

Erna Niemelä

UUSIUTUVAN ENERGIAN LIIKENNE- KÄYTÖN LISÄÄMISEN YMPÄRISTÖ- VAIKUTUKSET

Opinnäytetyö

Insinööri

Energiatekniikka

2022



**Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu**

Tutkintonimike	Insinööri
Tekijä/Tekijät	Erna Niemelä
Työn nimi	Uusiutuvan energian liikennekäytön lisäämisen ympäristövaikutukset
Toimeksiantaja	Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu XAMK
Vuosi	2022
Sivut	39 sivua
Työn ohjaaja(t)	Jyri Mulari

TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyön tavoitteena on selvittää, millaisia ilmastovaikutuksia liikenteessä saadaan aikaiseksi uusiutuvan energian käytöllä. Aihe on ajankohtainen ilmastomuutoksen hillinnän näkökulmasta ja se koskettaa jokaista. Lisäksi kansallisella tasolla Suomen tavoitellessa hiilineutraaliutta on liikenteellä ja uusiutuvan energian käytöllä merkittävä vaikutus Suomen kokonaiskasvihuonekaasupäästöihin. Suomen ilmastopolitiikkaan on kirjattu toimia ja tavoitteita kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseksi. Yksi merkittävä toimi on uusiutuvien energialähteiden käytön lisääminen tavoitteiden saavuttamiseksi. Uusiutuvaa energiaa käytetään Suomessa jo monipuolisesti, mutta tulevaisuudessa tavoitteena on luopua fossiilisista polttoaineista kokonaan. Suomen kansallisena tavoitteena on olla hiilineutraali vuoteen 2035 mennessä.

Tutkimusongelma on uusiutuvan energian vaikutus tieliikenteen ilmastovaikutuksiin. Työssä vastataan seuraaviin tutkimuskysymyksiin: Minkälaisia ilmastovaikutuksia saadaan aikaiseksi, kun fossiilisia polttoaineita korvataan uusiutuvalla energialla? Mitä toimia vaaditaan, jotta tieliikenteelle asetetut päästötavoitteet saavutetaan? Opinnäytetyö toteutettiin teoreettisena kirjallisuustutkimuksena. Menetelmänä käytettiin kirjallisten lähteiden analysointia. Lisäksi työssä on analysoitu tilastotietoja. Analyysia varten lähdeaineistoa on kerätty laajasti eri lähteistä. Aineistoa on tutkittu ja vertailtu keskenään. Lähdeaineistona on käytetty alan kirjallisuutta sekä aiheeseen liittyviä aiempien tutkimuksia, selvityksiä ja lakeja.

Tieliikenteen osuus Suomen kasvihuonekaasupäästöistä on noin 20 prosenttia. Tieliikenteestä syntyy hiilidioksidipäästöjä ja muita ilmansaasteita sekä lähipäästöjä, jotka vaikuttavat ilmastomuutokseen kiihdyttävästi. Tieliikenteen päästöjä ja ilmastovaikutuksia pystytään pienentämään mm. uusiutuvan energian osuuden lisäämisellä liikennepolttoaineissa, uudistamalla ja tehostamalla autokantaa ja liikennejärjestelmää sekä myöntämällä erinäisiä tukia ja etuuk-sia vaihtoehtoisen käyttövoiman hankintaan. Suurimmat ja nopeimmat vaikutukset saadaan aikaan uusiutuvan energian osuuden lisäämisellä tieliikennekäytössä. Tieliikenteen sähköistämällä sekä vuonna 2035 voimaan tulevalla polttomoottorikiellolla tieliikenteen aiheuttamia hiilidioksidipäästöjä saadaan vähennettyä merkittävästi entistä nopeammalla tahdilla. Uusiutuvien energialähteiden käyttö vähentää tieliikenteestä aiheutuvia päästöjä ja ilmastovaikutuksia huomattavasti.

Asiasanat: uusiutuva energia, ilmastomuutos, ilmastovaikutus, tieliikenne, ilmastopolitiikka

Degree title	Bachelor of Engineering
Author (authors)	Erna Niemelä
Thesis title	Impact of renewable energy on the climate effects of transport
Commissioned by	South-Eastern Finland University of Applied Sciences XAMK
Time	2022
Pages	39 pages
Supervisor	Jyri Mulari

ABSTRACT

The object of the thesis was to study what climate effects can be achieved in transport by using renewable energy and identify measures that are needed to meet the emissions targets set for transport. The topic is current from the perspective of climate change mitigation, and it affects everyone. In addition, when Finland strives for carbon neutrality, transport and the use of renewable energy sources both have a significant impact on Finland's total greenhouse gas emissions. Finland's climate policy includes measures and objectives for reducing greenhouse gas emissions. Increasing the use of renewable energy is a significant measure to achieve these objectives. Renewable energy is already used in many ways in Finland but in the future the object is to completely stop using fossil fuels and be carbon neutral by 2035.

The thesis was implemented as a theoretical literature research utilising the method of analysing written sources particularly statistical data. The material for this thesis was collected extensively from many sources and compared with each other, including previous studies, reports, laws, and the literature from the field of renewable energy.

According to the key findings made in this study, transport sector's share of Finland's greenhouse gas emissions is approximately 20 percent. Transport produces carbon dioxide and other air pollutants, as well as local emissions, which have an accelerating effect on climate change. Emissions from transport can be reduced e.g. by increasing the share of renewable energy in fuels, renewing, modernizing, and improving the vehicle fleet and the transport system as a whole, and granting various subsidies and benefits. The best effects are achieved by increasing the share of renewable energy in road traffic use. With the electrification of road traffic and the ban on combustion engines coming into force in 2035, carbon dioxide emissions caused by road traffic can be significantly reduced at a faster pace than before. The use of renewable energy sources has a significant impact on transport emissions and the climate impact.

Keywords: renewable energy, climate change, climate impact, transport, climate policy

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	6
2	YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET	7
2.1	Ympäristövaikutusten vaikutusalueet	7
2.2	Ilmastonmuutos	7
2.3	Tieliikenteen ympäristövaikutukset	8
2.3.1	Ilmansaasteet	8
2.3.2	Melu	9
2.3.3	Luonnon monimuotoisuuden pieneneminen	9
3	SUOMEN ILMASTOPOLITIikka.....	10
3.1	Kansainväliset ilmastopimukset	10
3.2	Euroopan unionin ilmastopolitiikka.....	11
3.3	Päästökauppasektori, taakanjakosektori ja LULUCF	11
3.4	Suomen kansallinen ilmastolaki.....	12
3.4.1	Suomen kansallinen ilmastopolitiikka	13
3.4.2	Kansalliset tavoitteet	13
3.4.3	Ilmastopolitiikan suunnittelujärjestelmä ja tavoitteiden seuranta	13
4	UUSIUTUVA JA HIILIDIOKSIDIVAPAA ENERGIA SUOMESSA	14
4.1	Uusiutuvat energialähteet Suomessa	14
4.1.1	Bioenergia.....	14
4.1.2	Vesivoima	15
4.1.3	Tuulivoima ja aurinkoenergia	15
4.2	Ydinenergia	16
4.3	Hiilinielut	16
4.4	Uusiutuvan energian kulutus ja tuotanto Suomessa	16
5	UUSIUTUVA ENERGIA LIIKENTEESSÄ	18
5.1	Jakeluvelvoite	18
5.2	Nestemäiset polttoaineet	19

5.3	Sähkö	20
5.4	Biokaasu	21
5.5	Power-to-X ja synteettiset polttoaineet	22
6	LIIKENTEEN ILMASTOVAIKUTUKSET SUOMESSA	23
6.1	Ajoneuvokannan kehitys Suomessa	23
6.2	Liikenteen hiilidioksidipäästöjen kehitys Suomessa	25
6.3	Liikennesuoritteiden kehitys Suomessa	25
7	UUSIUTUVAN ENERGIAN VAIKUTUS LIIKENTEEN ILMASTOVAIKUTUKSIIN	26
7.1	Fossiilittoman liikenteen tiekartta	26
7.2	55-valmiuspaketti	28
7.2.1	Uusiutuva energia	29
7.2.2	Vaihtoehtoisten polttoaineiden verkosto	29
7.2.3	Henkilö- ja pakettiautojen hiilidioksidipäästöt	30
7.3	Tieliikenteen sähköistyminen	30
8	PÄÄTELMÄT	31
	LÄHTEET	33
	KUVALUETTELO	

1 JOHDANTO

Maailmanlaajuisesti yksi tämän hetken ja tulevaisuuden tärkeimmistä tehtävistä on ilmastomuutoksen hillintä. Myös Suomi on sitoutunut hiilineutraaliin tulevaisuuteen ja osallistuu näin ilmastomuutoksen hillintään. (Valtioneuvosto s.a.; Ilmasto-opas 2021.) Uusiutuvien energialähteiden käytöllä on hillinnässä merkittävä rooli (Valtioneuvosto s.a.). Liikenteen osuus Suomen kasvihuonekaasupäästöistä on noin 20 prosenttia (Kestävä liikenne ja liikkuminen 2021). Jotta liikenteen päästöille asetetut vähennystavoitteet saavutetaan, tulee päästöjä vähentää entisestään (Lounasheimo ym. 2021).

Opinnäytetyönä tehtävän kirjallisuustutkimuksen tarkoituksena ja tutkimusongelmana on selvittää, millaisia ilmastovaikutuksia saadaan aikaiseksi, kun uusiutuvan energian osuutta kasvatetaan tieliikennekäytössä. Tieliikenteen ympäristövaikutukset esitellään pääpiirteittäin, mutta työssä keskitytään pääasiassa ilmastovaikutuksiin. Lisäksi tutustutaan Suomen ilmastopolitiikkaan sekä uusiutuvaan energiaan ja tieliikenteen päästöihin Suomessa. Kyseinen aihe valikoitui tutkimuskohteeksi, koska tieliikenteen aiheuttamien päästöjen vähentämisellä on merkittävä vaikutus kasvihuonekaasujen kokonaispäästöihin. Tutkimuskysymysten avulla haetaan vastausta tutkimusongelmaan. Tavoitteena on saada vastaukset seuraaviin kysymyksiin:

- Minkälaisia ilmastovaikutuksia saadaan aikaiseksi, kun fossiilisia polttoaineita korvataan uusiutuvalla energialla?
- Mitä toimia vaaditaan, jotta liikenteelle asetetut päästötavoitteet saavutetaan?

Opinnäytetyö on toteutettu teoreettisena kirjallisuustutkimuksena. Menetelmänä on käytetty kirjallisten lähteiden analysointia. Lisäksi työssä on hyödynnetty ja analysoitu tilastotietoja. Analyysia varten lähdeaineistoa on kerätty laajasti eri lähteistä. Aineistoa on tutkittu ja vertailtu keskenään. Lähdeaineistona on käytetty alan kirjallisuutta sekä esimerkiksi aiheeseen liittyviä aiempien tutkimuksia, selvityksiä ja lakeja. Lähdeaineistoksi on pyritty valitsemaan viimeisimpiä ja ajantasaisia julkaisuja. Aineiston käsittelytapana on käytetty teoriaohjaavaa analyysia (Laadullisesta sisällönanalyysistä s.a.). Analyysia varten lähdeaineistoa on kerätty laajasti eri lähteistä ja niin kauan, että samat

tiedot toistuivat useissa lähteissä. Aineistoa on tutkittu ja vertailtu keskenään. Lähdeaineistona on käytetty alan kirjallisuutta sekä esimerkiksi aiheeseen liittyviä aiempien tutkimuksia, selvityksiä ja lakeja. Lähdeaineistoksi on pyritty valitsemaan viimeisimpiä ja ajantasaisia julkaisuja. Työn kannalta keskeiset käsitteet ovat ympäristövaikutus, ilmastopolitiikka, uusiutuva energia, liikenne, ilmastovaikutus ja ilmastonmuutos.

2 YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET

Ympäristövaikutukset kertovat, kuinka ihminen vaikuttaa ympäristöönsä. Ympäristövaikutukset voivat olla luonteeltaan joko suoria tai epäsuoria. Esimerkiksi liikenteen suorana ympäristövaikutuksena voidaan pitää autoista aiheutuvia pakokaasupäästöjä. Epäsuorana ympäristövaikutuksena voidaan puolestaan pitää lämmityksestä johtuvia hiilidioksidipäästöjä. Hiilidioksidipäästöt vaikuttavat kiihdyttävästi ilmastonmuutokseen. (Ympäristöosaava s.a.)

2.1 Ympäristövaikutusten vaikutusalueet

Ympäristövaikutusten vaikutusalueet ovat laajuudeltaan paikallisia, alueellisia tai globaaleja. Paikalliset ympäristövaikutukset voivat levitä alueellisiksi ja alueelliset maailmanlaajuisiksi. Esimerkiksi paikallisena ympäristövaikutuksena voidaan pitää maaperän saastumista. Alueellisia ympäristövaikutuksia puolestaan ovat esimerkiksi vesistöjen saastuminen sekä ilmansaasteet. Maailmanlaajuinen ympäristövaikutus on ilmastonmuutos. (Ympäristöosaava s.a.)

2.2 Ilmastonmuutos

Ilmastonmuutos tarkoittaa ihmisten toiminnasta johtuvia ilmastossa tapahtuvia muutoksia ja se on maailmanlaajuinen ongelma. Muutokset tapahtuvat vähitellen. Ihmisten toiminnan takia maapallon ilmakehän kasvihuonekaasujen määrä lisääntyy. Tämän takia lämpötila maapallolla nousee, minkä seurauksena ilmasto ja ympäristö muuttuu. Hiilidioksidi on yksi ilmastonmuutosta nopeuttavista kasvihuonekaasuista. Se on myös yleisin ihmisten toiminnasta aiheutuvista kasvihuonekaasuista. Ilmastonmuutos on vakava uhka ja suuri riski ihmiselle, muulle elämälle sekä ympäristölle. (Ilmastonmuutos s.a.)

Verrattaessa nykytilannetta esiteolliseen aikaan, huomataan lämpötilan nousseen yli asteen verran. Jos maapallon keskilämpötila nousee yli 1,5 °C, ollaan maapallolla tilanteessa, jossa lämpötilannoususta aiheutuvat seuraukset ovat mahdollisesti peruuttamattomia. Ilmastomuutoksesta aiheutuvia mahdollisia seurauksia ovat esimerkiksi ilmansaasteista ja kuumuudesta johtuvat kuolemantapaukset, vesipula sekä merenpinnan nousu. Näin ollen ilmastomuutoksen takia nälänhätä voi pahentua sekä ihmisten terveys heiketä merkittävästi. (Ilmastomuutos s.a.)

2.3 Tieliikenteen ympäristövaikutukset

Tieliikenne aiheuttaa erilaisia ympäristövaikutuksia ja päästöjä. Päästöjä aiheuttavat tieliikenteen useat eri osa-alueet. Tieliikenteen aiheuttamia merkittävimpiä ympäristövaikutuksia ovat mm. hiilidioksidipäästöt, ilmansaasteet ja melu. Lisäksi infrastruktuuri ja rakentaminen aiheuttavat paikallisia ja alueellisia ympäristövaikutuksia. Liikenteen hiilidioksidipäästöt vaikuttavat ilmastomuutokseen kiihdyttävästi. Paikallisia ja alueellisia ympäristövaikutuksia voivat olla esimerkiksi maaperän tai pohjavesien saastuminen sekä luonnollisten alueiden pieneneminen, jolloin myös luonnon ja eläinkunnan monimuotoisuus köyhtyy. (Euroopan ympäristökeskus 2020.)

2.3.1 Ilmansaasteet

Tieliikenteen päästöt aiheuttavat ilmansaasteita, jotka ovat haitaksi terveydelle. Ilmansaasteet ovat pääasiassa häkä- ja hiilidioksidipäästöjä. Ilmansaasteissa on myös paljon pienhiukkasia, jotka sisältävät mm. raskasmetalleja ja syöväälle altistavia yhdisteitä. Myös maaperän happamoituminen ja vesistöjen rehevöityminen aiheutuu osittain ilmansaasteista. (Ilmansaasteet ja ilmansuojelu s.a.)

Tieliikenteestä aiheutuvat ilmansaasteet voidaan jaotella lähi- ja ilmastopäästöihin. Lähipäästöt voidaan jakaa kahteen luokkaan: pakokaasupäästöihin ja muihin päästöihin. Muilla päästöillä tarkoitetaan esimerkiksi jarrujen kuumenemisesta ja kulumisesta johtuvia nano- ja pölyhiukkasia sekä renkaiden ja asfaltin kulumisesta johtuvia hiukkasia. (Traficom 2020.) Ilmastopäästöillä tarkoitetaan kasvihuonekaasupäästöjä, jotka vaikuttavat ilmastoon kuormittavasti eli

ilmastonmuutosta kiihdyttävästi. Ilmastopäästöjä ovat esimerkiksi pakokaasujen sisältämät häkä-, hiilidioksidi- ja vetypäästöt. (Autojen pakokaasupäästöt 2019.)

Maaperän happamoitumisen katsotaan johtuvan muun muassa fossiilisten polttoaineiden savukaasuista. Savukaasut koostuvat hiilidioksidista sekä typpi- ja rikkioksideista. Kun kyseiset oksidit reagoivat veden kanssa, muodostuu happoja. Hapot päätyvät maaperään sadevedessä. Maaperän happamoituminen vaikuttaa suoraan kyseisen alueen eliöstöön ja kasvillisuuteen. Maaperän happamoituminen voi lopulta johtaa luonnon monimuotoisuuden köyhtymiseen. (Ympäristöministeriö s.a.; Ympäristöosaava s.a.)

2.3.2 Melu

Liikenteen aiheuttamat meluhaitat ovat yleisiä varsinkin kaupunkialueilla. Ihmisen hyvinvoinnin katsotaan kärsivän liikenteen aiheuttamasta melusta. Melu voi esimerkiksi aiheuttaa stressiä, vaurioittaa kuuloa sekä vaikuttaa lepoon, keskittymiseen ja oppimiseen. Meluhaittoihin pyritään vaikuttamaan esimerkiksi rakentamalla meluvalleja sekä rajoittamalla ajonopeuksia ja liikennemääriä. Myös rakennusten äänieristyksillä ja hyvällä kaupunki- ja rakennussuunnittelulla voidaan vähentää meluhaittojen vaikutusta. (Helsingin kaupunki s.a.)

2.3.3 Luonnon monimuotoisuuden pieneneminen

Liikenne vaikuttaa luonnon monimuotoisuuteen negatiivisesti. Esimerkiksi liikenneväylät ja liikenneväylien rakennustyöt muokkaavat luontoa ja ympäristöä. Liikenteellä ja liikenneinfrastruktuurilla rajoitetaan kasvillisuuden ja eläinkunnan kasvu- ja elinalueita. Vaikka luonnon monimuotoisuuden köyhtymistä voidaan pitää sekä paikallisena että alueellisena ongelmana, on se myös maailmanlaajuinen ongelma. (Suomen ympäristökeskus 2020.) Luonnon monimuotoisuuden köyhtymisen estämisessä ja hidastamisessa maankäytöllä on merkittävä asema. Liikenteen aiheuttamia haittoja voidaan ehkäistä ja korvata esimerkiksi kulkuväylien oikeanlaisella sijoittelulla, viherkaistoilla sekä ympäristön ja eläinkunnan huomioivilla ratkaisuilla. (Suomen ympäristökeskus 2020.)

3 SUOMEN ILMASTOPOLITIikka

Suomen ilmastopolitiikan keskeisimpinä tavoitteina on vähentää kasvihuonekaasupäästöjä, lisätä uusiutuvan energian käyttöä ja parantaa energiatehokkuutta. Lisäksi tavoitteena on edistää ilmastonmuutoksesta johtuvien muutoksiin sopeutumista. (Suomen kansallinen ilmastopolitiikka s.a.) YK:n ilmastositomuksen, Kioton pöytäkirjan, Pariisin ilmastositomuksen ja EU:n ilmastopolitiikan perusteella luodaan pohja Suomen ilmastopolitiikalle. Lisäksi ilmastopolitiikkaa ohjaa Suomen kansallinen ilmastolaki. Ilmastopolitiikan tavoitteita tavoitellaan mm. päästökauppa-, taakanjako- ja maankäyttösektorin avulla. (Euroopan unionin ilmastopolitiikka s.a.)

3.1 Kansainväliset ilmastositomukset

Kansainvälisiä ilmastositomuksia ovat YK:n ilmastositomus, Kioton pöytäkirja sekä Pariisin ilmastositomus. YK:n ilmastositomuksella tarkoitetaan vuonna 1994 voimaan tullutta YK:n ilmastonsuojelun puitesitomusta. Sen tavoitteena on vastustaa ilmastonmuutosta vähentämällä kasvihuonekaasupäästöjä tasolle, joka ei ole ilmakehälle vaarallinen. YK:n ilmastositomukseen ei ole kirjattu velvoitteita tavoitteiden saavuttamiseksi. (Valtioneuvosto 2016, 6–7.)

Kioton pöytäkirjan katsotaan olevan YK:n ilmastositomuksen lisäys. Vuonna 2005 voimaan tulleen pöytäkirjaan tarkennettiin teollisuusmaiden sitoutuminen hiilidioksidipäästöjen vähentämiseksi. Pöytäkirja on sitomus, joka on oikeudellisesti sitova. Sen avulla hiilidioksidipäästöjä on saatu vähennettyä. Kioton pöytäkirjassa oli määritetty maakohtaiset päästövähennysvelvoitteet vuosille 2008–2012 ja 2013–2020. (Kioton pöytäkirja s.a.)

Pariisin ilmastositomus on kansainvälinen sitomus, joka on ollut voimassa 4.11.2016 alkaen. Sitomuksen tavoitteena on hillitä keskilämpötilan nousua maapallolla, vertauslämpötilana on maapallon keskilämpötila esiteolliseen aikaan. Tavoitteena on, että lämpötilannousu olisi huomattavasti vähemmän kuin kaksi astetta. Sitomukseen on myös kirjattu toimia, joihin tulisi pyrkiä, että keskilämpötilan nousu olisi alle 1,5 astetta. Pariisin ilmastositomuksen tavoitteena on myös parantaa ilmastonmuutokseen sopeutumista sekä suunnata rahoitusta vähähiiliseen ja ilmastollisesti kestäväan kehitykseen. (Valtioneuvosto 2016, 6–7.)

Pariisin sopimukseen ei ole kirjattu minkä verran päästöjä tulisi vähentää kansallisella tasolla, mutta sopimusosapuolet valmistelevat, tiedottavat, ylläpitävät ja saavuttavat kansallisella tasolla asetetut päästötavoitteet. Kansallisten tavoitteiden tulee kuitenkin olla tiukempia ajan saatossa. Kansalliset tavoitteet valmistellaan kerran viidessä vuodessa. (Pariisin sopimus s.a.)

3.2 Euroopan unionin ilmastopolitiikka

Euroopan unionin eli EU:n ilmastopolitiikan pohjana ovat YK:n ilmastopöytäkirja, Kioton pöytäkirja sekä Pariisin ilmastopöytäkirja. EU:n ilmastopolitiikan tarkoituksena on ohjata alueen yhteisiä ilmastomuutosta hillitseviä toimia ja sopeutumista. Samalla sen tarkoituksena on ohjata myös jäsenmaiden vastaavia toimia. (EU:n energia- ja ilmastopolitiikka s.a.) Euroopan unionin tärkeimpiä ilmastopoliittisia ohjauskeinoja ovat päästökauppa, taakanjakosektorin kansalliset tavoitteet sekä sopeutumisstrategia (Euroopan unionin ilmastopolitiikka s.a.).

Euroopan unionin tavoitteena on olla ilmastoneutraali viimeistään vuonna 2050. Näin ollen Eurooppa olisi ensimmäinen ilmastoneutraali maanosana. Vuoteen 2030 mennessä tavoitteena on vähentää kasvihuonekaasupäästöjä minimissään 55 prosenttia verrattuna vuoden 1990 tilanteeseen. (Euroopan unionin ilmastopolitiikka s.a.)

3.3 Päästökauppasektori, taakanjakosektori ja LULUCF

Päästökauppasektorilla tarkoitetaan suurten teollisuus- ja energialaitosten sekä Euroopan sisäisen lentoliikenteen kasvihuonekaasupäästöjen kontrollia EU:n päästökauppajärjestelmän avulla. Päästökauppasektorille on asetettu päästökatto, jonka rajoissa sektorin on pysyttävä. (Ilmastovuosikertomus 2021, 4–5.) EU:n Suomelle asettama kasvihuonekaasupäästöjen vähennystavoite on 43 prosenttia vuoteen 2030 mennessä. Vertailutilanteena käytetään vuoden 2005 tilannetta. Euroopan komissio teki ehdotuksen, jossa päästökauppasektorin päästövähennystavoitetta nostettaisiin 61 prosenttiin vuoteen 2030 mennessä. Samalla päästökaupan toimintaa laajennettaisiin eri aloille. (Euroopan unionin ilmastopolitiikka s.a.)

Taakanjakosektori on toinen päästökaupan ulkopuolelle jäävistä sektoreista. Taakanjakosektori käsittää päästökauppasektorin ulkopuolelle jäävät alat, kuten liikenteen, rakentamisen, lämmittämisen, asumisen, maatalouden, jätteenhuollon sekä teollisuuden F-kaasut. Suomen kansallinen päästövähennystavoite vuoteen 2030 mennessä on noin 39 prosenttia taakanjakosektorilla. Vertailukohtana käytetään vuoden 2005 tilannetta. Taakanjakosektori tuottaa yli puolet EU:n alueen kasvihuonekaasupäästöistä. (Euroopan unionin ilmastopolitiikka s.a.)

LULUCF-sektorilla tarkoitetaan maankäytön, maankäytön muutoksen sekä metsänhoidon hiilinieluja ja päästöjä. Sektorista käytetään myös nimitystä maankäyttösektori. Kyseiseltä sektorilta ei saa aiheutua päästöjä, vaan sektorin tulee pystyä sitomaan päästöjä yhtä paljon kuin niitä aiheuttaakin. Vuonna 2021 Euroopan komission antamassa ehdotuksessa EU:n jäsenmaille annettaisiin maakohtaiset tavoitteet hiilinielujen kasvattamiseksi. (Euroopan unionin ilmastopolitiikka s.a.)

3.4 Suomen kansallinen ilmastolaki

Suomen kansallinen ilmastolaki on astunut voimaan vuonna 2015. Sen tarkoituksena on vahvistaa ilmastopolitiikan suunnittelua ja tavoitteiden toteutumisen seuranta sekä tehostaa toimia ilmastomuutoksen hillitsemiseksi ja hillitsemistä tukevien toimien suunnittelua ja seuranta. Lisäksi tarkoituksena on vahvistaa eduskunnan ja kansan osallistumis- ja vaikutusmahdollisuuksia ilmastopolitiikkaa suunniteltaessa. (Ilmastolaki 22.5.2015/609.) Ilmastolakia alettiin uudistamaan vuonna 2019, jotta Suomen tavoite hiilineutraaliudesta vuoteen 2035 mennessä saavutettaisiin. Hallituksen esitys uudesta ilmastolaista on annettu 3.3.2022 eduskunnalle. (Ilmastolain uudistus s.a.)

Ilmastolakiin on kirjattu ilmastopolitiikan suunnittelujärjestelmä. Lain ja suunnittelujärjestelmän tavoitteina on varmistaa kasvihuonehuonekaasupäästöjen vähentämiseen ja seurantaan liittyvien velvoitteiden täyttyminen sekä vähentää kasvihuonekaasupäästöjä, hillitä ilmastomuutosta kansallisilla toimilla ja sopeutua ilmastomuutokseen. (Ilmastolaki 2015/609 § 1.)

3.4.1 Suomen kansallinen ilmastopolitiikka

Kansallinen ilmastolaki on Suomen ilmastopolitiikan tärkeimpiä lähtökohtia. Kansallisessa ilmastolaissa on säädetty, että vuoteen 2050 mennessä kasvihuonepäästöjä tulee vähentää ainakin 80 prosenttia. Vertailuvuotena käytetään vuotta 1990. Lakiin on kirjattu myös ilmastopolitiikan suunnittelujärjestelmä sekä tavoitteiden seuranta. (Suomen kansallinen ilmastopolitiikka s.a.) Lisäksi Suomen kansallista ilmastopolitiikkaa ohjaa Euroopan unionin ilmastopolitiikka, jonka lähtökohtina ovat YK:n ilmastopöytäkirja ja Pariisin ilmastopöytäkirja (Euroopan unionin ilmastopolitiikka s.a.).

3.4.2 Kansalliset tavoitteet

Kansalliseksi tavoitteeksi on asetettu, että vuoteen 2035 mennessä Suomi olisi hiilineutraali (Suomen kansallinen ilmastopolitiikka s.a.). Hiilineutraaliudella tarkoitetaan tilannetta, jossa muodostuvat hiilidioksidipäästöt pystytään sitomaan hiilinielujen avulla ilmakehästä. Hiilinieluja ovat esimerkiksi meret, maaperä sekä metsät, jotka sitovat itseensä enemmän hiilidioksidia kuin aiheuttavat päästöjä. (Euroopan parlamentti 2021.) Suomessa merkittäviä hiilinieluja ovat metsät, joiden nettohiilinielun katsotaan olevan noin kolmannes kokonaispäästöistä (Maa- ja metsätalousministeriö s.a.). Hiilineutraaliuden jälkeen Suomen tavoitteena on olla hiilinegatiivinen pian vuoden 2035 jälkeen (Suomen kansallinen ilmastopolitiikka s.a.).

3.4.3 Ilmastopolitiikan suunnittelujärjestelmä ja tavoitteiden seuranta

Ilmastopolitiikan suunnittelujärjestelmällä tarkoitetaan kokonaisuutta, joka sisältää ilmastolakiin pohjautuvan pitkän ja keskipitkän aikavälin ilmastopolitiikan suunnitelman sekä sopeutumis suunnitelman liittyen ilmastonmuutoksen vaikutuksiin. Suunnittelujärjestelmän tarkoituksena ja tavoitteena on auttaa Suomea saavuttamaan vuodelle 2050 asetetut tavoitteet, joiden mukaan Suomen kasvihuonekaasupäästöt olisivat vähentyneet ainakin 80 prosenttia vuoden 1990 tilanteesta. (Ilmastolaki 2015/609 § 6.) Pitkän aikavälin ilmastopolitiikan suunnitelmaan on kirjattu keskeisimmät pitkän aikavälin poliittiset toimet koskien päästökauppasektoria ja päästökaupan ulkopuolista sektoria (Suomen kansallinen ilmastopolitiikka s.a.).

4 UUSIUTUVA JA HIILIDIOKSIDIVAPAA ENERGIA SUOMESSA

Uusiutuvalla energialla tarkoitetaan energialähteitä, joita pystytään hyödyntämään yhä uudestaan pidemmällä ajanjaksolla. Uusiutuvuuden kannalta tärkeää on energialähteiden käyttö kestävästi. (Uusiutuva energia s.a.) Oikein kulutettuina uusiutuvien energialähteiden voidaan katsoa olevan ehtymättömiä (Ilmasto-opas 2020). Uusiutuvien energialähteiden hyödyntämisellä pyritään vähentämään fossiilisten polttoaineiden käyttöä sekä kasvihuonekaasupäästöjä. Samalla niiden hyödyntäminen vähentää riippuvuutta muiden maiden energialähteistä ja polttoaineista sekä lisää työllisyyttä Suomessa. (Uusiutuva energia Suomessa s.a.b.) Uusiutuvan energian käytön lisääminen on kirjattu tavoitteeksi sekä Suomen hallitusohjelmaan että energia- ja ilmastostrategiaan (Motiva 2022). Uusiutuvan energian lisäksi Suomessa käytetään paljon ydinenergiaa, joka on ympäristöystävällistä päästöttömyyden takia. (Ydinenergia s.a.).

4.1 Uusiutuvat energialähteet Suomessa

Uusiutuvia lähteitä hyödynnetään Suomessa aktiivisesti. Merkittävimpiä uusiutuvia energialähteitä Suomessa ovat mm. aurinko- ja bioenergia, tuuli- ja vesivoima sekä maalämpö. Varsinkin bioenergialla on Suomessa tärkeä asema energiantuotannossa. Bioenergiaa tuotetaan esimerkiksi metsä- ja peltobiomassasta sekä biopohjaisista jätteistä. (Uusiutuva energia Suomessa s.a.a; Uusiutuva energia Suomessa s.a.b.)

4.1.1 Bioenergia

Bioenergian tuotanto ja käyttö on monipuolista ja sillä on korvattu fossiilisia polttoaineita esimerkiksi liikenteessä ja kaukolämmön tuotannossa (Bioenergia 2020). Se on ympäristöystävällinen ja hiilineutraali energiantuotantomuoto. Varsinkin metsäteollisuus tuottaa ja käyttää bioenergiaa. Bioenergiaa pystytään hyödyntämään monissa eri muodoissa, sillä siitä pystytään jalostamaan niin kiinteitä, nestemäisiä kuin kaasumaisiakin polttoaineita. (Bioenergian käyttö 2020.) Liikennekäyttöisiä biopolttoaineita käytetään ja kehitetään Suomessa monipuolisesti ja Suomen katsotaankin olevan niiden käytössä edelläkävijä. Biopolttoaineiden käytön uskotaan kasvavan entisestään tulevaisuudessa. Liikenteessä käytettäviä biopolttoaineita ovat esimerkiksi biodiesel ja

bioetanoli. Fossiilisia polttoaineita pystyttäisiin korvaamaan vieläkin enemmän bioenergialla etenkin kiinteistö- ja liikennesektoreilla. (Bioenergia 2020.)

4.1.2 Vesivoima

Vesivoima on päästötön ja pitkäaikainen energiantuotantomuoto. Vesivoimaa pystyttäisiin hyödyntämään jonkin verran laajemmin Suomessa, mutta energiantuotannon kannalta merkittävimmät vesivoimalaitokset on jo rakennettu. Vanhojen vesivoimaloiden tehoa pystyttäisiin kuitenkin parantamaan peruskorjauksilla. (Vesivoima 2021.) Suuressa mittakaavassa vesivoiman katsotaan olevan ympäristöystävällinen tapa tuottaa energiaa (Vesivoima on ympäristöystävällistä säätövoimaa s.a.).

Kuten muillakin energiantuotantomuodoilla, on vesivoimallakin ympäristövaikutuksia. Osittain tästä syystä uusien vesivoimalaitosten rakentaminen ei ole todennäköistä. Vesivoimaan liittyvät ympäristövaikutukset ovat yleensä paikallisia. Ne vaikuttavat esimerkiksi paikalliseen eliöstöön ja kalakantaan. Lisäksi vesivoimalaitoksen tekoaltaan alle jääviltä alueilta voi ilmetä kasvihuonekaasupäästöjä.

4.1.3 Tuulivoima ja aurinkoenergia

Tuulivoima on tällä hetkellä voimakkaasti kasvava uusiutuvan energiantuotantomuoto. Se on edullinen ja päästöjä vähentävä tapa tuottaa energiaa. Lisäksi tuulivoimalat luovat lisää työpaikkoja Suomeen. (Suomen tuulivoimayhdistys s.a.) Suurin osa tuulivoimalla tuotetusta energiasta tuotetaan talvikuukausina, koska kyseinen aika on tuulisinta. Tuulivoimaloita ja tuulipuistoja rakennetaan tällä hetkellä melko paljon ja samalla myös voimalaitosten koko kasvaa. Tuulivoimaloita löytyy paljon varsinkin rannikolta ja tuntureilta. (Tuulivoima s.a.)

Aurinkoenergia on tuulivoiman lisäksi voimakkaasti kasvava energiantuotantomuoto. Sitä voidaan hyödyntää passiivisesti tai aktiivisesti. Passiivisesti sitä hyödynnetään esimerkiksi suurilla ikkunoilla ja sijoittamalla rakennus etelän suuntaan. Näin pystytään hyödyntämään luonnonvaloa sekä vähentämään kiinteistön lämmitystarvetta. Aktiivisesti sitä hyödynnetään esimerkiksi hyödyntämällä aurinkopaneeleita tai aurinkokeräimiä. Aurinkopaneelit muuttavat sä-

teilyn sähköksi ja keräimet lämmöksi. (Aurinkoenergia 2021). Aurinkoenergian haasteena on vuodenajoista johtuvat vaihtelut säteilymäärissä. Toisaalta taas aurinkoenergian hyödyntäminen lisää omavaraisuutta esimerkiksi yksityistalouksissa ja mökeillä. (Aurinkovoima s.a.)

4.2 Ydinenergia

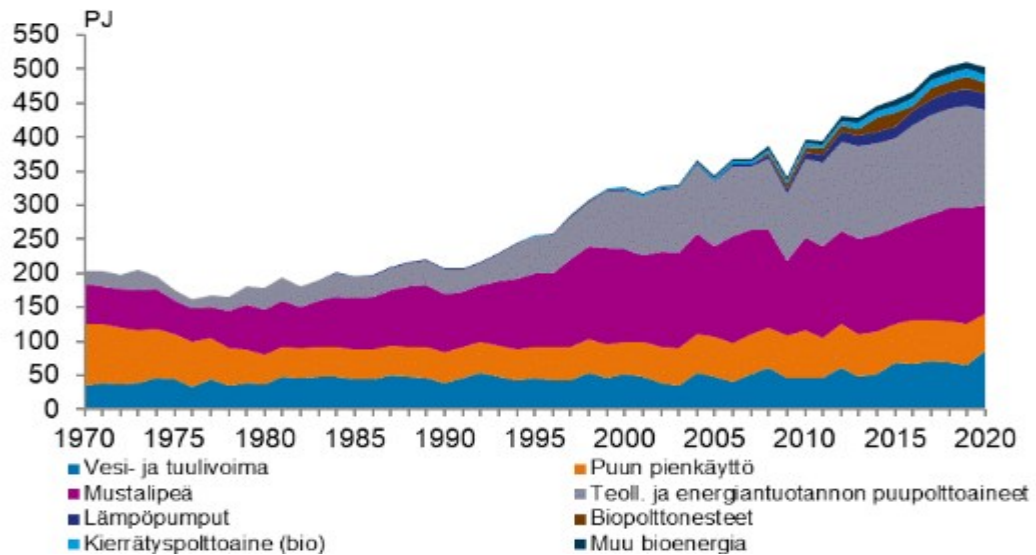
Ydinenergia tuotannossa hyödynnetään uraania, joka ei ole uusiutuva energialähde (Ydinvoima s.a.). Ydinenergian tuotanto ja käyttö tukee Suomelle asetettuja kansallisia energia- ja ilmastostrategian tavoitteita. Ydinenergia on tuotantomuotona hiilidioksidineutraali ja se lisää Suomen omavaraisuutta. Ydinenergian käyttöä valvotaan ja säännellään tarkasti uraanin käyttöön liittyvien riskien takia. Käytössä olevia ydinreaktoreita on Suomessa neljä ja viides ydinreaktori, Olkiluoto 3, tullaan ottamaan käyttöön lähitulevaisuudessa. (Ydinenergia s.a.; Olkiluoto 3 2022.)

4.3 Hiilinielut

Suomessa merkittävimpiä hiilinieluja ovat metsät, jotka sitovat itseensä hiilidioksidia ilmakehästä. Lisäksi puut ja metsät ovat Suomen merkittävimpiä uusiutuvan energian lähteitä. (Suomen ilmastopaneeli 2022.) Suomen ilmastopaneelin tutkimuksessa (2022) selvitettiin, että ilmastonäkökulmasta metsien hakkuiden lisääminen pysyvästi pienentäisivät hiilinielua merkittävästi. Tutkimuksen mukaan ilmastonäkökulmasta hiilinielujen hyödyt ovat suurempia kuin tämänhetkisten puupohjaisten polttoaineiden ja tuotteiden hyödyt.

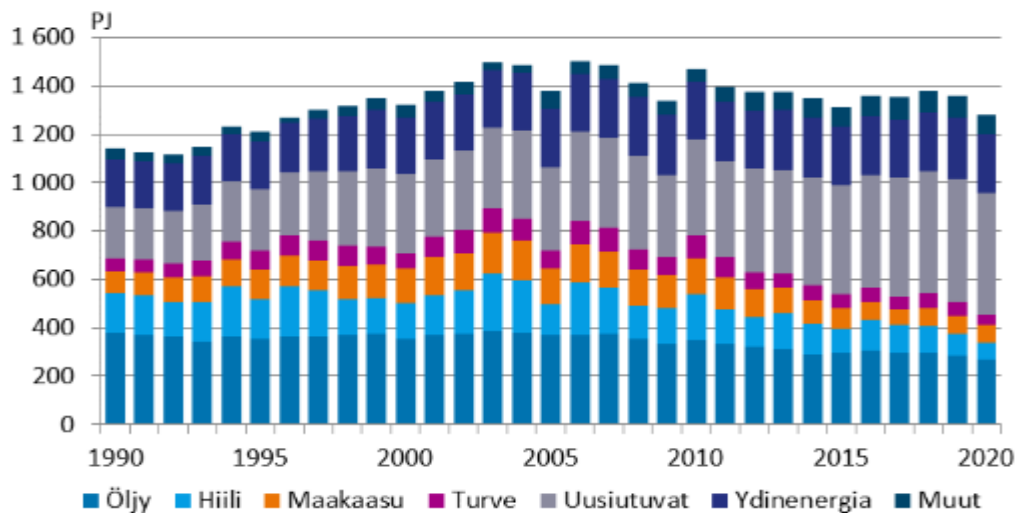
4.4 Uusiutuvan energian kulutus ja tuotanto Suomessa

Hallitusohjelman sekä energia- ja ilmastostrategian tavoitteena on kasvattaa uusiutuvan energian osuutta loppukulutuksesta vähintään 50 prosenttiin vuoteen 2030 mennessä (Työ- ja elinkeinoministeriö s.a). Uusiutuvien energialähteiden osuus Suomessa oli 44,6 prosenttia kokonaisloppukulutuksesta vuonna 2020. Samalla hiilidioksidipäästöjä onnistuttiin vähentämään 11 prosenttia. (SVT 2021.) Kuvassa 1 on nähtävissä uusiutuvien energianlähteiden kulutusta ja osuuksia vuosina 1970–2020. Kuvasta nähdään, että metsäteollisuuden sivuvirroista saatavien polttoaineiden osuus on suuri.



Kuva 1. Uusiutuvien energialähteiden käyttö 1970–2020 (Suomen virallinen tilasto 2021).

Kuvassa 2 puolestaan nähdään kuinka eri polttoaineiden osuudet ovat muuttuneet vuosien 1990–2020 välillä. Uusiutuvat lähteet on merkitty harmaalla. Kuvasta nähdään, että uusiutuvien energianlähteiden osuus on kasvanut tasaisesti 1990-luvun alusta alkaen. Samalla nähdään, että ydinenergian osuus on vähitellen kasvanut ja maakaasun sekä hiilen osuus on lähtenyt hiljaksen laskemaan.



Kuva 2. Energian kokonaiskulutus 1990–2020 (Suomen virallinen tilasto 2021).

5 UUSIUTUVA ENERGIA LIIKENTEESSÄ

Uusiutuvaa energiaa hyödynnetään monipuolisesti liikenteessä. Kaikki Suomen liikenteessä käytössä ja jakelussa olevat nestemäiset polttoaineet sisältävät biokomponentteja. Biokomponenttien tarkoitus on vähentää liikenteestä ja fossiilisista polttoaineista aiheutuvia kasvihuonekaasupäästöjä. (Nestemäiset biopolttoaineet s.a.) Lisäksi liikenteessä hyödynnetään sähköä ja biokaasua (Bio- ja maakaasu s.a.; Sähköautot s.a.). Tulevaisuudessa tavoitteena on, että polttoaineena pystyttäisiin käyttämään vetyä. Vety olisi täysin päästötön vaihtoehto perinteisille polttoaineille. (Vety s.a.)

5.1 Jakeluvelvoite

Jakeluvelvoite koskee tieliikenteen polttoaineenjakoilijoita, joiden kalenterivuoden aikana liikennekäyttöön toimittama uusiutuvien polttoaineiden määrä on yli miljoona litraa. Velvoitteen tarkoituksena on lisätä liikennekäyttöisten uusiutuvien polttoaineiden osuutta tieliikenteessä. Jakeluvelvoitteen avulla pyritään vähentämään fossiilisten polttoaineiden osuutta liikenteessä. Vuonna 2030 uusiutuvan energian osuuden liikenteen loppukulutuksesta tulee olla 14 prosenttia EU:n alueella. Jakeluvelvoite tarkoittaa uusiutuvan energian vähimmäisosuutta, jonka polttoaineenjakoilijat ovat velvoitettu toimittamaan polttoaineenjakoilijaverkkoon. (Energiavirasto s.a.) Taulukossa 1 on esitetty Energiaviraston julkaisemat jakeluvelvoitteet vuoteen 2030 asti.

Taulukko 1. Uusiutuvien polttoaineiden jakeluvelvoite vuodesta 2020 eteenpäin (Energiavirasto s.a.).

Vuosi	Jakeluvelvoite [%]
2020	20,0
2021	18,0
2022	19,5
2023	21,0
2024	22,5
2025	24,0
2026	25,5
2027	27,0
2028	28,5
2029	30,0

Vuoden 2022 jakeluvloitetta on poikkeuksellisesti laskettu 12 prosenttiin, koska polttoaineiden hinnat ovat kasvaneet huomattavasti vuoden 2022 aikana. Myös vuodella 2023 valmistellaan esitystä, joka mahdollistaisi jakeluvloitteen laskun kyseisenä vuonna. Pitkällä aikavälillä jakeluvloitetta olisi tarkoitus nostaa. Näin saataisiin korvattua vuosien 2022 ja 2023 jakeluvloitteen laskut. Tämän takia vuodelle 2030 esitettävä jakeluvloite olisi taulukon 1 tiedoista poiketen 34 prosenttia. (Valtioneuvosto 2022.) Vaikka jakeluvloitetta alennettiin vuosina 2022 ja 2023, on mahdollista, että polttoaineiden hinnat pysyvät korkealla tätä pidempään Ukrainan sodan takia. Näin ollen on mahdollista, ettei jakeluvloitetta pystytä täyttämään muutamina lähivuosina.

5.2 Nestemäiset polttoaineet

Tieliikenteessä käytettäviä biopolttoaineita sekoitetaan fossiilisen polttoaineen sekaan, kuten 95 E10 -benssiini. Lisäksi biopolttoaineita voidaan käyttää sellaisenaan tieliikenteen polttoaineena. Nestemäisiä biopolttoaineita ovat esimerkiksi biodiesel ja uusiutuva diesel. Biodieseliä saadaan valmistettua, kun kasviöljyä esteröidään. Biodieseliä käytetään fossiilisen dieselin sekoitteena. Uusiutuva diesel puolestaan valmistetaan vetykäsittelyn avulla esimerkiksi kasviöljyä hyödyntämällä. Biodieselistä eroten uusiutuva diesel sopii sellaisenaan useimmiten sellaisenaan dieselautojen polttoaineeksi. (Nestemäiset biopolttoaineet s.a.) Lisäksi nestemäisissä polttoaineissa käytetään jo aiemmin mainittuja biokomponentteja, yleisin niistä on bioetanoli. Esimerkiksi 95 E10 -benssiinin sekaan lisätään etanolia ja benssiinissä saa olla etanolia korkeintaan 10 tilavuusprosenttia. 98 E5 -benssiinissä etanolin tilavuusprosentti on korkeintaan viisi. (E10-benssiini s.a., Nestemäiset biopolttoaineet s.a.) Yksi vaihtoehto nestemäiselle polttoaineelle on korkeaseosetanoli E85. Polttoaineessa on etanolia 85 painoprosenttia. Etanolin valmistuksessa raaka-aineina käytetään esimerkiksi jätteitä. E85-polttoaineen hiilidioksidipäästöt ovat huomattavasti pienemmät kuin liikenteessä käytettävillä fossiilisilla polttoaineilla. Etanolin polttamisesta aiheutuu säänneltyjä pakokaasuja kuten aldehydejä. Korkeaseosetanolia voidaan käyttää ainoastaan ns. flexifuel-ajoneuvoissa. Flexifuel-ajoneuvojen moottori sekä polttoainejärjestelmä on suunniteltu niin, että ne kestävät E85-polttoaineen korkean etanolipitoisuuden. (Korkeaseosetanoli s.a.; Korkeaseosetanoli E85 2020.)

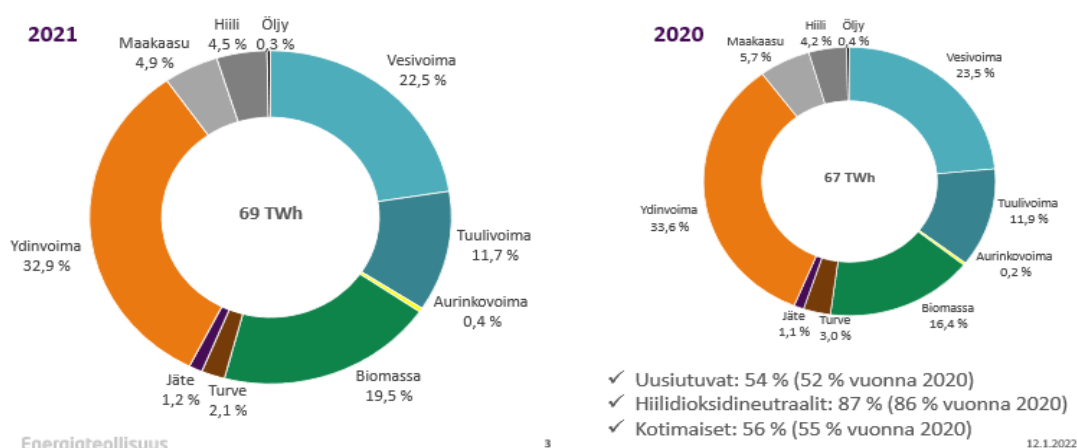
Biopolttoaineiden luokittelussa käytetään kolmea eri luokkaa: ensimmäinen, toinen ja kolmas sukupolvi. Luokittelussa huomioidaan polttoaineen valmistukseen käytetty raaka-aine, lopputuotteen ominaisuudet sekä polttoaineen valmistusprosessi. Biopolttoaineet, jotka luokitellaan ensimmäiseen sukupolveen, valmistetaan pääsääntöisesti elintarvikkeiden tuotannossa käytettävistä raaka-aineista. Toiseen sukupolveen kuuluvat biopolttoaineet, joiden valmistuksessa hyödynnetään jätteitä, tähteitä sekä selluloosaa. Kolmannen sukupolven biopolttoaineet eivät ole vielä yleisessä jakelussa eikä tuotannossa. Niitä valmistetaan raaka-aineista, joita ei ole aiemmin käytetty. (Nestemäiset biopolttoaineet s.a.)

5.3 Sähkö

Sähköautoiksi luetaan ladattavat täyssähköautot ja ladattavat hybridiautot (Sähköautot s.a.). Täyssähköautot ovat akkusähköautoja eli niiden kuluttama sähköenergia varastoidaan akkuihin. Akut ovat varustettu suljetuilla kennoilla, joihin ajoneuvojen kuluttama energia on varastoitu. Kyseinen energia ladataan ajoneuvon ulkopuolisesta lähteestä ja latauksessa hyödynnetään sähköenergiaa. Nykyaikaiset täyssähköautot poikkeavat myös moottorinsa puolesta polttomootoriautoista. Moottoria hyödynnetään jarrujen lisäksi ajoneuvon hidastamisessa. Hidastettaessa moottori lataa auton energiavarastoja. Täyssähköautojen toimintasäde vaihtelee useimmiten 150–500 kilometrin välillä. Verrattaessa diesel- ja bensiiniautoihin on täyssähköautojen toimintasäde huomattavasti pienempi. Sähköauton toimintasäteeseen vaikuttavia tekijöitä ovat esimerkiksi akun kapasiteetti, ajoympäristön sekä ulkoilman lämpötila. (Sähköautot 2021.)

Ladattavat hybridiautot toimivat sekä ns. perinteisiä nestemäisiä polttoaineita käyttävällä moottorilla että sähkömoottorilla ja ajovoima-akulla. (Sähköautot s.a.) Ajovoima-akkua ladataan sähköenergialla. Ladattava hybridiautosta ei aiheudu ajonaikaisia päästöjä niin kauan, kun ajoneuvon ajoakustossa on energiaa käytettävissä. Jos ajovoima-akku tyhjenee, siirtyy ladattava hybridiauto käyttämään polttomoottoria. Samoin kuin täyssähköautot, myös ladattavat hybridiautot lataavat akkuaan esimerkiksi hidastettaessa. Toimintasäde sähköllä on tyypillisesti 20–80 kilometrin välillä. Ladattavien hybridiautojen haasteena on esimerkiksi ajoneuvon korkea paino. (Ladattava hybridiauto s.a.)

Sähköautojen etuna on niiden energiatehokkuus, pakokaasuttomuus ja hiljaisuus. Lisäksi niiden kuluttama sähköenergia on mahdollista tuottaa uusiutuvalla tai päästöttömällä energialla, jolloin sähköauton käytöstä aiheutuvat päästöt ovat lähes olemattomat. Sähköauton aiheuttamat päästöt siis riippuvat siitä mistä niiden käyttämä energia valmistetaan. (Sähköautot 2021.) Kuvasta 3 nähdään, että vuonna 2021 Suomen kokonaissähköenergiasta 87 prosenttia oli hiilidioksidivapaata. Uusiutuvien energialähteiden osuus oli puolestaan 54 prosenttia. Näin ollen suuri osa liikenteessä hyödynnettävästä energiasta on mahdollista tuottaa hiilidioksidivapaasti. Liikenteen sähköistäminen ja sähköajoneuvot ovat tehokas keino vähentää hiilidioksidipäästöjä. Voidaan olettaa, että sähköajoneuvojen suosio tulee lähitulevaisuudessa kasvamaan entisestään.



Kuva 3. Hiilidioksidivapaan sähkön osuus (Energiateollisuus 2022).

5.4 Biokaasu

Tieliikenteessä polttoaineena käytettävä biokaasu koostuu suurimmaksi osaksi metaanista, joka tunnetaan kasvihuonekaasuna. Metaania pystytään valmistamaan ja ottamaan talteen bioperäisten aineiden hajoamisprosessista. Lisäksi biokaasua syntyy esimerkiksi kaatopaikoilla ja teollisuudessa prosessien sivutuotteena. Biokaasua voidaan käyttää tieliikenteen polttoaineena joko sellaisenaan tai maakaasuun sekoitettuna. Verrattuna perinteisten nestemäisten polttoaineiden hiilidioksidipäästöihin, on biokaasun päästöt pienemmät. Riippuen biokaasun tuotantomateriaalista, voivat sen ilmastovaikutukset olla merkittävät. (Bio- ja maakaasu s.a.)

5.5 Power-to-X ja synteettiset polttoaineet

Power-to-X-ratkaisuja hyödynnetään fossiilivapaiden synteettisten polttoaineiden valmistamisessa. Kyseisessä teknologiassa hyödynnettäviä raaka-aineita ovat esimerkiksi vety ja hiilidioksidi. Valmistusprosessissa hyödynnetään uusiutuvia energianlähteitä, joten tuotantoprosessi on täysin päästötön. Power-to-X-ratkaisuihin kuuluu myös hiilidioksidin talteenotto. Sitä pystytään ottamaan talteen esimerkiksi teollisuuden eri laitoksista ja prosesseista sekä ilmakehästä. (LUT-yliopisto 2018.) Yleisellä tasolla synteettisten polttoaineiden avulla on mahdollista luoda joustoa energiaverkostoon. Synteettisiä polttoaineita on mahdollista säilöä esimerkiksi tilanteissa, joissa uusiutuvan energian tuotantoa on tilanteeseen nähden liikaa tarjolla.

Synteettisillä polttoaineilla tarkoitetaan useimmiten vedystä ja hiilidioksidista valmistettavia polttoaineita. Vetyä on mahdollista tuottaa vedestä elektrolyysin avulla. Siinä vesi hajotetaan takaisin alkuaineiksi uusiutuvan sähköenergian avulla. (LUT-yliopisto 2018.) Vety on lupaava tulevaisuuden polttoaine tieliikenteessä, mutta vielä se ei ole Suomessa liikennekäytössä. Vetyä on mahdollista käyttää polttokennoilla varustetussa autossa sähköön tuotantoon. (Vety s.a.) Polttokennossa vedystä tuotetaan sähköä. Samalla muodostuu myös lämpöä ja vesihöyryä. Käytännössä vetyä tankataan joko kaasumaisena tai nesteytettynä ajoneuvon säiliöihin. Säiliöistä vety siirretään kaasumaisessa olomuodossa polttokennoon, jossa se muodostaa sähkövirtaa reagoidessaan hapen kanssa. Vetysäiliöt sijaitsevat ajoneuvon akselien välissä. Säiliöitä on ajoneuvossa yleensä 2–3 ja polttoaineena käytettävä vety on niissä noin 700 barin paineessa. Lisäksi polttokennoautoissa on mahdollista hyödyntää jarrutuksesta johtuva energia akuston avulla. Ajoneuvojen toimintasäde on tyypillisesti 300–500 kilometrin välillä. (Polttokennoauto s.a.) Vetyä on melko hyvin saatavilla, koska sitä syntyy esimerkiksi teollisuuden sivutuotteena. Vaihtoehtoisesti sitä pystytään myös tuottamaan esimerkiksi metanolista tai uusiutuvilla energialähteillä. Vedyn haasteena on sen varastointiin ja kuljettamiseen liittyvät ongelmat. (Vety s.a.)

Hiilidioksidin talteenotto vähentää esimerkiksi teollisuuden hiilidioksidipäästöjä ja tukee Suomen hiilineutraaliustavoitteita. Liikenteen näkökulmasta hiilidioksi-

din talteenotto olisi erittäin kannattavaa. Suomessa metsäteollisuudella ja niiden biopohjaisilla päästöillä on suuri osuus Suomen hiilidioksidipäästöistä. Jos nämä hiilidioksidipäästöt saataisiin otettua talteen ja muutettua elektrolyysin avulla synteettiseksi polttoaineeksi, pystyttäisiin sillä vastaamaan tieliikenteen polttoainetarpeeseen kokonaisuudessaan. Näin ollen tieliikenne olisi täysin päästötöntä. (LUT-yliopisto 2018.)

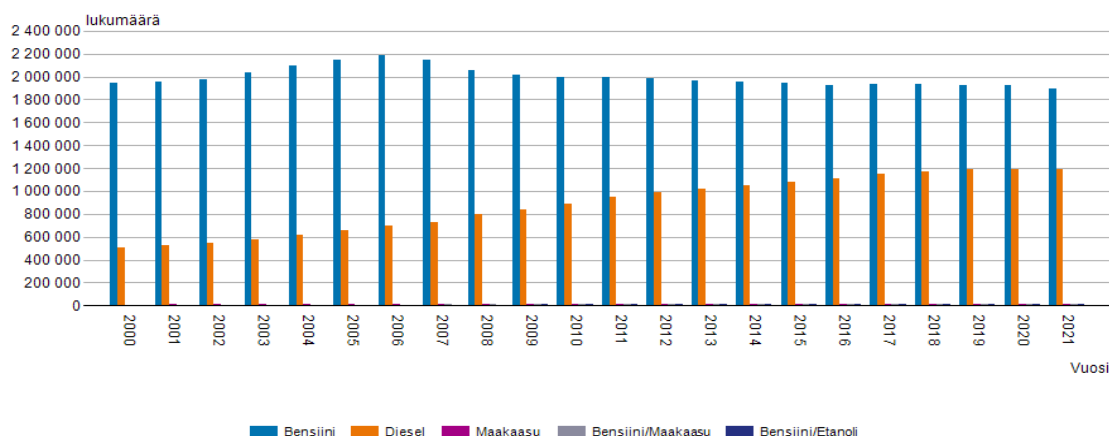
6 LIIKENTEEN ILMASTOVAIKUTUKSET SUOMESSA

Liikenteestä aiheutuu ilmastovaikutuksia muun muassa ilmansaasteiden ja hiilidioksidipäästöjen muodossa. Lisäksi liikenne aiheuttaa paljon muitakin kasvihuonekaasupäästöjä. Liikenteen kasvihuonepäästöjen osuus on noin 20 prosenttia Suomen kasvihuonepäästöistä. (Kestävä liikenne ja liikkuminen 2021.) Kuvassa 4 on esitetty kotimaan liikenteen hiilidioksidipäästöjen jakautuminen vuosina 1990–2020. Vuonna 2020 valtaosa päästöistä aiheutui henkilöautoista, joiden osuus oli noin 53 prosenttia kokonaispäästöistä. Kuorma-autojen osuus oli noin 33 prosenttia, pakettiautojen 8 prosenttia, linja-autojen noin 4 prosenttia ja moottoripyörien, mopojen ja mopoautojen 1 prosentti. Sekä rautatie- että lentoliikenteestä aiheutuvien päästöjen osuus oli noin prosentin verran ja vesiliikenteen noin 4 prosenttia. (Traficom 2021.)

6.1 Ajoneuvokannan kehitys Suomessa

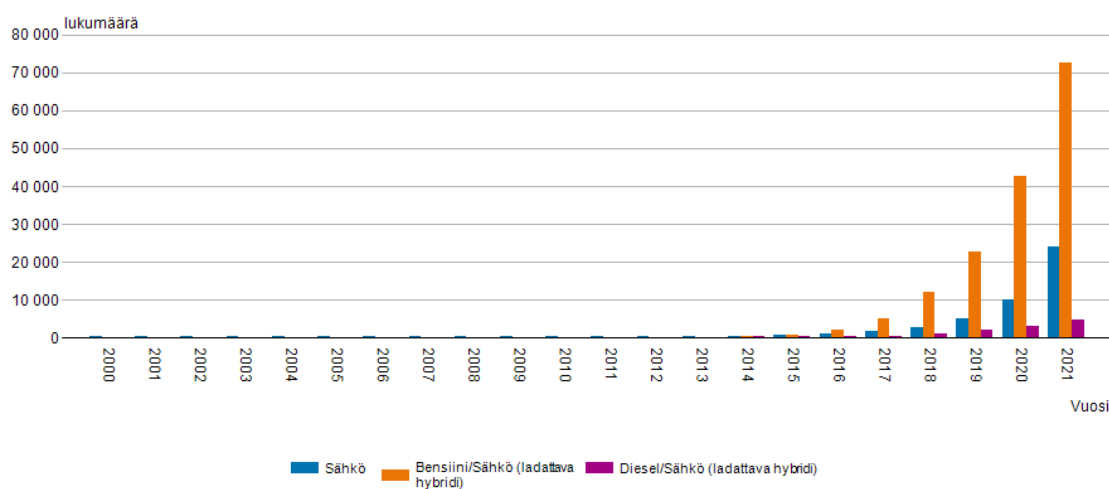
Suomen tieliikennekäytössä oleva ajoneuvokanta on melko iäkästä ja sen keski-ikä on tasaisesti noussut. Autokannan arvioidaan uudistuvan seitsemän prosentin vuosivauhdilla. Vaihtoehtoista käyttövoimaa hyödyntävien ajoneuvojen määrä on kasvanut tasaisesti ja vuonna 2021 niiden osuus oli 32 prosenttia kaikista ensirekisteröidyistä autoista. Sähköautojen osuus on kasvanut huomattavasti viimeisen kahden vuoden aikana. (Liikenne- ja viestintävirasto Traficom 2022.)

Kuvassa 4 on esitetty ensirekisteröityjen bensiini-, diesel-, maakaasu, bensiini-/maakaasu- ja bensiini-/etanolikäyttöisten ajoneuvojen kehitystä vuosina 2000–2021. Kuvassa 5 on esitetty ensirekisteröityjen sähkö- ja hybridi ajoneuvojen kehitystä vuosina 2000–2021.



Kuva 4. Ensirekisteröityjen ajoneuvojen käyttövoiman kehitys vuosina 2000–2021 (Tilastokeskus 2022).

Kuvasta 5 nähdään, että ensirekisteröityjen sähkö- ja hybridautojen määrä on lähtenyt merkittävään kasvuun vuoden 2015 jälkeen. Verrattaessa kuvan 4 tilastoon nähdään, että dieselautojen määrä on samaan aikaan hieman kasvanut. Myös bensiinikäyttöisten autojen määrä on pysynyt melko tasaisena, mutta vuonna 2021 kääntynyt hyvin loivaan laskuun.

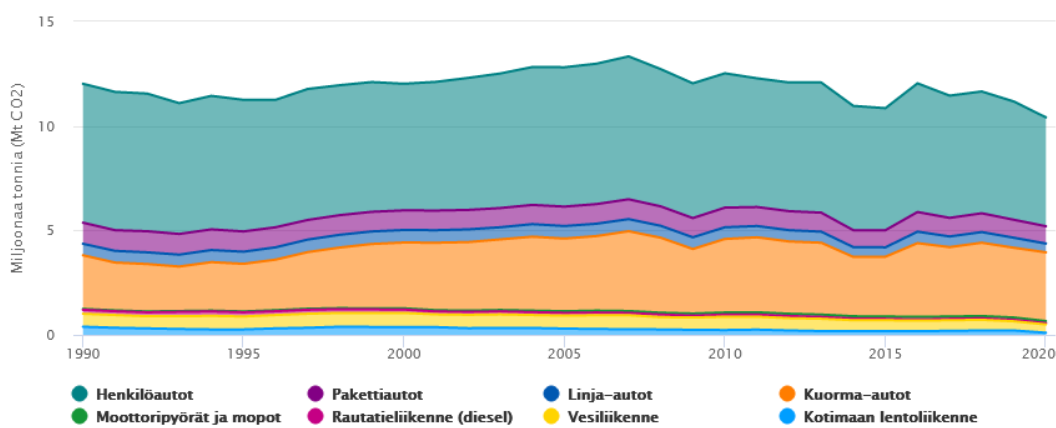


Kuva 5. Ensirekisteröityjen sähköautojen määrän kehitys vuosina 2000–2021 (Tilastokeskus 2022).

Sähköautojen määrä tulee kasvamaan seuraavan vuosikymmenen puoleenväliin mennessä huomattavasti. Sähköautojen määrää kasvattavia tekijöitä ovat esimerkiksi kasvaneet käyttökustannukset sekä sähköautojen hankintatuki. 55-valmiuspaketissa (2022) asetettujen tieliikennettä koskevien päästötavoitteiden sekä polttomoottorikiellon takia on hyvin todennäköistä, että ensirekisteröityjen täyssähköautojen määrä kasvaa. On myös todennäköistä, että sähköautojen hinnat halpenevat niiden yleistyessä.

6.2 Liikenteen hiilidioksidipäästöjen kehitys Suomessa

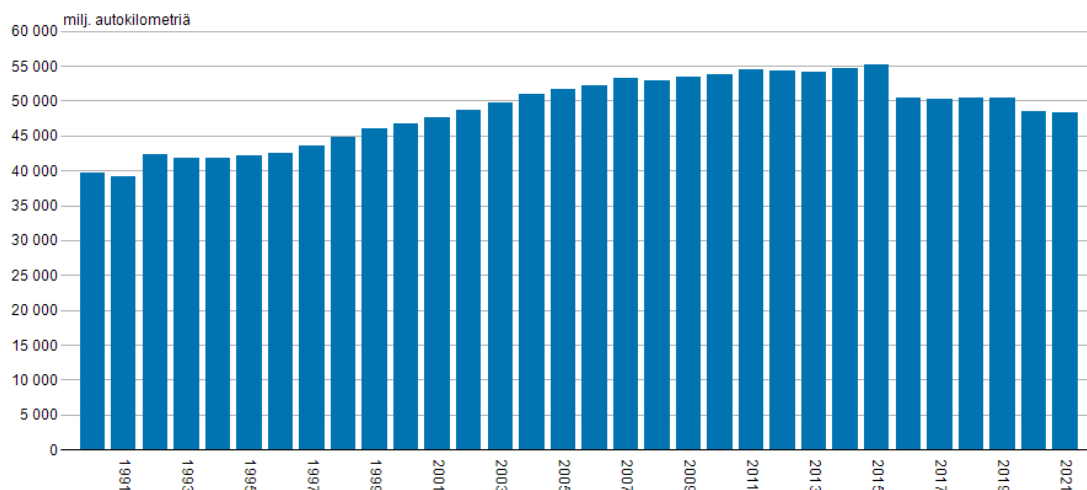
Kuvassa 6 on esitetty liikenteen hiilidioksidipäästöjen jakautuminen Suomessa vuosina 1990–2020. Kuvasta nähdään, että henkilö- ja kuorma-autojen päästöt ovat muodostaneet suurimman osan liikenteen hiilidioksidipäästöistä 1990-luvun alusta lähtien. Vuosien 2015 ja 2020 välillä näkyvien piikkien jälkeen liikenteen päästöt ovat yleisellä tasolla kääntyneet laskuun. Päästöjä vähentäviä tekijöitä voivat olla esimerkiksi vähentynyt fossiilisten polttoaineiden kulutus, ajoneuvokannan uudistuminen sekä liikenteen sähköistyminen.



Kuva 6. Kotimaan liikenteen hiilidioksidipäästöt vuosina 1990–2020 (Traficom 2021).

6.3 Liikennesuoritteiden kehitys Suomessa

Kuvassa 7 on esitetty liikennesuorite vuosina 1990–2021. Liikennesuoritteella tarkoitetaan tieliikenteessä ajettuja kilometrejä vuosittain (Tilastokeskus s.a.). Kuvasta 7 nähdään, että vuoteen 2015 asti liikennesuorite on tasaisesti kasvanut vuosittain. Vuonna 2016 liikennesuorite on kuitenkin laskenut huomattavasti ja sen jälkeen pysynyt melko tasaisena. Vuosina 2020 ja 2021 liikennesuorite on pienentynyt entisestään. Kyseisten vuosien liikennesuoritteiden lueumat johtunevat osittain Covid-19-pandemiasta. Verrattaessa kuvaan 6 nähdään, että henkilö-, paketti-, linja- ja kuorma-autojen päästöissä on piikki vuosien 2015 ja 2020 välillä. Kuvasta 6 voidaan päätellä, että vuosien 2016–2017 nopean kasvun jälkeen päästöt ovat tasaisesti vähentyneet. Kyseinen piikki päästöissä voi johtua esimerkiksi muuttuneista liikennenopeuksista sekä tieliikenneverkoston rakentamisesta.



Kuva 7. Liikennesuorite vuosina 1990–2021 (Tilastokeskus 2022).

7 UUSIUTUVAN ENERGIAN VAIKUTUS LIIKENTEEN ILMASTOVAIKUTUKSIIN

Liikenteen päästöihin pystytään vaikuttamaan esimerkiksi biopolttoaineiden käytöllä tai käyttämällä muita vähäpäästöisiä polttoaineita, uudistamalla ajoneuvokantaa sekä sähköistämällä liikennettä ja parantamalla liikennejärjestelmää. Ajoneuvokannan uudistaminen sekä liikennejärjestelmän parantaminen tarkoittaisi samalla energiatehokkuuden parantamista. Edellä mainituista vaihtoehtoista fossiilisten polttoaineiden korvaaminen kokonaan tai osittain biopolttoaineilla olisi nopein tapa vaikuttaa hiilidioksidipäästöjen muodostumiseen. (Työ- ja elinkeinoministeriö 2017, 54–55.) Kustannustehokkain vaihtoehto liikenteestä aiheutuvien hiilidioksidipäästöjen vähentämiseksi on sekoittaa biopolttoaineita fossiilisiin polttoaineisiin (Nestemäiset biopolttoaineet s.a.). Hiilinielujen avulla puolestaan pystytään sitouttamaan tehokkaasti hiilidioksidipäästöjä (Suomen ilmastopaneeli 2022). Liikennejärjestelmän parantamisella ehkäistäisiin liikenteen aiheuttamia muita ympäristövaikutuksia. (Työ- ja elinkeinoministeriö 2017, 54–55.)

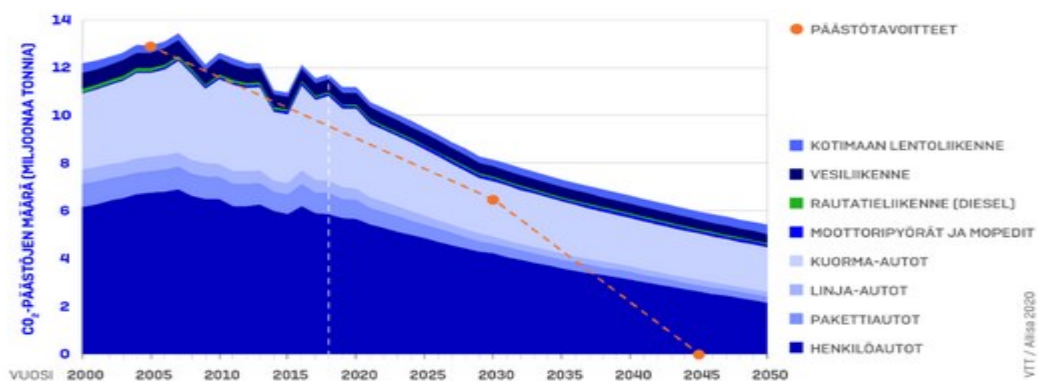
7.1 Fossiilittoman liikenteen tiekartta

Suomen liikenteessä käyttövoimana käytetään paljon fossiilisia polttoaineita. Tämän takia suurin osa liikenteen päästöistä aiheutuu tieliikenteestä. Lisäksi ajoneuvokanta on melko vanhaa Suomessa. Perinteisten fossiilisten polttoaineiden korvaaminen uusiutuvilla energialähteillä pienentää liikenteen päästöjä huomattavasti. Se on myös nopein tapa vähentää päästöjä. Liikenteen päästöjen vähentämiseksi on kehitetty fossiilittoman liikenteen tiekartta, joka on

kohdistettu tieliikenteeseen. Tiekarttaan on kirjattu erinäisiä toimia liikenteen päästöjen vähentämiseksi. Sen tavoitteena on puolittaa liikenteestä aiheutuvien päästöjen määrä vuoteen 2030 mennessä. (Liikenne- ja viestintäministeriö 2021.)

Fossiilittoman liikenteen tiekarttaan on kirjattu Suomen hallituksen päätöksestä keinot liikenteen päästöjen vähentämiseksi. Lisäksi tiekartassa on esitetty minkä verran päästöjä saataisiin vähennettyä kyseisillä keinoilla. Tiekarttaan kirjattujen keinojen avulla tavoitellaan liikenteen päästöjen vähentämistä puoleen vuoteen 2030 mennessä. Vertailuvuotena kasvihuonepäästöille käytetään vuotta 2005, jolloin liikenteen päästöt olivat 12,5 megatonnia. Vuoteen 2030 mennessä hiilidioksidipäästöjen tulisi olla 6,25 megatonnia. Aiemmin käyttöön otettujen keinojen sekä jo tehtyjen vähennysten perusteella uusia keinoja kasvihuonepäästöjen puolittamiseksi tarvitaan vielä 1,25 megatonnia. Fossiilittoman liikenteen tiekartan lopullisena tavoitteena on, että Suomi olisi liikenteen osalta päästötön viimeistään vuonna 2045. (Liikenne- ja viestintäministeriö 2021.)

Kuvassa 8 on esitetty liikenteen päästöjen kehitystä vuoteen 2035 asti. Kuvan 8 perusteella voidaan päätellä, että liikenteelle suunnitellut toimet nopeuttaisivat huomattavasti päästöjen vähentämistä sekä auttaisivat tavoitteiden saavuttamisessa. Fossiilittoman liikenteen tiekarttaan sekä 55-valmiuspakettiin (2022) kirjattujen tavoitteiden, toimien ja asetusten takia päästötavoitteiden saavuttaminen on mahdollista. Suomessa hidastavina tekijöinä ovat esimerkiksi vanha ajoneuvokanta sekä sen hidas uudistuminen.



Kuva 8. Liikenteen hiilidioksidipäästöjen kehitys vuosina 2000–2045 (Traficom 2020).

Tiekartan ensimmäisen vaiheen keskiössä ovat tuet, kannustimet sekä muut toimenpiteet. Muita toimenpiteitä ovat esimerkiksi hankintatuet sähkö- ja kaasuajoneuvoille sekä kävelyyn, pyöräilyyn ja joukkoliikenteeseen liittyvät tuet. (Liikenne- ja viestintäministeriö 2021.) Liikenne- ja viestintäministeriö Traficomista haettavat sähkö- ja kaasuajoneuvoille tarkoitetut hankinta- ja muunto- tuet koskevat vuosia 2022 ja 2023. Täyssähköisten henkilöautojen hankintatuki on 2000 euroa, mutta hankittavan ajoneuvon hinta saa olla korkeintaan 50 000 euroa. Paketti- ja kuorma-autoille maksettava tuki riippuu hankintahinnan lisäksi niiden koosta ja käyttövoimasta. Käyttövoiman vaihtoehtoina on sähkö ja kaasu. (Sähkö- ja kaasuautojen hankintatuet s.a.) Tukien lisäksi ensimmäiseen vaiheeseen kuuluvat myös sähkö- ja kaasuautoille tarkoitetun jakeluverkon rakentamisen tuet. Ensimmäisessä vaiheessa esitetyillä toimilla hiilidioksidipäästöjä saataisiin vähennettyä arviolta 0,41–0,51 megatonnia. (Liikenne- ja viestintäministeriö 2021.)

Tiekartan toisessa vaiheessa pyritään hyödyntämään tehokkaammin päästövähennyspotentiaaleja, kasvattamaan uusiutuvien polttoaineiden jakeluvervoitetta sekä alentamaan liikenteen nopeusrajoituksia. Päästövähennyspotentiaalilla tarkoitetaan muun muassa etätyöskentelyn edistämistä sekä uusien palveluiden luomista liikenteeseen. Päästövähennyspotentiaalien avulla liikenteen päästöjä saataisiin vähennettyä vuoteen 2030 mennessä arviolta 0,14–0,2 megatonnia. (Liikenne- ja viestintäministeriö 2021.)

7.2 55-valmiuspaketti

55-valmiuspaketti sisältää ehdotuksia, joiden avulla pyritään ylläpitämään ja ajanmukaistamaan Euroopan Unionin lainsäädäntöä. Valmiuspaketin puitteissa otetaan myös käyttöön ohjelmia, joiden tarkoituksena on tukea ilmastotavoitteiden saavuttamista. Ohjelmat mukailevat neuvoston ja Europarlamentin ilmastotavoitteita. 55-valmiuspaketin keskeisin tavoite on kasvihuonekaasupäästöjen vähentäminen. Vuoteen 2030 mennessä nettopäästöjen tulisi pienentyvä vähintään 55 % Valmiuspaketin tarkoituksena on Euroopan Unionin alueellisen lainsäädännön päivittäminen nettopäästöjä koskevan tavoitteen mukaiseksi. (55-valmiuspaketti 2022.)

7.2.1 Uusiutuva energia

55-valmiuspakettiin on asetettu liikennettä ja uusiutuvaa energiaa koskevia alatavoitteita. Liikennekäyttöön tarkoitettua uusiutuvasta energiasta on kehittyneiden biopolttoaineiden osuuden oltava 0,2 prosenttia vuonna 2022, 1 prosentti vuonna 2025 ja 4,4 prosenttia vuonna 2030. Lisäksi synteettisille polttoaineille asetettiin 2,6 prosentin alatavoite. Jäsenmaiden tulee edellisten lisäksi valita kahdesta eri vaihtoehdosta sitova tavoite. Ensimmäinen vaihtoehto on vuoteen 2030 mennessä liikenteen aiheuttamien kasvihuonekaasupäästöjen vähentäminen 13 prosentilla. Toinen vaihtoehto on vuoteen 2030 mennessä uusiutuvan energian osuuden kasvattaminen liikenteessä vähintään 29 prosenttiin. (55-valmiuspaketti 2022.)

Suomessa 55-valmiuspakettiin kirjatut liikennettä koskevat alatavoitteet tullaan todennäköisesti uusiutuvan energian osalta saavuttamaan onnistuneesti määräjassa. Suuri osa Suomessa tuotetusta ja liikenteessä kulutetusta energiasta on jo uusiutuvaa ja sama kehityslinja jatkunee tulevaisuudessakin. Samalla uusiutuvan energian hyödyntäminen liikenteessä vähentää Suomen riippuvuutta muista maista.

7.2.2 Vaihtoehtoisten polttoaineiden verkosto

Valmiuspaketti sisältää asetuksen, jonka mukaan latauspisteiden ja vaihtoehtoisten polttoaineiden jakeluverkostoa kasvatetaan. Asetuksella pyritään vastaamaan fossiilisia polttoaineita koskevaan vähennystavoitteeseen. Asetuksen tarkoituksena on varmistaa, että koko Euroopan unionin alueella liikenteelle on tarjolla tarpeeksi kattava lataus- ja tankkausverkosto. Asetuksen myötä henkilöautoille olisi vuoteen 2025 ja kuorma-autoille vuoteen 2030 mennessä latauspisteitä pääteiden varrella vähintään 60 kilometrin välein. Vedyn tankkauspisteitä olisi pääteiden varrella vuoden 2030 loppuun mennessä 200 kilometrin välein. Lisäksi asetukseen on kirjattu, että nesteytettyä metaania tulee pystyä tankkaamaan pääteiden varsilla. (55-valmiuspaketti 2022.)

Suomessa latausinfraa rakennetaan ja laajennetaan aktiivisesti. Latauspisteitä näkyy katukuvassa entistä enemmän. Lisäksi muun muassa eri huoltoasema-

ketjut ovat rakentaneet tai rakentamassa latausasemia toimipisteidensä yhteyteen. Riittävän kattavan lataus- ja tankkausverkoston rakentaminen saattaa tuottaa haasteita varsinkin pohjoisemmassa osassa Suomea.

7.2.3 Henkilö- ja pakettiautojen hiilidioksidipäästöt

Henkilö- ja pakettiautojen hiilidioksidipäästöjä koskevan asetuksella tiukennetaan niitä koskevia päästötavoitteita. Asetuksen tarkoituksena on vauhdittaa siirtymää fossiilisista polttoaineista vähäpäästöisiin ja päästöttömiin vaihtoehtoihin. Asetuksen myötä vuoden 2035 eteenpäin voimaan astuu polttomoottorikielto. Polttomoottorikielto koskee uusia henkilö- ja pakettiautoja. (55-valmiuspaketti 2022.)

Suomessa ja EU:n alueella polttomoottorikielto tarkoittaa käytännössä, ettei uusia polttomoottorilla varustettuja henkilö- ja pakettiautoja enää myydä eikä tuoda markkinoille vuoden 2035 alusta lähtien. Suomen autokanta on melko vanhaa, joten on todennäköistä, että polttomoottorilla varustettuja autoja on Suomessa liikenteessä vielä pitkään vuoden 2035 jälkeen.

7.3 Tieliikenteen sähköistyminen

Tieliikenteen sähköistymisen kautta pystytään vaikuttamaan Suomen kansallisiin tieliikennettä koskeviin tavoitteisiin. Suomessa tuotetusta sähköstä suuri osa saadaan uusiutuvasta energiasta, joten tieliikenteen sähköistymisellä oli suora vaikutus hiilidioksidipäästöihin. Hiilidioksidipäästöjen vähentämistä koskevien tavoitteiden saavuttamiseksi olisi tärkeää saada esimerkiksi valtio, kunnat, kuntayhtymät ja yritykset luopumaan fossiilisia polttoaineita käyttävistä ajoneuvoista. Kyseisillä tahoilla on suuri ajoneuvokanta sekä huomattava vuosittainen liikennesuorite. On tärkeää saada myös yksityishenkilöt osallistumaan hiilidioksidipäästöjen vähentämiseen aktiivisesti. Sähköajoneuvojen ja vaihtoehtoisia polttoaineita käyttävien ajoneuvojen määrä lisääntyy myös yksityishenkilöillä lähitulevaisuudessa. Sähkökäyttöisten ajoneuvojen hankinnan yleistyessä voidaan olettaa, että niiden hinnat halpenevat. Samalla yhä useampien yksityishenkilöiden on mahdollista hankkia vähäpäästöinen tai päästötön ajoneuvo jo lähivuosina. Polttomoottorikiellon myötä markkinoille voidaan odottaa uusia, innovatiivisia ratkaisuja. Samalla ajoneuvo- ja energia-alan työpaikkojen voidaan olettaa lisääntyvän. Varsinkin kasvaneet fossiilisten

polttoaineiden käyttökustannukset voivat nopeuttaa siirtymää sähkökäyttöisiin ajoneuvoihin. Myös fossiilittoman liikenteen tiekartassa mainitut tuet ja verohelpotukset vaikuttanevat positiivisesti siirtymään. On kuitenkin mahdollista, että tieliikenteen sähköistymistä hidastaa lähitulevaisuudessa esimerkiksi riittävän kattavan latausverkoston rakennustahti, tarvittavien materiaalien saavuus sekä varsinkin Pohjois-Suomen pitkät välimatkat. Myös kuluttajien asenteilla on merkitystä, kuinka nopeasti ajoneuvokannan muutos etenee.

8 PÄÄTELMÄT

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää uusiutuvan energian vaikutuksia tieliikenteestä johtuviin ilmastovaikutuksiin. Työssä käytiin läpi ympäristövaikutuksia yleisellä tasolla ja tutustuttiin Suomen ilmastopolitiikkaan sekä sitä ohjaaviin tekijöihin. Lisäksi työssä esiteltiin eri uusiutuvan energian lähteitä Suomessa, uusiutuvan energian käyttöä liikenteessä sekä liikenteen päästöjä. Lopuksi työssä esiteltiin mitä toimia liikenteelle asetettujen päästötavoitteiden saavuttamiseksi tarvitaan ja kuinka paljon liikenteen päästöjä pystyttäisiin näiden toimien avulla pienentämään.

Liikenteellä on merkittävä vaikutus Suomen kansallisten ilmastotavoitteiden saavuttamisessa. Liikenne aiheuttaa noin 20 prosenttia Suomen kasvihuonepäästöjen kokonaismäärästä ja suurin osa niistä aiheutuu tieliikenteestä. Uusiutuvan energian käytöllä on jo saatu liikenteessä positiivisia ja merkittäviä vaikutuksia aikaiseksi päästöihin. Tulevaisuudessa uusiutuvan energian rooli korostune entisestään ilmastovaikutusten torjunnassa. Päästöjen pienentyessä myös liikenteestä aiheutuvat ilmastovaikutukset pienenevät. Tärkeimpiä keinoja liikenteen ilmastovaikutuksien ehkäisemiseksi on fossiilittomassa tiekartassa mainitut biopolttoaineiden ja vähäpäästöisten polttoaineiden käytön lisäämisellä, vaihtoehtoisten käyttövoimien käytön lisäämisellä sekä ajoneuvokannan uudistamisella (Liikenne- ja viestintäministeriö 2021). Nopeimmat tulokset ilmastovaikutusten näkökulmasta saataisiin aikaan biopolttoaineiden käytön lisäämisellä sekä tieliikenteen sähköistymisellä. Lisäksi uusiutuvan energian hyödyntäminen tieliikenteessä entistä vahvemmin lisäisi Suomen energiaomavaraisuutta sekä loisi uusia työpaikkoja.

Suomen kansallisten ilmastopoliittisten tavoitteiden saavuttamiseksi tulisi liikenteen aiheuttamia ilmastovaikutuksia ja hiilidioksidipäästöjä kuitenkin hillitä lisää. Suomen olisi myös mahdollista hillitä tieliikenteestä aiheutuvia päästöjä ja ilmastovaikutuksia. Fossiilittomassa tiekartassa sekä 55-valmiuspaketissa mainitut keinot tukevat hyvin liikenteen päästöjen ja ilmastovaikutusten pienentämistä. Kunnat ja yritykset olisi hyvä saada entistä vahvemmin mukaan vaihtoehtoisen käyttövoiman piiriin sekä tukemaan esimerkiksi etätyöskentelyä ja työmatkapyöräilyä.

Yhteenvetona aiheesta voidaan sanoa, että tieliikenteen ilmastovaikutuksia on mahdollista vähentää tulevana vuosikymmeninä huomattavasti. Suomessa tuotetusta energiasta suuri osa tuotetaan jo nyt puhtaasti uusiutuvalla energialla. Jos tieliikenteessä pystytään hyödyntämään nimenomaan uusiutuvaa energiaa, ovat vaikutukset hiilidioksidipäästöihin merkittävät. Varsinkin polttomootorikielto ja tieliikenteen sähköistyminen tulevat vähentämään liikenteestä aiheutuvia päästöjä ja ilmastovaikutuksia huomattavasti. Myös Power-to-X-tekniologian kehitys ja yleistyminen voi tuottaa nopeita ja merkittäviä tuloksia hiilidioksidipäästöihin lähitulevaisuudessa. Yleisellä tasolla kyseisen teknologian avulla olisi myös mahdollista luoda lisää joustoa energiaverkostoon sekä lisätä Suomen omavaraisuutta. Hiilidioksidipäästöjen vähentyessä on mahdollista, että varsinkin tieliikenteen lähipäästöihin kiinnitetään entistä tarkemmin huomiota.

LÄHTEET

55-valmiuspaketti. 2022. Euroopan unionin neuvosto. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.consilium.europa.eu/fi/policies/green-deal/fit-for-55-the-eu-plan-for-a-green-transition/> [Viitattu 30.7.2022].

Aurinkoenergia. 2021. Ilmasto-opas. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://ilmasto-opas.fi/fi/ilmastonmuutos/hillinta/-/artikkeli/023d1b92-ca81-4650-9b0c-72f134037be7/aurinkoenergian-kaytto-suomessa-lisaantyy-nopeasti.html> [Viitattu 27.3.2022].

Aurinkovoima s.a. Energiateollisuus. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://energia.fi/energiasta/energiantuotanto/sahkontuotanto/aurinkovoima> [Viitattu 27.3.2022].

Autojen pakokaasupäästöt. 2019. Motiva. WWW-dokumentti. Saatavissa: [https://www.motiva.fi/ratkaisut/kestava liikenne ja liikkuminen/perustietoa liikenteesta/autojen pakokaasupaastot](https://www.motiva.fi/ratkaisut/kestava_liikenne_ja_liikkuminen/perustietoa_liikenteesta/autojen_pakokaasupaastot) [Viitattu 31.7.2022].

Bioenergia. 2020. Motiva. WWW-dokumentti. Saatavissa: [https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva energia/bioenergia](https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/bioenergia) [Viitattu 27.3.2022].

Bioenergian käyttö. 2020. Motiva. WWW-dokumentti. Saatavissa: [https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva energia/bioenergia](https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/bioenergia) [Viitattu 27.3.2022].

Bio- ja maakaasu s.a. Autoalan tiedotuskeskus. WWW-dokumentti. Saatavissa: [https://www.aut.fi/tieliikenne/polttoaineet ja kayttovoimat/bio- ja maakaasu](https://www.aut.fi/tieliikenne/polttoaineet_ja_kayttovoimat/bio-ja-maakaasu) [Viitattu 31.5.2022].

E10-bensiini s.a. Autoalan tiedotuskeskus. WWW-dokumentti. Saatavissa: [https://www.aut.fi/tieliikenne/polttoaineet ja kayttovoimat/bensiini/e10-bensiini](https://www.aut.fi/tieliikenne/polttoaineet_ja_kayttovoimat/bensiini/e10-bensiini) [Viitattu 8.5.2022].

Energiavirasto s.a. Jakeluvelvoite. WWW-sivu. Saatavissa: <https://energiavirasto.fi/jakeluvelvoite> [Viitattu 30.7.2022].

EU:n energia- ja ilmastopolitiikka s.a. Maa- ja metsätalousministeriö. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://mmm.fi/luonto-ja-ilmasto/energia-ja-ilmastopolitiikka/eu-energia-ja-ilmastopolitiikka> [Viitattu 25.3.2022].

Euroopan ympäristökeskus. 2020. Liikenne. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.eea.europa.eu/fi/themes/transport/intro> [Viitattu 11.3.2022].

Euroopan unionin ilmastopolitiikka s.a. Ympäristöministeriö. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://ym.fi/euroopan-unionin-ilmastopolitiikka> [Viitattu 24.3.2022].

Helsingin kaupunki s.a. Melu. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.hel.fi/helsinki/fi/kartat-ja-liikenne/kadut-ja-liikennesuunnittelu/liikenteen-ymparistovaikutukset/Melu/> [Viitattu 11.3.2022].

Ilmansaasteet ja ilmansuojelu s.a. Ympäristöministeriö. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://ym.fi/ilmansaasteet-ja-ilmansuojelu> [Viitattu 11.3.2022].

Ilmastolain uudistus s.a. Ympäristöministeriö. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://ym.fi/ilmastolain-uudistus> [Viitattu 24.3.2022].

Ilmastolaki 2015/609.

Ilmastonmuutos s.a. Euroopan unioni. WWW-dokumentti. Saatavissa: https://europa.eu/climate-pact/about/climate-change_fi [Viitattu 5.5.2022].

Ilmasto-opas s.a. Suomessa käytetään paljon uusiutuvaa energiaa. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://ilmasto-opas.fi/fi/ilmastonmuutos/hillinta/-/artikkeli/0bd05ecc-8c68-4fb6-a6e9-2c4ad90d577d/suomessa-kaytetaan-paljon-uusiutuvaa-energiaa.html> [Viitattu 8.3.2022].

Ilmasto- ja energiastrategia. 2022. Motiva. WWW-dokumentti. Saatavissa: https://www.motiva.fi/ratkaisut/ohjauskeinot/ilmasto_ja_energiastrategia [Viitattu 27.3.2022].

Ilmastovuosikertomus. 2021. Ympäristöministeriö. Tiivistelmä. Saatavissa: https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/163257/Ilmastovuosikertomus_2021_tiivistelma.pdf [Viitattu 17.3.2022].

Kestävä liikenne ja liikkuminen. 2021. Motiva. WWW-dokumentti. Saatavissa: https://www.motiva.fi/ratkaisut/kestava_liikenne_ja_liikkuminen [Viitattu 11.3.2022].

Kiovan pöytäkirja s.a. Tilastokeskus. Käsité. Saatavissa: https://www.stat.fi/meta/kas/kioton_poytakir.html [Viitattu 12.3.2022].

Korkeaseosetanoli s.a. Autoalan tiedotuskeskus. WWW-dokumentti. Saatavissa: https://www.aut.fi/tieliikenne/polttoaineet_ja_kayttovoimat/korkeaseosetanoli [Viitattu 20.6.2022].

Korkeaseosetanoli E85. 2020. Motiva. WWW-dokumentti. Saatavissa: https://www.motiva.fi/ratkaisut/kestava_liikenne_ja_liikkuminen/valitse_auto_viisaasti/energialahteet/korkeaseosetanoli_e85 [Viitattu 20.6.2022].

Laadullisesta sisällönanalyysistä s.a. Koppa. Jyväskylän yliopisto. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://koppa.jyu.fi/kurssit/215677/harjoitusryhma/laadullisten-menetelmien-pienryhma/pienryhma-14-2-18.pdf> [Viitattu 2.6.2022].

Ladattava hybridiauto s.a. Motiva. WWW-dokumentti. Päivitetty 31.3.2022. Saatavissa: https://www.motiva.fi/ratkaisut/kestava_liikenne_ja_liikkuminen/valitse_auto_viisaasti/autotyyppi/ladattava_hybridiauto [Viitattu 1.9.2022].

Liikenne- ja viestintäministeriö. 2021. Fossiilittoman liikenteen tiekartta. Valtioneuvoston periaatepäätös kotimaan liikenteen kasvihuonepäästöjen vähentämisestä. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 2021:15. Verkkojulkaisu. Saatavissa: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-243-588-0> [Viitattu 11.3.2022].

Liikennesuorite s.a. Tilastokeskus. Käsité. Saatavissa: <https://www.stat.fi/meta/kas/liikennesuorite.html> [Viitattu 30.7.2022].

Lounasheimo, J., Cederlöf, M. & Mäntylä, I. 2021. Ilmastovuosikertomus 2021. Ympäristöministeriö. PDF-julkaisu. Saatavissa: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-361-265-5> [Viitattu 31.3.2022].

LUT-yliopisto. 2018. Power-to-x (p2X) – Mitä se tarkoittaa ja miten se mullistaa energian- ja ruoantuotannon? Artikkel. Päivitetty 11.4.2022. Saatavissa: <https://www.lut.fi/fi/artikkelit/power-x-p2x-mita-se-tarκοittaa-ja-miten-se-mullistaa-energian-ja-ruoantuotannon> [Viitattu 14.8.2022].

Maa- ja metsätalousministeriö s.a. Metsien hiilinielut. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://mmm.fi/metsat/metsatalous/metsat-ja-ilmastonmuutos/metsien-hiilinielut> [Viitattu 17.3.2022].

Nestemäiset biopolttoaineet s.a. Autoalan tiedotuskeskus. WWW-dokumentti. Saatavissa: https://www.aut.fi/tieliikenne/polttoaineet_ja_kayttovoimat/biopolttoaineet [Viitattu 8.5.2022].

Olkiluoto 3. 2022. STUK. Julkaistu 29.4.2022. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.stuk.fi/aiheet/ydinlaitoshankkeet/olkiluoto-3> [Viitattu 31.5.2022].

Pariisin sopimus s.a. Ympäristöministeriö. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://ym.fi/pariisin-ilmastosopimus> [Viitattu 14.3.2022].

Polttokennoauto s.a. Motiva. WWW-dokumentti. Päivitetty 22.4.2022. Saatavissa: https://www.motiva.fi/ratkaisut/kestava_liikenne_ja_liikkuminen/valitse_auto_viisaasti/autotyyppi/polttokennoauto [Viitattu 1.9.2022].

Suomen ilmastopaneeli. 2022. Metsät ja ilmasto: hakkuut, hiilinielut ja puun käytön korvaushyödyt. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://www.ilmastopaneeli.fi/wp-content/uploads/2022/05/ilmastopaneelin-raportti-3-2022-metsat-ja-ilmasto-hakkuut-hiilinielut-ja-puun-kayton-korvaushyodyt.pdf> [Viitattu 2.8.2022].

Suomen kansallinen ilmastopolitiikka s.a. Ympäristöministeriö. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://ym.fi/suomen-kansallinen-ilmastopolitiikka> [Viitattu 17.3.2022].

Suomen tuulivoimayhdistys s.a. Miksi tuulivoimaa. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://tuulivoimayhdistys.fi/tietoa-tuulivoimasta-2/tietoa-tuulivoimasta/miksi-tuulivoimaa> [Viitattu 27.3.2022].

Suomen virallinen tilasto (SVT). 2021. Energian hankinta ja kulutus. Verkkopublication. Saatavissa: http://www.stat.fi/til/ehk/2020/ehk_2020_2021-12-16_tie_001_fi.html [Viitattu 8.3.2022].

Suomen ympäristökeskus. 2020. Luonnon monimuotoisuuden väheneminen voidaan pysäyttää. Tiedote. Saatavissa: [https://www.syke.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Luonnon_monimuotoisuuden_vaheneminen_voi\(56874\)](https://www.syke.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Luonnon_monimuotoisuuden_vaheneminen_voi(56874)) [Viitattu 11.3.2022].

Sähköautot s.a. Autoalan tiedotuskeskus. WWW-dokumentti. Saatavissa: https://www.aut.fi/tieliikenne/polttoaineet_ja_kayttovoimat/sahko [Viitattu 31.5.2022].

Sähköautot. 2021. Motiva. WWW-dokumentti. Päivitetty 3.6.2022. Saatavissa: https://www.motiva.fi/ratkaisut/kestava_liikenne_ja_liikkuminen/valitse_auto_viisaasti/ajoneuvotekniikka/moottoritekniikka/sahkoautot [Viitattu 31.5.2022].

Sähkö- ja kaasuautojen hankintatuet s.a. Autoalan tiedotuskeskus. WWW-dokumentti. Saatavissa: https://www.aut.fi/ajankohtaista/sahko-ja-kaasuautojen_hankintatuki [Viitattu 14.8.2022].

Traficom. 2020. Liikenne- ja viestintäministeriö. Tieliikenteen eri käyttövoimien ja polttoaineiden lähipäästöt ja niiden haitalliset vaikutukset. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.traficom.fi/fi/julkaisut/tieliikenteen-eri-kayttovoimien-ja-polttoaineiden-lahipaastot-ja-niiden-haitalliset> [Viitattu 31.7.2022].

Traficom. 2021. Liikenne- ja viestintäministeriö. Liikenteen CO₂-päästöt liikennemuodoittain sekä maakunnittain. Tilasto. Saatavissa: <https://tieto.traficom.fi/fi/tilastot/liikenteen-co2-paastot-liikennemuodoittain-seka-maakunnittain> [Viitattu 13.3.2022].

Traficom. 2022. Liikenne- ja viestintäministeriö. Henkilöautokanta. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://liikennefakta.fi/fi/ymparisto/henkilöautot/henkilöautokanta> [Viitattu 31.7.2022].

Työ- ja elinkeinoministeriö. 2017. Valtioneuvoston selonteko kansallisesta energia- ja ilmastostrategiasta vuoteen 2030. Työ- ja elinkeinoministeriö, Helsinki. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja 4/2017. s. 54–55. Saatavissa: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-327-190-6> [Viitattu 11.3.2022].

Uusiutuva energia s.a. Tilastokeskus. Käsité. Saatavissa: https://www.stat.fi/meta/kas/uusiutuvat_ener.html [Viitattu 8.3.2022].

Uusiutuva energia Suomessa s.a.a. Motiva. WWW-dokumentti. Saatavissa: https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/uusiutuva_energia_suomessa [Viitattu 27.3.2022].

Uusiutuva energia Suomessa s.a.b. Työ- ja elinkeinoministeriö. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://tem.fi/uusiutuva-energia> [Viitattu 11.3.2022].

Valtioneuvosto. 2016. Kansallinen ilmasto- ja energiastrategia vuoteen 2030. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://tem.fi/documents/1410877/3570111/Kansallinen+energia-+ja+ilmastostrategia+vuoteen+2030+24+11+2016+lopull.pdf/a07ba219-f4ef-47f7-ba39-70c9261d2a63/Kansallinen+energia-+ja+ilmastostrategia+vuoteen+2030+24+11+2016+lopull.pdf?t=1480670584000> [Viitattu 24.3.2022].

Valtioneuvosto. 2022. Vuoden 2022 liikennepolttoaineen jakeluvelvoite laskeaan 12 prosenttiin. Tiedote. Saatavissa: <https://valtioneuvosto.fi/-/1410877/vuoden-2022-liikennepolttoaineen-jakeluvelvoite-lasketaan-12-prosenttiin> [Viitattu 30.7.2022].

Vesivoima. 2021. Motiva. WWW-dokumentti. Saatavissa: https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/vesivoima [Viitattu 27.3.2022].

Vesivoima on ilmastoystävällistä säätövoimaa s.a. Ilmasto-opas. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://ilmasto-opas.fi/fi/ilmastonmuutos/hillinta/-/artikkeli/41d49038-4b1e-4e86-b4cb-625010efff7f/vesivoiman-tuotanto.html> [Viitattu 27.3.2022].

Vety s.a. Autoalan tiedotuskeskus. WWW-dokumentti. Saatavissa: https://www.aut.fi/tieliikenne/polttoaineet_ja_kayttovoimat/vety [Viitattu 31.5.2022].

Ydinenergia s.a. Työ- ja elinkeinoministeriö. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://tem.fi/ydinenergia> [Viitattu 31.5.2022].

Ydinvoima s.a. Vattenfall. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.vattenfall.fi/sahkosopimukset/tuotantomuodot/ydinvoima/> [Viitattu 31.5.2022].

Ympäristöosaava s.a. Ympäristövaikutukset. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.ymparistoosaava.fi/sosiaali-ja-terveysala/index.php?k=22561> [Viitattu 11.3.2022].

KUVALUETTELO

Kuva 1. Suomen virallinen tilasto (SVT). 2021. Energian hankinta ja kulutus. Verkkojulkaisu. Saatavissa: http://www.stat.fi/til/ehk/2020/ehk_2020_2021-12-16_tie_001.fi.html [Viitattu 8.3.2022].

Kuva 2. Suomen virallinen tilasto (SVT). 2021. Energian hankinta ja kulutus. Verkkojulkaisu. Saatavissa: http://www.stat.fi/til/ehk/2020/ehk_2020_2021-12-16_tie_001.fi.html [Viitattu 8.3.2022].

Kuva 3. Energiateollisuus ry. 2022. Energiavuosi 2021 – Sähkö. PowerPoint-esitys. Päivitetty 14.1.2022. Saatavissa: https://energia.fi/uutishuone/materiaalipankki/energiavuosi_2021_-_sahko.html#material-view [Viitattu 1.9.2022].

Kuva 4. Tilastokeskus. 2022. Moottoriajoneuvojen ensirekisteröinnit. Tilasto. Saatavissa: <https://www.stat.fi/julkaisu/cktmx4tps554f0a51uo5y3wt4> [Viitattu 31.7.2022]

Kuva 5. Tilastokeskus. 2022. Moottoriajoneuvojen ensirekisteröinnit. Tilasto. Saatavissa: <https://www.stat.fi/julkaisu/cktmx4tps554f0a51uo5y3wt4> [Viitattu 31.7.2022]

Kuva 6. Traficom. 2021. Liikenne- ja viestintäministeriö. Liikenteen CO₂-päästöt liikennemuodoittain sekä maakunnittain. Tilasto. Saatavissa: <https://tieto.traficom.fi/fi/tilastot/liikenteen-co2-paastot-liikennemuodoittain-seka-maakunnittain> [Viitattu 13.3.2022].

Kuva 7. Tilastokeskus. 2022. Tietilasto. Tilasto. Saatavissa: <https://www.stat.fi/tilasto/tiet> [Viitattu 30.7.2022].

Kuva 8. Traficom. 2020. Liikenne- ja viestintäministeriö. Tieliikenteen päästöt laskussa 2020-luvulla – uusia toimia tarvitaan yhä. Verkkojulkaisu. Saatavissa: <https://www.lvm.fi/-/tieliikenteen-paastot-laskussa-2020-luvulla-uusia-toimia-tarvitaan-yha-1166678> [Viitattu 13.3.2022].