Satakunnan ammattikorkeakoulu
Satakunta University of Applied Sciences

VILLE AALTONEN

Ilmastopoliittisten päätöksien vaikutukset maantiekuljetuksiin

LOGISTIIKAN TUTKINTO-OHJELMA
2024

TIIVISTELMÄ

Aaltonen, Ville: Ilmastopoliittisten päätöksien vaikutukset maantiekuljetuksiin
Opinnäytetyö, AMK
Logistiikka
Joulukuu 2024
Sivumäärä: 33

Tämän hetken maailmantilanteessa ilmastonmuutos näyttelee suurta roolia maapallon keskilämpötilan ja luonnonilmiöiden määrän kasvussa. Jopa kolme neljäosaa ilmastonmuutokseen vaikuttavista kasvihuonepäästöistä on peräisin fossiilisten polttoaineiden kuten öljyn, kivihiilen ja maakaasun poltosta. Liikenteellä on suuri rooli ilmastonmuutoksen hillitsemiseen. Vaihtamalla tulevaisuudessa liikenteessä käytettäviä käyttövoimia voidaan vähentää kasvihuonepäästöjä huomattavasti.

Tässä opinnäytetyössä selvitettiin ilmastopoliittisten päätöksien vaikutusta Suomen raskaaseen liikenteeseen. Tutkimuksessa tutustuttiin ilmastopolitiikassa käytyjä neuvotteluja ja niiden tuloksia sekä raskaankaluston tulevaisuudessa käyttämiä käyttövoimia. Vihreällä siirtymällä tarkoitetaan liikennesektorin suurta systeemistä muutosta, koska maapallolla ylikulutetaan luonnonvaroja ja ilmastonmuutos lisääntyy. Se vaikuttaa siihen, että pyritään koko ajan löytämään nykyisiä tehokkaampia ja kestävämpiä malleja liikenteen infrastruktuuriin ja palveluiden kehittämiseen. Vihreä logistiikka pyrkii kehittämään ekologisuutta, ekososiaalisuutta ja luontoa erityisesti yritysten toimesta.

Opinnäytetyö rajattiin kolmeen käyttövoimaan, dieseliin, sähköön sekä kaasuun. Jokaisesta käyttövoimasta pyrittiin kertomaan toimintaperiaate kuvilla ja tekstillä, hyvät ja huonot puolet sekä tämän hetken suosio käytössä olevissa kalustoissa. Tutkimuksessa pyrittiin vertailemaan miten kuljetusyritykset voisivat vähentää hiilijalanjälkeään niillä käyttövoimilla ja päästä näin Suomen hallituksen ilmastotavoitteisiin tulevaisuudessa.

Tutkimus suoritettiin kyselyllä Google Forms – ohjelmalla ja se toimitettiin Satakunnan alueella toimivalle kuudelle eri kuljetusalan yrittäjälle. Kyselyssä kysymykset painottuivat tämän hetkisiin käytössä oleviin käyttövoimiin, käytettävään diesellaatuun ja tulevaisuuden näkymiin yrittäjien näkökulmasta. Tuloksissa näkyivät dieselin täysi dominanssi sekä tulevaisuuden haasteet, jotta uuden vaihtoehtoiset käyttövoimat tulisivat varteenotettaviksi kyseisellä markkina – alueella. Tutkimuksesta voidaan todeta, että vastaajilla oli ennakkoluuloja oman toiminnan muuttamiselle niin kaluston kuin tankkaustavan kannalta.

Avainsanat: ilmastopolitiikka, kuorma-auto, käyttövoima, sähkö, kaasu, diesel, biodiesel, vihreä siirtymä, tieliikenne, raskasliikenne

ABSTRACT

Aaltonen, Ville: Impact of climate policy decisions on road transport
Bachelor’s thesis
Logistic`s
December 2024
Number of pages: 33

In today's global context, climate change is playing a major role in increasing the average global temperature and the number of natural phenomena. Up to three quarters of the greenhouse emissions contributing to climate change come from burning fossil fuels such as oil, coal and natural gas. Transport plays a major role in mitigating climate change. By changing the propulsion systems used in future transport, greenhouse gas emissions can be significantly reduced.

This thesis investigated the impact of climate policy decisions on heavy goods transport in Finland. The study looked at the climate policy negotiations and their outcomes, as well as the future propulsion systems for heavy goods vehicles. The green transition refers to a major systemic change in the transport sector. as the planet over-consumes resources and climate change increases, it will have an impact on efforts to find more efficient and sustainable models for transport infrastructure and service development. Green logistics seeks to develop ecology, eco-sociality and respect for nature, especially by businesses.

The thesis was limited to three propulsion systems, diesel, electricity and Ka-Sun. For each propulsion system, the aim was to explain the principle of operation with pictures and text, the pros and cons and the current popularity of the vehicles in use. The aim of the study was to compare how transport companies could reduce their carbon footprint with them and thus meet Finland's future climate targets.

The survey was carried out by means of a questionnaire using Google Forms and was sent to six different transport companies in Satakunta. The survey questions focused on the current propulsion systems in use, the quality of diesel used and future prospects from the entrepreneurs' point of view. The results showed the full dominance of diesel and the challenges for the future to make new alternative propulsion systems viable in this market area. The survey showed that respondents were reluctant to change their own activities, both in terms of fleet and refuelling.

Keywords: climate policy, electricity, gas, diesel, biodiesel, green transition, heavy goods vehicles, heavy transport, trucks, propulsion, road transport

SISÄLLYS

1 JOHDANTO ... 6
1.1 Rajaavat tekijät ... 6
2 TUTKIMUKSEN TAVOITTEET JA KYSYMYKSET ... 7
2.1 Tutkimuksen tavoitteet ... 7
2.2 Eettiset kysymykset ... 7
2.3 Tutkimuskysymykset ... 7
3 ILMASTOPOLITIIKKA ... 9
3.1 Rio de Janeiro Earth Summit 1992 ... 9
3.2 Kioto sopimus ... 9
3.3 Pariisin ilmasto sopimus ... 10
3.4 Ilmastopolitiikka Suomessa ... 11
4 VIHREÄ SIIRTYMÄ JA LOGISTIIKKA ... 12
4.1 Vihreä siirtymä ... 12
4.2 Vihreä logistiikka ... 13
5 MAANTIELIIKENNE JA KALUSTO ... 14
5.1 Maantieliikenne ... 14
5.2 Kalusto ... 15
6 KÄYTTÖVOIMAT ... 17
6.1 Diesel ... 17
6.1.1 Biodiesel ... 18
6.1.2 Uusiutuva diesel ... 20
6.2 Sähkökuorma – auto ... 20
6.3 Kaasu ... 22
7 TUTKIMUKSEN TOTEUTUS JA VASTAUKSET ... 24
7.1 Tutkimuskysymykset ... 24
7.2 Tulosten arviointi ... 28
8 YHTEENVETO ... 29
LÄHTEET ... 31

SYMPOLI JA LYHENNELUETTELO

UNCED	Earth Summit, Ilmastokokous Rio de Janeirossa
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change, YK:n ilmastonsuojelun puitesopimus
CNG	Compressed Natural Gas, puristettu maakaasu
LNG	Liquefied Natural Gas, nestemäinen maakaasu
LBG	Liquefied Biogas, nesteytetty biokaasu
NCD	Nationally Determined Contribution, ilmatonmuutossuunnitelma
MGV	Methane gas vehicle, metaanikäyttöinen ajoneuvo
FAME	Fatty Acid Methyl Ester
HVO	Hydrotreated vegetable oil

1 JOHDANTO

Suomessa noin 90 % tavaraliikenteestä kuljetetaan maanteitä pitkin. Tämä tarkoittaa, että esimerkiksi vuonna 2022 tieliikenteen hiilidioksidipäästöistä noin 37 % syntyi kuorma-autoista (Traficom 2024). Vaihtoehtoisilla käyttö-voimilla ja kuljetuskaluston uusimisella Suomen ilmastotavoitteeseen pääseminen vuoteen 2035 mennessä on tämän raportin suurin kysymys.
Opinnäytetyö käsittelee maantiekuljetuksissa käytettävän kaluston käyttö-voimia nyt ja tulevaisuudessa ilmastopolitiikan muuttuessa. Työn tilaajana toimii Satakunnan Ammattikorkeakoulu SAMK.

Tutkimuksessa perehdytään nykyisiin maantiekuljetuksissa käytettäviin polttoaineisiin ja mahdollisiin tulevaisuudessa oleviin vaihtoehtoisiin ratkaisuihin. Kysymyksiin pyritään vastaamaan ilmastotavoitteiden tuomista haasteista ja ratkaisuista niihin pääsemiseen.

1.1 Rajaavat tekijät

Tutkimusta rajataan Suomen maantieliikenteeseen. Vaikka poliittiset ratkaisut on tehty koko maailman mittapuulla, niin tässä työssä tutkitaan Suomen ilmastopoliittisten päätöksien tuomaa vastuuta kasvihuonepäästöjen pienentämiseen. Tätä tullaan tutkimaan käyttövoimia vertailemalla. Tarkoituksena on tutkia dieselin, sähkön ja kaasun eroavaisuuksia kuljetuskalustossa

2 TUTKIMUKSEN TAVOITTEET JA KYSYMYKSET

2.1 Tutkimuksen tavoitteet

Tämän opinnäytetyön tilaajana toimii Satakunnan ammattikorkeakoulu SAMK, joten työssä tarkastellaan haasteita ja ratkaisuja omasta opitusta näkökulmasta. Tutkimuksen tavoitteena on selvittää mitä poliittisia päätöksiä ja tavoitteita maailman johtajat ovat tehneet ilmastonmuutoksen torjumiseksi ja millaisia tavoitteita Suomi on näiden pohjalta alkanut valmistelemaan. Tarkoituksena on tutkia ilmastopolitiikan vaikutuksia ja ratkaisuja maantiekuljetuksiin kuljetuskaluston näkökulmasta.

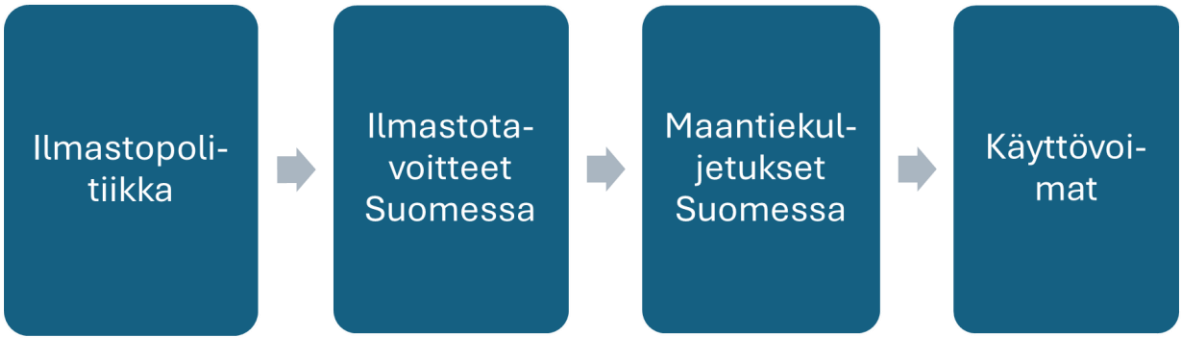
2.2 Eettiset kysymykset

Tutkimuksessa pyritään ottamaan huomioon internetistä löytyvien kohteiden oikeellisuus ja kirjaston materiaalit. Samalla pyritään käyttämään tuoreempaa materiaalia, joka olisi relevanttia tällä hetkellä. Tutkimuskysymykset toimitetaan Google Forms - muodossa, eikä vastauksissa tule esiin henkilöllisyyksiä tai kuljetusyrityksien nimiä.

2.3 Tutkimuskysymykset

1. Millaisia päätöksiä maailman ilmastopolitiikkaan on tehty?
2. Miten Suomen nykyinen ilmastolaki näkyy maantiekuljetuksissa?
3. Millaisia käyttövoimia raskaassa kalustossa käytetään mahdollisesti tulevaisuudessa?

Viitekehyksessä löytyvät pääkohdat, joihin pyritään tutkimuksella ottamaan selvää (kuva 1.) Ensimmäisenä kohtana on ilmastopolitiikka, jossa selvitettiin Yhdistyneissä Kansakunnissa tehtyjä sopimuksia, joilla ilmastopäästöihin ruvettiin alun perin ottamaan kantaa. Toisena tarkkailuun tulee Suomen ilmastopolitiikka ja siinä tehdyt päästörajoitukset. Kolmantena kohtana syvennytään siihen, miten poliittiset päätökset vaikuttavat Suomen maantiekuljetuksiin ja miten eri käyttövoimat vaikuttavat päästöihin.



Kuva 1. Viitekehys

3 ILMASTOPOLITIIKKA

3.1 Rio de Janeiro Earth Summit 1992

Vuonna 1992 Yhdistyneet Kansakunnat järjestivät Brasiliassa ympäristö- ja kehityskonferenssin (UNCED), joka tunnetaan epävirallisesti Earth Summit -kokouksena. Siellä YK:n 154 jäsenvaltiota allekirjoittivat ilmastonmuutosta koskevan puitesopimuksen (UNFCCC), jonka tarkoituksena oli rajoittaa ilmastonmuutosta. Sopimuksella oli tarkoitus puuttua ”ihmisten vaarallista puuttumista ilmastojärjestelmään” vakauttamalla ilmakehässä olevien kasvihuonekaasujen pitoisuuksia. (United Nations, n.d.)

Rion ilmastokokouksen toiseksi tärkein tulos oli Agenda 21. Se on kokonaisvaltaisesti laadittu kestävän kehityksen suunnitelma. Siinä paneudutaan ympäristöongelmiin taloudellisten ja sosiaalisten menetelmien avulla tulevina vuosina. Agenda 21 jaettiin neljään eri luokkaan; taloudelliset ja sosiaaliset ulottuvuudet, pääryhmien vahvistaminen, toteutus ja resurssien hoitoon ja säilyttämiseen. (Agenda 21 of Rio Earth Summit, n.d.)

3.2 Kioto sopimus

Kioton sopimuksella tarkoitetaan YK:n ilmaston lämpenemiseen liittyvän UNFCCC sopimukseen tulleita lisäyksiä vuonna 1997. Sopimus sitoutti teollisuusmaat vähentämään päästöjään keskimäärin 5 % vuosien 2008–2012 välisenä aikana. Voimaan astumisen perusteeksi sovittiin, että vähintään 55 jäsenvaltion oli ratifioitava pöytäkirja ja näiden valtioiden tuli tuottaa yli 55 % teollisuusmaiden hiilidioksidipäästöistä vuonna 1990. Suomi ratifioi sopimuksen vuonna 2002, samaan aikaan Euroopan Unionin kanssa. (Suomen YK-Liitto, n.d.)

Vaikka Kanada ja Yhdysvallat jättivät ratifioimatta sopimuksen, muut maat onnistuivat vähentämään päästöjään peräti 24,2 prosenttia. Suuri lukema johtui entisen Neuvostoliiton hajoamisesta, jonka takia entisten itäblokin maiden

päästövähennyksen pienenivät kymmeniä prosentteja vuoden 1990 tasosta. Myös talouden taantuma vuonna 2008 pienensi teollisuuden päästöjä huomattavasti pöytäkirjan velvoitekaudella. Mutta kun lasketaan kaikkien valtioiden päästöt sopimusajalta, koko maailman päästöt nousivat 32 prosenttia vuodesta 1990 vuoteen 2010. (Kyoto Protocol | History, Provisions, & Facts | Britannica)

3.3 Pariisin ilmasto sopimus

Pariisissa solmittiin uusi ilmastosopimus 12.joulukuuta 2015. Se on oikeuksellinen, sitova sopimus ilmastonmuutoksesta, kansainvälisesti kaikkien maailman valtioiden välillä. Sopimus astui voimaan 4.11.2016, kun kriteerit teollisuusvaltioiden yhteenlasketun hiilidioksidipäästöjen määrästä ylittivät 55 %. Sen tärkeimpänä kohtana pidetään keskilämpötilan pitäminen alle 2 celsiusasteessa verrattuna teolliseen aikaan ja rajoittamaan sitä 1,5 celsiusasteeseen. (Pariisin ilmastosopimus - Consilium)

Sopimuksen tarkoituksena on rajoittaa päästöjä, saada vähennettyä huomattavasti kasvuhuonekaasuja ilmakehästä sekä laskea päästöjen huippua mahdollisimman nopeasti. Tarkoitus on sopeutua ilmastonmuutokseen, taloudellinen apu valtioille, vahingonkorvaukset, kehitysapu sekä teknologinen apu. (Interaktiivinen aikajana: opas ilmastoneuvotteluihin | Euroopan parlamentti)

Ilmastosopimuksen toimivuutta ja siinä pysymistä tarkkaillaan viiden vuoden sykleissä. Silloin jokaisen valtion on toimitettava päivitetty ilmastonmuutossuunnitelmansa, jota kutsutaan Nationally Determined Contribution, eli NDC. Dokumentissa käydään läpi toteutuneet ja tulevaisuudessa tulevat toimet kasvihuonepäästötavoitteisiin pääsemiseksi. NDC:ssä tiedotetaan myös toimista, joilla parannetaan sietokykyä sopeutumisiin nousevien lämpötilojen takia. (The Paris Agreement | United Nations)

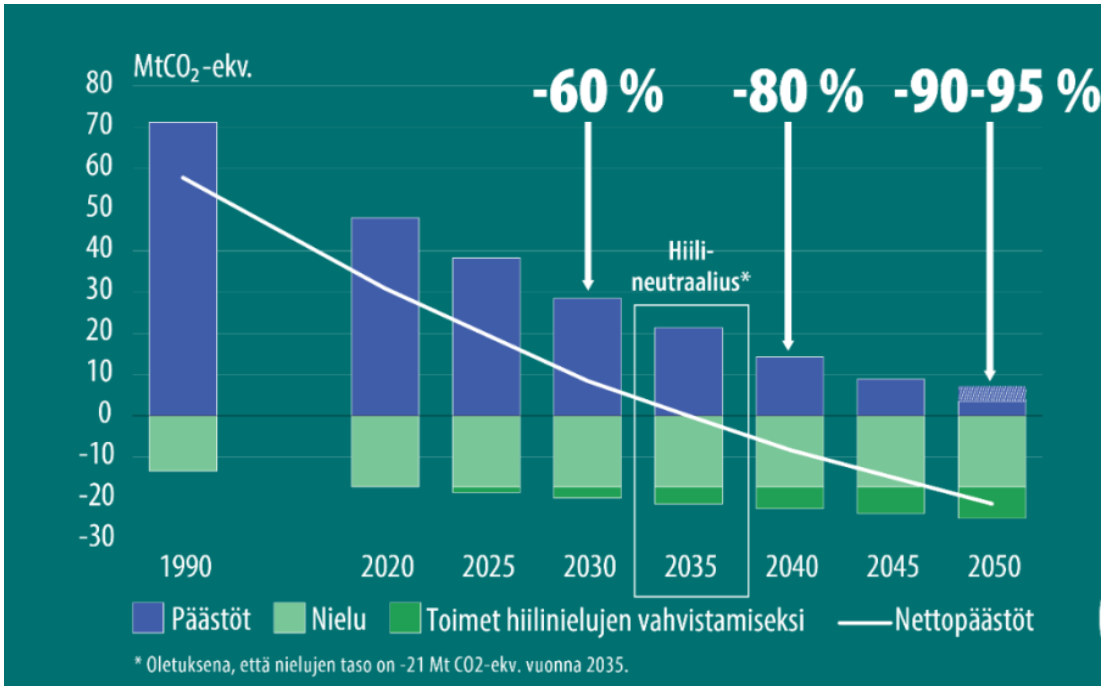
Vuonna 2023 Dubaissa järjestetyssä COP28, Conference of the Parties - kokouksessa tarkasteltiin uusia tavoitteita. Vuoteen 2030 mennessä pitää

vähentää päästöjä 43 %:lla vuoden 2019 tasoon verrattuna ja 60 %:lla 2035 vuoteen mentäessä. Tilannekatsauksen mukaan vain näillä toimilla ilmaston lämpeneminen saadaan rajoitettua 1,5 celsiusasteeseen määräaikaan mennessä. (COP28 - Consilium)

3.4 Ilmastopolitiikka Suomessa

Kansainväliset ilmastosopimukset ja EU:n ilmastopolitiikka antaa raamit Suomen omalle ilmastopolitiikalle ja sitä ohjaa ilmastolaki. Siihen on kirjattu ilmastopolitiikan suunnittelujärjestelmät ja Suomen omat päästövähennystavoitteet. (Suomen ilmastopolitiikalla pyritään saavuttamaan ilmastotavoitteet | Ilmasto-opas)

Uusi ilmastolaki tuli voimaan pääministeri Sanna Marinin hallituksen aikana 1.7.2022 (kuva 2). Siinä asetettiin uudet hiilineutraalisuustavoitteet vuodelle 2035, hiilinegatiivisuustavoite vuoden 2035 jälkeen sekä nielujen vahvistamistavoite. Uudet päästövähennystavoitteet ovat vuoteen 1990 verrattuna; 60 % vuoteen 2030 mennessä, 80 % vuoteen 2040 mennessä ja 90 % vuoteen 2050 mennessä, kuitenkin tavoitteena 95 %.



Kuva 2. Päästövähennystavoitteet. (Ilmasto-opas, 2022)

4 VIHREÄ SIIRTYMÄ JA LOGISTIIKKA

4.1 Vihreä siirtymä

Vihreällä siirtymällä tarkoitetaan muun muassa liikennesektorin suurta systeemistä muutosta. Maapallolla ylikulutetaan luonnonvaroja ja ilmastonmuutos lisääntyy. Se vaikuttaa niin, että pyritään koko ajan löytämään nykyisiä tehokkaampia ja kestävämpiä malleja liikenteen infrastruktuuriin ja palveluiden kehittämiseen. Ilmastotavoitteisiin pääsemisen edellytys on maantieliikenteen kestävyyden edistäminen. Kun vähennetään päästöjä liikenteessä, vaikutukset näkyvät ilmassa, vedessä ja maaperässä sekä parannetaan ihmisten terveyttä ja maapallon tilaa ekosysteemin kannalta.
(viestintäministeriö, 2023)

Vihreää siirtymää nopeutetaan kaikilla liikenteen muodoilla, parantamalla datasiirron tehokkuutta, kasvattamalla digitalisoitumista ja kehittämällä liikenteen palveluita. Suunniteltaessa uusia liikennehankkeita täytyy ottaa entistä paremmin huomioon vaikutukset ympäristöön pitkällä aika välillä, suunnittelusta, rakentamisesta ja käytössä olemisesta. (viestintäministeriö, 2023)

Liikenne- ja viestintäministeriön teettämässä julkaisussa (viestintäministeriö, 2023) liikenteestä tulevien kasvihuonepäästöjen vähentämiseksi on alettu valmistaa fossiilittoman liikenteen tiekarttaa vuonna 2021. Sitä jatkuvasti päivittämällä tavoitteena on päästä vuoden 2035 ilmastosopimuksen päästötavoitteeseen. Siinä Suomi on hiilineutraali eli päästetään hiilidioksidia ilmaan sen verran, mitä hiilinielumme suot ja metsät pystyvät sitomaan.

4.2 Vihreä logistiikka

Vihreällä logistiikalla tarkoitetaan ekologisuutta, ekososiaalisuutta ja luontoa. (kuva 3.) Logistisen ekotaseen laskemisen tarkoituksena on mitata ympäristövaikutuksia jakeluketjussa tuotteen valmistuksesta, raaka-aineista, hankinnasta, tuotannosta, jakelusta, kulutuksesta ja loppusijoituksesta / kierrätyksestä. Ekotehokkuudessa kartoitetaan elinkaariajattelua, jossa tuotteella ja sen pakkauksella on mahdollisimman pitkä käyttöikä, materiaalit uusiutuvia ja valmistus energiatehokasta.

Yritykset pyrkivät parantamaan omaa vihreää logistiikkaansa muun muassa paperittomalla toimistolla ja sähköistämällä esimerkiksi laskutuksensa. Yritykset ovat alkaneet entistä enemmän huolehtimaan kierrätyksestä, lajittelusta ja roskaamisen määrästä. Investointeja tehdessä otetaan huomioon ympäristövaikutuksia ja kehitetään uudelleenkäyttöä. (Logistiikan Maailma n.d.)

Kuva 3. Vihreän logistiikan kolme tärkeää osaa (Logistiikan maailma)

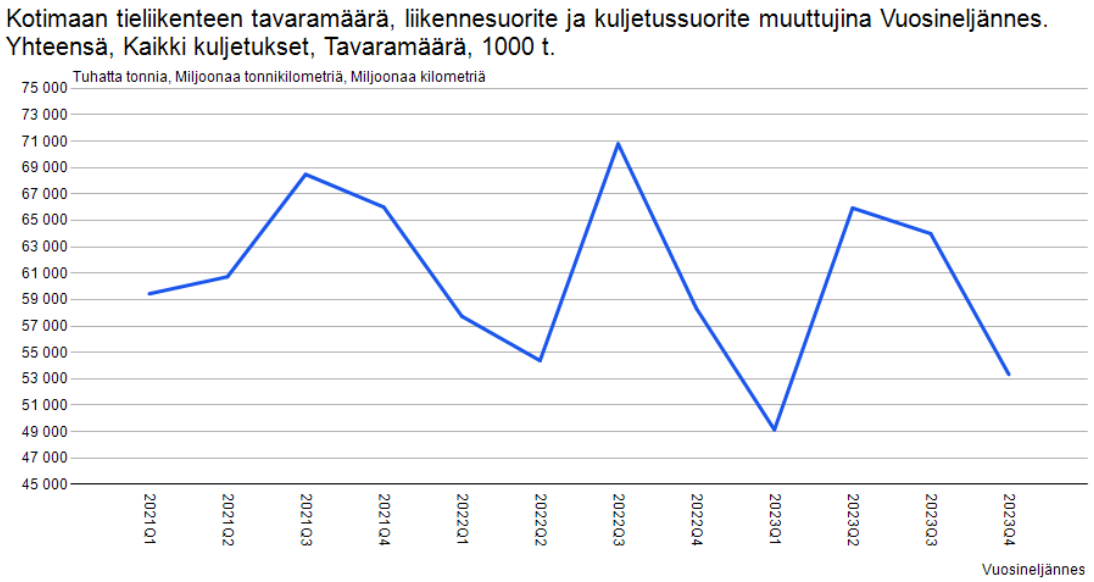
5 MAANTIELIIKENNE JA KALUSTO

5.1 Maantieliikenne

Kuljetusjärjestelmän keskeisin osa Suomessa ovat maantiekuljetukset ja samalla ne ovat yleisin tavarankuljetusmuoto. Kuorma-autoilla kuljetetaan noin 90 % kaikista tavaroista. Suuri syy tähän on, että Suomi on laajalle sijoittunut maa, jossa etäisyydet ovat pitkiä ja teollisuus on hajasijoittunut kaikkialle. Maantiekuljetukset ovat helposti toteutettavissa ja nopeita. Tuotteet voivat olla kooltaan pieniä paketteja, merikontteja tai erikoiskuljetuksia. Kumipyöräkuljetus kuvastaa maantiekuljetuksia ja samalla erotellaan rautateillä tapahtuvat kuljetukset. (Logistiikan maailma)

Maanteillä tapahtuvat kuljetukset jaotellaan monella tapaa; runko - ja siirtokuljetukset, esi- ja jälkikuljetukset, nouto- ja jakelukuljetukset. Suurin osa Suomessa tapahtuvista kuljetuksista toteutuvat ilman välikäsittelyä tai kuljetusvälineen vaihtoa, jolloin tuotteet kulkevat suoraan lähtöpaikasta vastaanottopaikkaan. (Logistiikan maailma)

Taulukossa 1 nähdään kotimaan tieliikenteen tavaramäärät vuosineljänneksen mukaan. Siitä voidaan todeta, että vaihtelua viime vuosien aikana suurimmillaan 21 600 tuhatta tonnia vuoden 2022 kolmannen vuosineljänneksen ja vuoden 2023 ensimmäisen vuosineljänneksen välillä. Vuoden 2023 viimeisen neljänneksen tulos: 53 333 tuhannesta tonnista laskua oli edeltävään neljännekseen noin 10 000 tuhatta tonnia. (Tilastokeskus)



Kuva 4. Kotimaan tieliikenteen tavaramäärät yhteensä (Tilastokeskus)

5.2 Kalusto

Taulukko 1. Ensirekisteröityjen kuorma-autojen käyttövoimatilastot (Tilastokeskus)

Vuosi	Bensiini	Diesel	Sähkö	Ladattava hybridi	Kaasu	Muu	Yhteensä
2020	131	3 228	5	0	65	0	3 429
2021	141	3 297	2	0	96	0	3 536
2022	108	3 124	15	0	94	0	3 341
2023	100	3 707	38	5	98	0	3 948

Taulukko 1 esittää Suomessa ensirekisteröityjen kuorma-autojen käyttövoimia vuosina 2020–2023. Taulukosta nähdään selvästi, miten diesel on ylivoimaisesti suosituin vaihtoehto ja se on valittu 94 % uutta kuorma-autoa hankittaessa. Sähkökuorma-autojen vähyydestä kertoo latausinfran puutteellisuus ja akkutekniikan vasta alkanut todellinen kehittyminen suurlataustuotteissa.

Taulukko 2. Ennuste yli 16 tonnisten kuorma-autojen ensirekisteröintiosuuksien kehityksestä eri käyttövoimien mukaan. (Autoalan käyttövoimaennusteet Ennusteet eri käyttövoimien yleistymisestä ensirekisteröinneissä ja autokannassa)

	diesel	hybridit	kaasu	täyssähkö	vety
2021	47 100	6	262	7	0
2025	46 900	140	900	200	10
2030	45 200	900	2 500	1 100	228
2035	39 200	2 100	4 800	3 500	1 100
2040	29 800	3 500	7 800	7 000	2 900

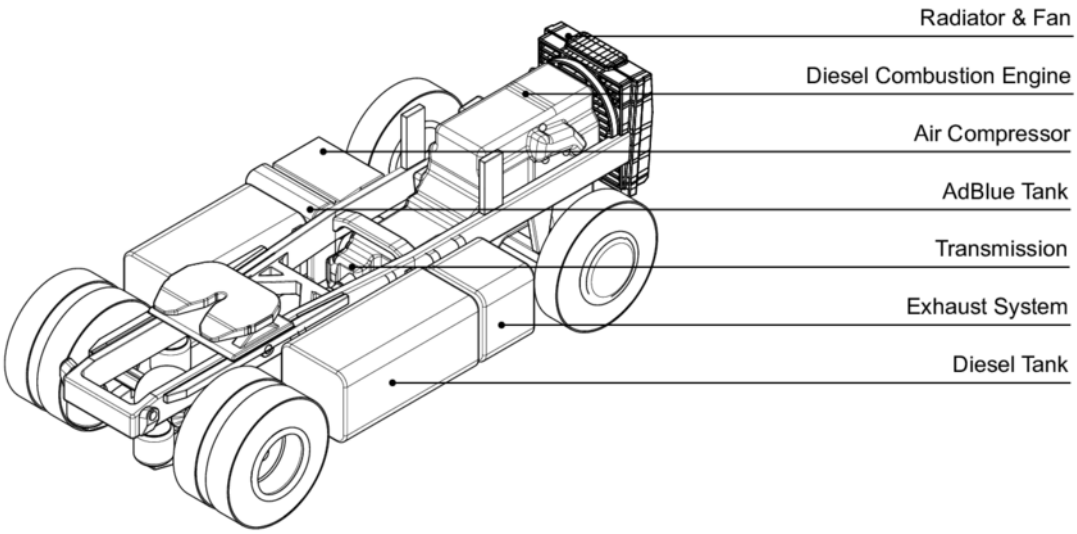
Taulukosta voidaan lukea, että kaasu- ja sähköauton yleistyminen on hidasta kalliimman hankintahinnan, toimintasäderajoitteiden ja rajallisen infran vuoksi. Päästörajatavoitteisiin pääsemiseksi näiden nopea kehittäminen vähentäisi dieselin osuutta kasvihuonepäästöissä selvästi.

6 KÄYTTÖVOIMAT

6.1 Diesel

Dieselmoottori on vanha keksintö vuodelta 1893. Paremman hyötysuhteen omaava moottoritekniikka bensiinimoottoriin verrattuna toimii kaasuöljyn puristussyttymisen periaatteella. 40 % parempi hyötysuhde johtuu puristumissuhteesta ja siitä, ettei imuilman määrää kuristeta kaasuläpillä kuten bensiinimoottoreissa. Tarvittava tehon määrä säädetään polttoaineen syöttömäärän mukaan. Diesel on koko Euroopan alueen yleisin ja käytetyin moottorityyppi kaikki autot yhteenlaskettuina. (Motiva.fi, 2024)

AdBlue - lisäaineella vähennetään typenoksidipäästöjä dieselmoottoreissa. Ajoneuvossa oleva SCR - järjestelmä vähentää typenoksidien päästöjä. Ainetta lisätään ajoneuvossa olevaan erilliseen AdBlue - tankkiin. Järjestelmä perustuu Euro 6 - standardiin ja sen sisältäviin päästövaatimuksiin.



Kuva 5. Pohjakuva diesel kuorma-autosta. (Wolff, 2023)

6.1.1 Biodiesel

Biodieselillä tarkoitetaan rasvahappojen metyyli- tai etyyliestereistä koostuvaa polttonestettä. Sitä kutsutaan perinteiseksi tai ensimmäisen sukupolven biodieseliksi eli FAME (Fatty Acid Methyl Ester). Biodieseliä valmistetaan alkoholin avulla esteröimällä kasvi- tai elinrasvoja. Normaalisti alkoholina käytetään metanolia sen kustannustehokkuuden takia, mutta myös etanoli ja jotkin muut lyhytketjuiset alkoholit ovat käytössä. Biodieselin ominaisuudet on määritetty kansainvälisessä standardissa EN 14214. Se toimii kaikissa dieselmoottoreissa fossiiliseen dieseliin sekoitettuna. Puhtaan biodieselin heikkoutena pidetään kylmäkäynnistysominaisuuksia, jolloin siihen täytyy lisätä apuaineita toiminnan varmistamiseksi Suomen kovissa talvissa. Myös kalliimpi hinta ja heikompi saatavuus syrjäseuduilla vaikuttavat negatiivisesti biodieselin nopeaan yleistymiseen. Hyvistä ominaisuuksista puhuttaessa biodiesel voitelee moottoria tehokkaasti ja estää siten kulumista. Biodiesel palaa puhtaasti biodiesel-molekyylin sisältävän happimolekyylin ansiosta eikä se sisällä myöskään ollenkaan rikkiä. Biodiesel on biohajoavaa ja myrkytöntä, joten se ei saastuta ympäristöä tai vesistöjä. Ajoneuvojen lisäksi biodieseliä voidaan käyttää aggregaateissa ja lämmityskattiloissa. (Biodiesel | Bioste Oy)

FAME-n sekoitussuhde on rajattu Euroopassa 7 tilavuusprosenttiin. Monet autonvalmistajat ovatkin jo kieltäneet tämän tyyppisten dieselien käytön moottorivaurioriskien vuoksi. Tätä suuremmat pitoisuudet voivat aiheuttaa moottorissa esimerkiksi polttoainejärjestelmien muovi - ja kumiosien rikkoutumista tai lisätä karstaa moottorin polttoainesuuttimissa. FAME - biodiesel usein heikentää tuotteen laatua esimerkiksi pitkäaikaissäilyvyydessä mitattuna. Lisäksi ensimmäisen sukupolven diesel sitoo itseensä vettä, jonka vuoksi polttoainetankkiin voi muodostua biokasvustoa varastoinnin aikana. (Siis häh HVO, FAME, LPG? – Liikennepolttoaineiden koottu sanasto)

Yli 80 prosenttia biopohjaisesta dieselistä on valmistettu kasviöljystä (loput ovat pääosin eläinrasvoja). Biodieselistä suurimman osan muodostava soija- ja rypsiöljy ovat periaatteessa samaa kuin ruokakaupasta ostettu ruokaöljy, kun taas maissiöljy on enimmäkseen syötäväksi kelpaamatonta etanolin tuotannon sivutuotetta. Sitä käytetään yleensä eläinten ruokinnassa ja muissa tarkoituksissa. Keltainen rasva on yleistermi, joka sisältää käytetyn ruokaöljyn sekä renderointilaitoksista peräisin olevan heikompilaatuisen talin eli eläinten rasvakudoksista erotetun rasvan. (https://blog.ucsusa.org)

6.1.2 Uusiutuva diesel

Uusiutuvan dieselin valmistus eroaa biodieselistä. Biodiesel tehdään rasvapitoisista uusiutuvista raaka-aineista, josta metanolin avulla tulee metyyliesteriä. Uusiutuva diesel tehdään rasvapitoisista uusiutuvista raaka-aineista vetykäsittelyn avulla, jolloin lopputuloksen on parafiininen hiilivety.(Siis häh HVO, FAME, LPG? – Liikennepolttoaineiden koottu sanasto)

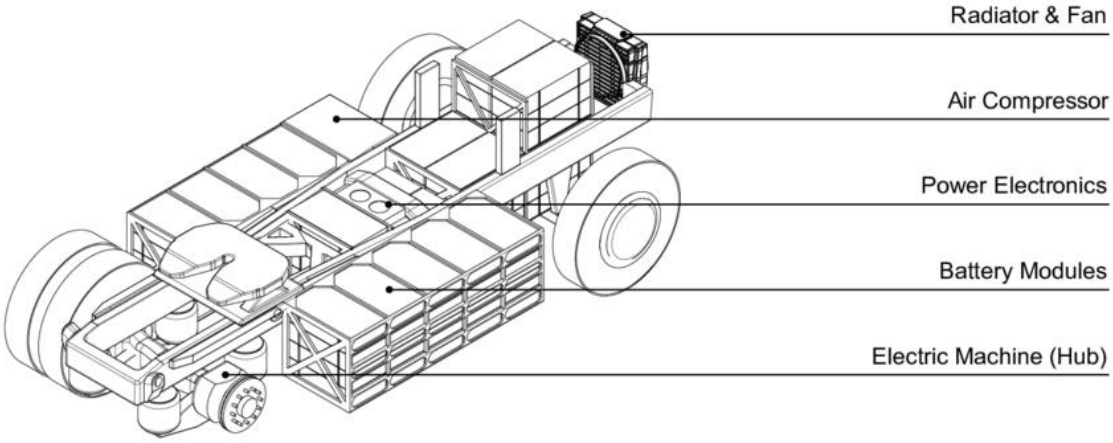
Suomessa myytävä uusiutuva diesel on Nesteen tai UPM:n valmistamaa. Neste on tuonut markkinoille 100-prosenttisen uusiutuvan dieselin, Neste My:n.

Neste My
Valmistuksessa poistetaan ensimmäiseksi epäpuhtaudet ja vety käsitellään korkeassa lämpötilassa. Näin tuotteesta saadaan fossiilista dieseliä vastaavaa hiilivetyä. Uusiutuvan dieselin laatu pysyy aina samana. Sillä ei ole väliä mitä raaka-ainetta valmistuksessa käsitellään. Kun fossiiliseen dieseliin lisätään neste my-n kaltaista tuotetta, seoksesta saadaan paranneltua kylmäominaisuuksia huomattavasti. Kun uusiutuvaa dieseliä verrataan koko elinkaarensa ajalta fossiiliseen polttoaineeseen, sillä on keskimäärin 90 % pienempi hiilijalanjälki. (Neste MY Uusiutuva Diesel | Neste)

6.2 Sähkökuorma – auto

Kaikkien kuorma-autojen elinkaaren CO2-päästöjen määrän osalta sähkökuorma-autot ovat ylivoimaisia päästöjen vähyydessä verrattuna diesel- ja kaasukuorma-autoihin. Vaikka akuston valmistuksen takia sähkökuorma-auton päästöt ovat lähes kaksi kolmasosaa suuremmat kuin diesel- ja kaasukuorma-autoilla, ovat sähkökuorma-auton kokonaispäästöt pienemmät jo toisen käyttövuoden aikana. Vaikka sähkökuorma-auton akku jouduttaisiin vaihtamaan, niin 15 vuoden elinkaariset CO2-päästöt ovat dieselillä nelinkertaiset verrattuna sähkökuorma-autoon. Kuorma-autoissa käytettävien akkujen (LFP, litiumrautafosfaatti) käyttöikä on kuitenkin todennäköisesti yli miljoona

kilometriä, mikä riittää ainakin lyhyen matkan jakelukuorma-autoissa koko käyttöajalle. (Paketti- ja kuorma-autojen päästö- ja kustannuslaskuri auttaa tekemään kestäviä valintoja | Traficom)



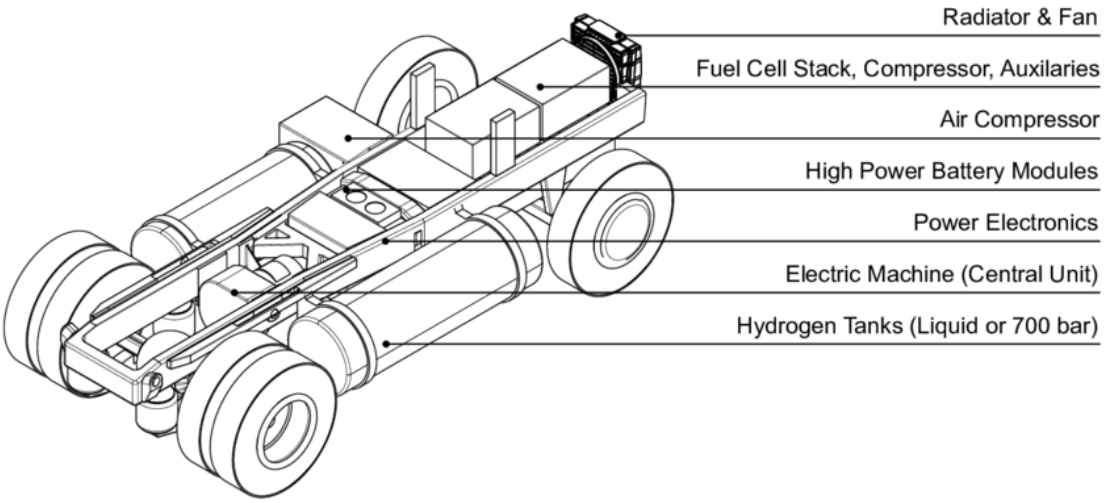
Kuva 6. Sähkö käyttöisen kuorma-auton pohjakuva. (Wolff, 2023)

Sähköisen kuorma-auton suurin hyöty perinteiseen polttomoottoriajoneuvoon on hyvä hallittavuus suuremman kiihtyvyyden ansiosta ja kaasupolkimen nopeammasta vasteesta. Sähköisten kuorma-autojen lisääntyminen on hidasta korkean hankinta hinnan ja vajavaisen latausinfran puuttumisen takia. Raskas kalusto vaatii 350 kW lataustehon, kun taas sähköinen henkilöauto tarvitsee 6–25 kW tehon. Tästä johtuu, että nykyiset latauspisteet valtateiden varsilla eivät sovellu raskaalle kalustolle. Tämän hetken kalustot ajavat pääsääntöisesti suurimmissa kaupungeissa, joissa välimatkat ovat lyhyitä ja lataus tapahtuu yrityksien omissa latauspisteissä. Akustojen kehittyminen, suurempien lataustehojen mahdollistuminen ja standardoinnit alan kehitykseen ennakoivat alan siirtyvän myös pidemmille matkoille. (Raskaan liikenteen ajoneuvojen latausinfra : Tarveselvitys, 2023)

Sähköisen kuljetuskaluston hankinta vaatii tarkkaa harkintaa, koska autonvalmistajien mukaan hankintahinta on jopa kolminkertainen polttomoottoriautoon verrattuna. Sähköautoa hankittaessa pitää suorittaa käyttöanalyysi, jossa tutkitaan suunniteltuja massoja, ajo-olosuhteita, tiestöä, rakennetta, käyttöä sekä ajosuoritteita. Esimerkiksi takalauta ja jätepakkauskalusto tarvitsevat päivän aikana myös sähköä. Talvikäytössä täytyy ottaa huomioon se, että auton toimintamatka voi vähentyä jopa 40 prosenttiyksikköä. Kohdekartoituksessa huomioidaan tarjolla olevat latauspisteet ja suuret hintavaihtelut energian hinnassa. Työvuorojen alkamisajankohdat vaikuttavat kuitenkin siihen, ettei latausta voida suorittaa aina halvimpana ajankohtana. (Miten olisi sähkökuormaauto | Kuljettaja.fi)

6.3 Kaasu

Nesteytettyä biokaasua (LBG=Liquefied BioGas) ja maakaasua (LNG=Liquefied Natural Gas) käyttävissä ajoneuvoissa biokaasu ja maakaasu ovat teknisesti täysin vaihtokelpoisia. Biokaasua valmistetaan orgaanisesta jätteestä kuten lannasta, ruokajätteestä ja lietteestä. Tässä prosessissa biojäte mädätetään liettämällä ja mikrobeja hyväksi käyttäen 37 asteen lämpötilassa. Lopuksi tuote puhdistetaan ja valmistetaan nesteeksi. Biokaasu - ja maakaasuauton etuna on moninkertainen energiatiheys paineistettuun metaaniin verrattuna (700-kertainen paineistamattomaan metaanikaasuun verrattuna) ja siitä seuraava kolminkertainen tankkausväli samalla tankin tilavuudella. Nesteytetyllä biokaasulla LBG toimivalla autolla on lähestulkoon sama toimintasäde kuin diesel käyttöisillä kuorma-autoilla. (Nesteytetty biokaasu on raskaalle liikenteelle vastuullinen ja turvallinen valinta myös talviolosuhteissa | Gasum)



Kuva 7. Kaasu kuorma-auton pohjakuva (Wolff, 2023)

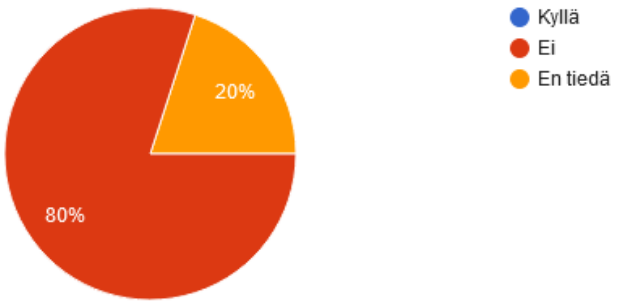
Tulevaisuudessa monet kuljetusalan yritykset tulevat mahdollisesti vaihtamaan dieselillä toimivan kalustonsa ympäristöystävällisempään vaihtoehtoon eli biokaasuun. Se säilyttää tehonsa ja toiminta varmuutensa suuremmillakin pakkasilla, koska sen kaasuuntumislämpötila on -162 °C astetta. Talvisissa olosuhteissa autoilu on halvempaa, koska dieseliin verrattaessa kaasuun ei tarvitse tehdä minkäänlaisia muutoksia. Dieseliin tulee talvisin talvilaatu, jonka valmistus on kalliimpaa, energiasisältö huonompi ja keskikulutus suurempi. Tällä hetkellä kaasukuorma - autojen ainoana esteenä on tankkausverkoston pienuus koko maan mittakaavassa. (Nesteytetty biokaasu on raskaalle liikenteelle vastuullinen ja turvallinen valinta myös talviolosuhteissa | Gasum)

7 TUTKIMUKSEN TOTEUTUS JA VASTAUKSET

Opinnäytetyön tutkimuksessa käytettiin hyväksi Google-Forms kyselynteko ohjelmaa. Siellä pystyttiin luomaan kysymykset ja lähettämään ne vastaajille. Tulokset saatiin valmiiksi koottuina tilastoina. Vastaajiksi valikoitui Porin alueella erilaisissa toimenkuvissa toimivia kuljetusalan yrittäjiä yhteensä viisi (5). He kaikki ovat itsenäisiä yrittäjiä ja heillä on kalustoa 1–6 autoa liikennekäytössä päivittäin. Yrittäjien pääsääntöisiin tehtäviin kuuluvat kappaletavarakuljetukset, ruoka-ainekuljetukset sekä tekstiilimateriaalikuljetukset.

7.1 Tutkimuskysymykset

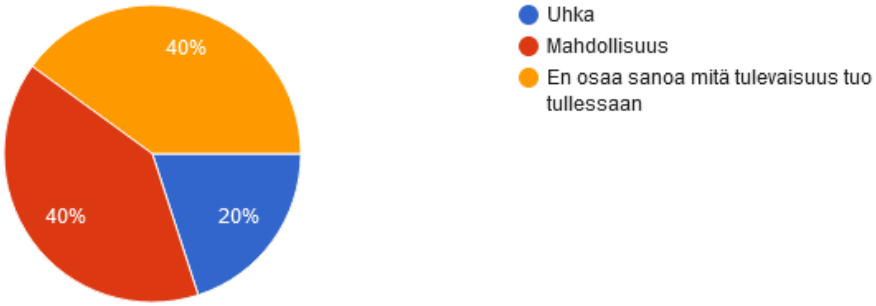
Onko Suomen ilmastopoliittiset päätökset mahdollisia ratkaista raskaanliikenteen kaluston uudistamisella?



Kuva 8. Forms - kaavio 1. kysymyksestä (Opparikysymykset - Google Forms)

Ensimmäisellä kysymyksellä halusin tietää vastaajien mielipiteen ilmastopoliittisten päätösten ratkaisemisesta raskaan kaluston uudistamisella. Vastaajat olivat lähes kaikki samaa mieltä, että ”Ei” ole mahdollista, ja yksi vastaajista ”Ei tiedä”.

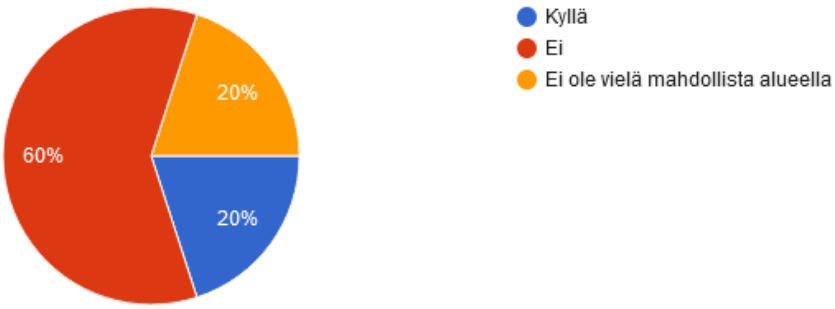
Mikä on näkemyksesi vihreästä siirtymästä? Näetkö sen uhkana, joka tulee maksamaan hirveästi, vai mahdollisuutena parantaa ilmastonmuutosta?



Kuva 9. Forms - kaavio 2. kysymyksestä (Opparikysymykset - Google Forms)

Toisessa kysymyksessä halusin selvittää mielipiteitä vihreästä siirtymästä ja sen tuomasta mahdollisesta uhasta maksaa hirveästi tai mahdollisuutena parantaa ilmastonmuutoksen muutosta. Vastaukset vaihtelivat tasaisesti. Kaksi vastaajista pitivät vihreää siirtymää uhkana, joka maksaa hirveästi. Kaksi vastaajaa pitivät vihreää siirtymää mahdollisuutena ja yksi vastaaja piti vihreää siirtymää uhkana.

Oletteko tutkineet muita käyttövoimia työnkuvaanne sopiviksi vaihtoehdoiksi kuin diesel ?



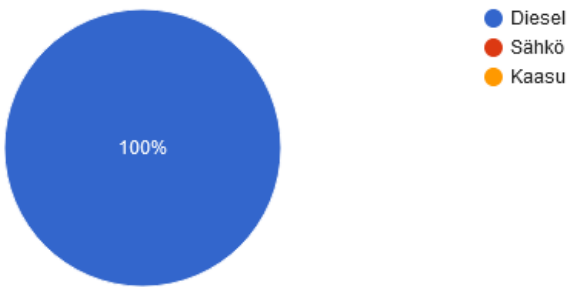
Kuva 10. Form - kaavio 3. kysymyksestä (Opparikysymykset - Google Forms)

Kolmannessa kysymyksessä halusin tietää, ovatko kuljetusyrittäjät tutkineet mahdollisia vaihtoehtoja dieselin korvaajaksi omassa työnkuvassaan. Vastauksista pystyy päättelemään kahden vastaajan tutkineen, koska vastauksina olivat ”Kyllä” ja ”Ei vielä mahdollista alueella”. Mutta yli puolet (3 kpl) vastaajista eivät olleet tutkineet asiaa.

Mitkä ovat suurimmat haasteet, että diesel syrjäytettäisiin suosituimpana käyttövoimana?

Kysymyksen 4. vastaukset pyysin kirjoittamalla ja ”hinta” vastattiin kahteen kertaan. ”Sähkökuorma-autojen latauspisteiden määrä ja hitaus, sekä niiden pieni ajosuorite. Kaasukuorma-autojen tankkaus paikkojen vähyys.” ” Kustannukset, työaikojen muutokset”.

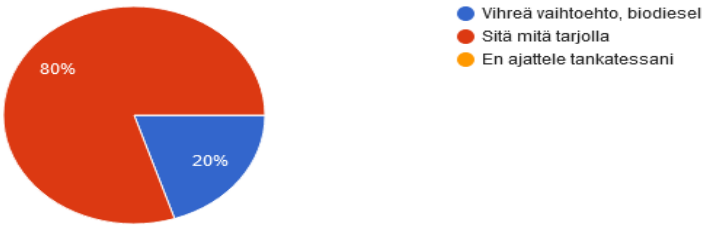
Millä käyttövoimalla kuorma-autonne tulee toimimaan seuraavan 5 vuoden kuluttua?



Kuva 11. Forms - kaavio 5. kysymyksestä. (Opparikysymykset - Google Forms)

Viidentenä kysymyksenä halusin tietää tulevaisuudennäkymät viiden vuoden kuluttua yrittäjien kaluston käytettävästä käyttövoimasta. Vastaukset olivat yksimielisiä ja kaikki vastasivat ajavansa dieselkäyttöisillä kuorma - autoilla.

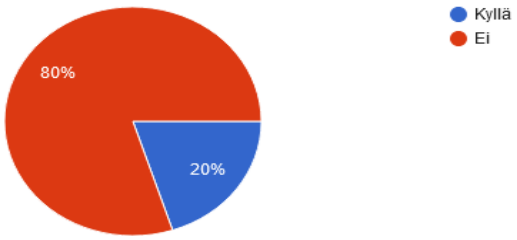
Tankkaatteko vihreää vaihtoehtoa vai sitä mitä pistoolista löytyy?



Kuva 12. Forms - kaavio 6. kysymyksestä. (Opparikysymykset - Google Forms)

Seuraavana kysymyksenä selvitettiin kuljetusyrittäjien tankkausrutiineja. Tarkoituksena oli selvittää, mitä kuljettaja tankkaa, kun hän menee jakajalle. Vastauksista selviää, että miltei jokainen kyselyyn osallistujasta ei etsi puhtaampaa vaihtoehtoa, vaan ottaa juuri kyseisellä pumpulla olevaa vaihtoehtoa. Yksi vastaajista kertoi pyrkivänsä tankkaamaan biodiesel – vaihtoehtoa.

Ovatko asiakkaat kyselleet yrityksen tavoista hillitä ilmastonmuutosta nyt tai tulevaisuudessa?



Kuva 13. Forms - kaavio 7. kysymyksestä. (Opparikysymykset - Google Forms)

Viimeisenä kysymyksenä oli kuljetusyrittäjille mahdollisesti tulleet asiakkaiden kiinnostukset ilmastonmuutoksen hillinnästä. Tuloksista näkyy, että mielenkiintoa asian suhteen on havaittavissa. Kuitenkin suurin osa vastaajista ei ole kohdannut asiakkailta tulleita kysymyksiä siitä, mitä suunnitelmia yrityksellä on hillitä ilmastonmuutosta nyt tai tulevaisuudessa omilla toimenpiteillään.

7.2 Tulosten arviointi

Tutkimuksen tuloksista voidaan katsoa, että dieselkäyttöiset kuorma-autot tulevat hallitsemaan pienempien kaupunkien ja maakuntien suosituimpana käyttövoimana vielä pitkään. Hankintahinta ja latauksista johtuva työajan piteneminen vaikuttavat suurelta osin siihen, ettei vastaajista yksikään ajattele ajavansa sähkö- tai kaasuautolla vielä viiden vuoden kuluttuakaan. Tähän vaikuttaa osaksi myös se, ettei alueella ole näkyvissä suuria infrastruktuurisia suunnitelmia kehittää esimerkiksi kuorma-autojen vaatimia latauspaikkoja. Elämme kuitenkin vaativassa energiamuutoksen ajassa, jossa sähkön hintaa on vaikea arvioida ja heittelyt ovat valtavia jopa vuorokauden sisällä. Tämäkin asia vaikuttaa, kun mietitään sähkökäyttöisen auton hankintaa.

Tutkimuksesta voidaan todeta, että vastaajilla on ennakkoluuloja oman toiminnan muuttamiselle niin kaluston kuin tankkaustavan osalta. Uuden kaluston hankinta on aina suuri kustannuserä ja täysin uuteen siirtyminen on todella vaikeaa totutun tilalle. Kun kysyttiin mahdollista ratkaisua ilmastonmuutokseen raskaankaluston uudistamisella, vastaukset olivat lähes yksimielisesti vastaan. Jotta kalustoa saadaan tulevaisuudessa kehittymään puhtaampaan vaihtoehtoon, tarvitaan valtion laajempaa ja monipuolisempaa tukimäärää, suurempaa latausinfraa, laskettua hankintahintaa ja työpäivien pituudet pysymään kustannustehokkaina. Myös informaation lisäämisen koulutusten ja erilaisten alan julkaisujen avulla tuetaan yrittäjiä enemmän ajattelemaan ja toimimaan puhtaamman ilmaston puolesta tulevaisuudessa.

8 YHTEENVETO

Opinnäytetyössä tutustuin maailmanlaajuisiin ratkaisuihin ja sopimuksiin ilmastonmuutoksen hillitsemiseksi. Yhdistyneissä kansakunnissa tehdyt sopimukset edellyttivät ja vaikuttivat Suomessa lakimuutoksiin. Suomen tavoitteena on olla hiilineutraali vuoteen 2035 mennessä. Tämä johtaa siihen, että on myös pyrittävä kehittämään jatkuvasti puhtaampia ja tehokkaampia tapoja suorittaa maantiekuljetuksia. Sähkö - ja kaasukäyttöisten kuorma - autojen kehitys menee eteenpäin jatkuvasti, mutta suosituimmiksi käyttövoimiksi tulemiseen on todella pitkä matka. Tähän vaikuttavat lataus- ja tankkauspisteiden vähäisyys esimerkiksi haja-asutusalueilla, hankintahinta ja toimintaetäisyydet. Dieselkäyttöisten kuorma-autojen suosiossa ei ole näkyvissä suurta pudotusta juuri edellä mainittujen syiden vuoksi. Siksi onkin tärkeää kehittää entisestään puhtaampia polttoaineita kuten biodieselin yhteydessä on tehty.

Opinnäytetyön aikana opin paljon muun muassa Suomen ilmastonmuutosta koskevasta lainsäädännöstä sekä kansainvälisistä sopimuksista. Tiedonhaussa käytin internetissä löytyviä artikkeleita ja sivuja niin suomeksi kuin englanniksi. Käytin hyväkseni myös koulun tarjoamaa kirjastopalvelua, mistä löytyi materiaalia sähköisesti ja fyysisinä painoksina.

Ymmärrykseni ilmastonmuutoksen tärkeyteen syveni prosessin aikana ja näkyväksi kirjoittaminen helpottui. Lähdeviittauksissa käytetty Mendeley cite oli itselleni täysin uusi ohjelma, mutta sitä oppi käyttämään koulun infrasta löytyvillä hyvillä ohjeilla. Sillä pystyin luomaan valmiit viitteet ja lähdeluettelon. Toinen uusi ohjelma opinnäytetyötä tehdessä oli Google Forms. Sen avulla tein kyselykaavakkeen helposti omilla kysymyksilläni ja lähetin vastaajille suoraan sähköpostiin. Valmiista vastauksista sain helposti luotua graafiset taulukot ja kuvaajat, jotka pystyin liittämään kirjoitukseen.

Prosessin aikana opin paljon uutta ilmastopolitiikkaan liittyvästä asiasta. Ilmastokokoukset ja niissä tehdyt päätökset olivat mielenkiintoista luettavaa ja antoi pohjaa, miksi Suomessa on lakimuutoksia ja tavoitteita kiristetty jatkuvasti. En ole koskaan ollut nuorempana kiinnostunut autojen tekniikasta tai

valmistusprosesseista, mutta tämän työn aikana huomasin aiheen olleen mielenkiintoinen ja kysymyksiä herättävä. Erilaiset taulukot ja arviot olivat myös mielenkiintoisia niitä tarkemmin luettuani.

Jatkotutkimukseen mielestäni tärkeintä olisi saada laajempi otanta vastaamaan kyselyihin myös eri kuljetusaloilta. Tällöin pystytään vertailemaan miten rahdituspainot, kuljetettavat tuotteet, kuljetusmatkat ja erilaiset kaluston apulaitteet vaikuttavat kaluston käyttöön ja sähkön riittävyyteen työpäivän aikana. Ennakkoluulojen ja vanhojen tapojen muuttamiseen on tärkeää kiinnittää erityistä huomiota ilmastonmuutokseen vaikuttamiseksi raskaan kaluston käyttövoiman uudistamisen avulla.

LÄHTEET

Autoalan käyttövoimaennusteet Ennusteet eri käyttövoimien yleistymisestä ensirekisteröinneissä ja autokannassa. Haettu 10.10.2024 osoitteesta https://www.aut.fi/files/2861/Kayttovoimaennusteet_2024_2205.pdf

Biodiesel | Bioste Oy. Haettu 27.9.2024 osoitteesta https://bioste.fi/bioenergia/biodiesel/

COP28 - Consilium. Haettu 24.4.2024 osoitteesta https://www.consilium.europa.eu/fi/policies/climate-change/paris-agreement/cop28/

Euroopan parlamentti. (99999). Interaktiivinen aikajana: opas ilmastoneuvotteluihin. Haettu 24.4.2024 osoitteesta https://www.europarl.europa.eu/infographic/climate-negotiations-timeline/index_fi.html#event-2015-12

https://blog.ucsusa.org. Haettu 27.9.2024 osoitteesta https://blog.ucsusa.org/jeremy-martin/all-about-biodiesel-and-renewable-diesel/

Ilmasto-opas. (2022). Haettu 27.4.2024 osoitteesta https://www.ilmasto-opas.fi/artikkelit/suomen-ilmastopolitiikalla-pyritaan-saavuttamaan-ilmastotavoitteet

Ilmastosopimus -aikajana | Suomen YK-liitto. Haettu 24.4.2024 osoitteesta https://www.ykliitto.fi/yk-teemat/kestava-kehitys/ilmastosopimus-aikajana

Kyoto Protocol | History, Provisions, & Facts | Britannica. Haettu 24.4.2024 osoitteesta https://www.britannica.com/event/Kyoto-Protocol

Logistiikan maailma. Haettu 27.4.2024 osoitteesta https://www.logistiikanmaailma.fi/kuljetus/maantiekuljetus/

Miten olisi sähkökuorma-auto | Kuljettaja.fi. Haettu 27.9.2024 osoitteesta https://www.kuljettaja.fi/fi/artikkeli/miten-olisi-sahkokuorma-auto

Motiva.fi. (2024). Haettu 27.4.2024 osoitteesta https://www.motiva.fi/ratkaisut/kestava_liikenne_ja_liikkuminen/valitse_auto_viisaasti/ajoneuvotekniikka/moottoritekniikka/dieselmoottori

Nations, U. United Nations Conference on Environment and Development, Rio de Janeiro, Brazil, 3-14 June 1992 | United Nations. Haettu 24.4.2024 osoitteesta https://www.un.org/en/conferences/environment/rio1992

Neste MY Uusiutuva Diesel | Neste. Haettu 27.9.2024 osoitteesta https://www.neste.fi/yritysasiakkaat/tuotteet/polttoaineet/neste-my-uusiutuva-diesel

Nesteytetty biokaasu on raskaalle liikenteelle vastuullinen ja turvallinen valinta myös talviolosuhteissa | Gasum. Haettu 27.9.2024 osoitteesta https://www.gasum.com/fi/uutiset-ja-asiakastarinat/artikkelit/2022/nesteytetty-biokaasu-on-raskaalle-liikenteelle-vastuullinen-ja-turvallinen-valinta-myos-talviolosuhteissa/

Opparikysymykset - Google Forms. Haettu 6.11.2024 osoitteesta https://docs.google.com/forms/d/1uBWVn8VemEmGXPBy-PJpZc7gmgHMM-ESpLCI8WxnMpM/edit?pli=1#responses

Paketti- ja kuorma-autojen päästö- ja kustannuslaskuri auttaa tekemään kestäviä valintoja | Traficom. Haettu 28.10.2024 osoitteesta https://www.traficom.fi/fi/ajankohtaista/paketti-ja-kuorma-autojen-paasto-ja-kustannuslaskuri-auttaa-tekemaan-kestavia

Pariisin ilmastosopimus - Consilium. Haettu 24.4.2024 osoitteesta https://www.consilium.europa.eu/fi/policies/climate-change/paris-agreement/

Raskaan liikenteen ajoneuvojen latausinfra : Tarveselvitys. (2023). Raskaan liikenteen ajoneuvojen latausinfra. Haettu 27.4.2024 osoitteesta http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-243-917-8

Rio Summit - Earth Summit 1992, Agenda 21 of Rio Earth Summit, UPSC PDF. Haettu 26.4.2024 osoitteesta https://byjusexamprep.com/upsc-exam/rio-earth-summit

Siis häh HVO, FAME, LPG? – Liikennepolttoaineiden koottu sanasto. Haettu 10.10.2024 osoitteesta https://moottori.fi/uutinen/siis-hah-hvo-fame-lpg-liiken-nepolttoaineiden-koottu-sanasto/

Suomen ilmastopolitiikalla pyritään saavuttamaan ilmastotavoitteet | Ilmasto-opas. Haettu 23.4.2024 osoitteesta https://www.ilmasto-opas.fi/artikkelit/suo-men-ilmastopolitiikalla-pyritaan-saavuttamaan-ilmastotavoitteet

The Paris Agreement | United Nations. Haettu 24.4.2024 osoitteesta https://www.un.org/en/climatechange/paris-agreement

Tilastokeskus. Haettu 27.4.2024 osoitteesta https://pxdata.stat.fi/PxWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin__kttav/stat-fin_kttav_pxt_117g.px/table/tableViewLayout1/

viestintäministeriö, L. (2023). Kestävää kasvua, hyvinvointia sekä turvalli-suutta tiedolla ja tulevaisuuden yhteyksillä : Liikenne- ja viestintäministeriön virkakunnan puheenvuoro haasteista ja mahdollisuuksista vuosille 2023–2027. Liikenne- ja viestintäministeriö. Haettu 1.3.2024 osoitteesta http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-243-925-3

Wolff, S. (2023). Eco-Efficiency Assessment of Zero-Emission Heavy-Duty Ve-hicle Concepts. Teoksessa Eco-Efficiency Assessment of Zero-Emission Heavy-Duty Vehicle Concepts. https://www.researchgate.net/publica-tion/369185465