näkymät näyttävät tällä hetkellä siltä, että tavanomaiset polttoaineet voidaan korvata vihreämmillä vaihtoehdoilla. Sähkön lataus- ja kaasun tankkausasemia rakennetaan lisää vuosi vuodelta. Päätös vaihtaa dieselistä kaasuun tai sähköön tulee helpommaksi. Tekniikan kehittyessä koko ajan sähköisistäkin kuorma-autoista ja rekoista saadaan pidemmät toimintamatkat. Tällöin päästään pudottamaan raskaasta liikenteestä koituvia päästöjä ja lähestytään hiilineutraalisuutta. Toistaiseksi tämä kuitenkin vaatii huomattavia muutoksia infrastruktuuriin. Saattaa viedä vuosia tai sitten ei, mutta olemme koko ajan askeleen lähempänä

LÄHTEET

Autotoday. Mercedes-Benz esittelee tuotantovalmiin eActros. Haettu 25.2.2024 osoitteesta:

<https://autotoday.fi/mercedes-benz-esittelee-tuotantovalmiin-eactros-sahko-kuorma-auton/>

Energiauutiset. Raskas lataus lähdössä liikenteeseen. Haettu 25.2.2024 osoitteesta: <https://www.energiuutiset.fi/kategoriat/markkinat/raskas-lataus-lahdossa-liikenteeseen.html>

Euroopan komissio. (2023. 13. heinäkuuta) lehdistötiedote: EU asettaa rajoituksia raskaille kuorma-autoille. Haettu 23.2.2024 osoitteesta: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/fi/ip_23_1867

FSD.TUNI. Laadullinen tutkimus. haettu 4.3.2024 osoitteesta:

<https://www.fsd.tuni.fi/fi/palvelut/menetelmaopetus/kvali/laadullisen-tutkimuksen-aineistot/haastattelut/>

Gasum. hankintatuki. Haettu 14.2.2024 osoitteesta: <https://www.gasum.com/fi/kaasu-liikenteelle/raskas-liikenne/hankintatuki>

Gasum. kaasu raskaalle liikenteelle. Haettu 14.2.2024 osoitteesta: <https://www.gasum.com/fi/kaasu-liikenteelle/raskas-liikenne/kaasu-raskaalle-liikenteelle/>

Gasum. Kaasun tankkausohjeet raskaalle liikenteelle. Haettu 14.2.2024 osoitteesta: <https://www.gasum.com/fi/kaasu-liikenteelle/raskas-liikenne/kaasun-tankkausohjeet/>

Gasum. LNG tankkausohje 2020 haettu 14.2.2024 osoitteesta: https://www.gasum.com/globalassets/files/pdf/safety/refueling-gas/gasum_lng_tankkausohje_2020.pdf

Gasum. Maakaasu ja nesteytetty maakaasu (LNG) Haettu 14.2.2024 osoitteesta: <https://www.gasum.com/fi/gasum/tuotteet-ja-palvelut/maakaasu-ja-nesteytetty-maakaasu-lng/>

Gasum. Kaasuauton päästöt. Haettu 18.2.2024 osoitteesta: <https://www.gasum.com/fi/kaasu-liikenteelle/yksityisille-kaasuautoilijoille/yleista-kaasuautoilusta/kaasuauton-paastot/>

Google. Kaasun tankkaus asemat 2.2021. Haettu 8.12.2024 osoitteesta: https://www.google.com/maps/d/viewer?mid=1pbnHU_8pwXMh1LWkglmwAyep-BYs&hl=en_US&ll=63.65737276164389%2C30.346423796875033&z=5

Iltalehti Autouutiset. haettu 15.2.2024 osoitteesta: <https://www.iltalehti.fi/autouutiset/a/484381c5-53a3-4a6a-b337-5c54c75b8959>

Konepörssi. Kaasun voimalla. Haettu 18.2.2024 osoitteesta: <https://koneporssi.com/kuljetuskalusto/kaasun-voimalla/>

Koppa. Tutkimusstrategiat. Haettu 4.3.2024 osoitteesta: <https://koppa.jyu.fi/avoimet/hum/menetelmapolkuja/menetelmapolku/tutkimusstrategiat/laadullinen-tutkimus>

Kuljetusnet. BorgWarner moottori sähkökuorma-autoille. Haettu 25.2.2024 osoitteesta: <https://kuljetusnet.fi/borgwarner-moottori-sahkokuorma-autot.html>

Motiva. Kaasuautot. haettu 15.2.2024 osoitteesta: https://www.motiva.fi/ratkaisut/kestava_liikenne_ja_liikkuminen/valitse_auto_viisaasti/ajoneuvotekniikka/moottoritekniikka/kaasuautot

Plugit. Raskaan liikenteen latausratkaisut. Haettu 25.2.2024 osoitteesta: <https://plugit.fi/artikkelit/raskaan-liikenteen-latausratkaisut/>

Raskas kalusto. Volvo uusien sähkökuorma-autojen tekniikka julkistettiin. Haettu 15.2.2024 osoitteesta: <https://www.raskaskalusto.fi/volvon-uusien-sahko-kuorma-autojen-tekniikka-julkistettiin/>

Scania. Kaasuauton tekniset tiedot. Haettu 25.2.2024 osoitteesta: <https://www.scania.com/fi/fi/home/products/trucks/gas-truck/gas-truck-specifications.html>

Sttinfo. latausvarikko 3.2.2022. Haettu 8.12.2024 osoitteesta: <https://www.sttinfo.fi/tiedote/69931540/kempower-toimittaa-pikalatausteknologiaa-ruotsin-suurimmalle-sahkorekkojen-latausasemalle?publishe-rid=69818763>

Traficom. Hae hankintatukea sähkö-, vety- ja kaasukäyttöiselle kuorma-autolle. Haettu 14.2.2024 osoitteesta: <https://www.traficom.fi/fi/asioi-kanssamme/hae-hankintatukea-sahko-vety-ja-kaasukayttoiselle-kuorma-autolle>

Traficom. Paketti- ja kuorma-autojen päästö ja kustannuslaskuri auttaa tekemään kestäviä. haettu 16.2.2024 osoitteesta: <https://www.traficom.fi/fi/ajankohtaista/paketti-ja-kuorma-autojen-paasto-ja-kustannuslaskuri-auttaa-teemaan-kestavia>

Valtioneuvosto. Hanke: sähköautojen latausinfrastruktuurin kehittäminen. Haettu 25.2.2024 osoitteesta: <https://valtioneuvosto.fi/hanke?tunnus=LVM034:00/2023>

Virta Global. Ampeerit, kilowatit ja sähköauton lataaminen. Haettu 25.2.2024 osoitteesta: <https://www.virta.global/fi/blogi/ampeerit-kilowatit-ja-s%C3%A4hk%C3%B6auton-lataaminen-s%C3%A4hk%C3%B6opin-perusteita>

YLE. (17.12.2023). Raskaan liikenteen latausratkaisut. Haettu 25.2.2024 osoitteesta: <https://yle.fi/a/3-12480266>

Yle. Mitä raskaan kaluston päästöjen vähentäminen käytännössä tarkoittaa.

Haettu 17.2.2024 osoitteesta: <https://yle.fi/a/74-20003534>

<https://www.energiuutiset.fi/kategoriat/markkinat/raskas-lataus-lahdossa-lii-kenteeseen.html>

LIITE 1: KULJETTAJAN HAASTATTELURUNKO

- Kuinka kauan olet toiminut kuorma-auton kuljettajana?
- Onko työnantajallasi käytössä kaasu tai sähkökuorma-autoja?
- Onko työnantajayritykseksi vaihtamassa osan vai koko kalustonsa kaasulla tai sähköllä toimiviin ajoneuvoihin.
- Millä tavalla sähköinen ja kaasulla toimiva kuorma-auto eroaa tavanomaisesta dieselillä toimivasta kuorma-autosta käyttäjän kannalta?
- Onko kaasulla ja sähköllä toimivat ajoneuvot tulevaisuutta?
- Onko sähkö/kaasu vaikuttanut sinun työpäiväsi kulkuun?
- Oletko kokenut sähkö- tai kaasukäyttöisen kuorma-auton tankkauksen hankalaksi?
- Mikä on miellyttävintä kaasu- tai sähkökäyttöisen raskaan liikenteen ajoneuvon ajamisessa?
- Tunnetko kuorma-auton painoeron ja vaikuttaako se ajokokemukseesi?
- Vaikuttaako sähköä käyttövoimanaan käyttävä kuorma-auton parempi kiihtyvyys negatiivisesti vai positiivisesti esim. talven liukkailla keleillä?
- Haluaisitko vaihtaa takaisin dieselkäyttöisen kuorma-auton ohjaksiin?

LIITE 2: KULJETUSYRITTÄJÄN HAASTATTELURUNKO

- Onko yritykseksi hankkimassa sähköllä/kaasulla toimivia kuorma-autoja tai rekkoja?
- Onko erityisiä syitä vaihtaa pienempipäästöisiin ajoneuvoihin?
- Koetko hankintahinnan olevan este kuljetusyrittäjien vaihtaessa käyttövoimaa?
- Vaikuttaako kaluston hankinta päätökseen tankkaus/latausmahdollisuudet?
- Onko yrityksellä mahdollista ladata sähköllä toimivia rekkoja/kuorma-autoja yö sähköllä?
- Vaikuttaako huoltokustannukset päätöksen tekemiseen?
- Onko sähkö/kaasukuorma-auton tai rekan toimituksen kestossa eroja?
- Voiko vähäpäästöisen kaluston omistaminen tuoda enemmän asiakkaita?