

# Fossiilittoman liikenteen tiekartta -työryhmän loppuraportti

**LVM** LIIKENNE- JA VIESTINTÄMINISTERIÖ

Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja **2020:17**

[lvm.fi](http://lvm.fi)



Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 2020:17

# Fossiilittoman liikenteen tiekartta -työryhmän loppuraportti

Liikenne- ja viestintäministeriö 2020

Liikenne- ja viestintäministeriö

ISBN PDF:978-952-243-598-9

Helsinki 2020

## Kuvailulehti

<b>Julkaisija</b>	Liikenne- ja viestintäministeriö	27.10.2020
<b>Tekijät</b>	Atro Andersson, Saara Jääskeläinen, Noomi Saarinen, Janne Mänttari, Eero Hokkanen	
<b>Julkaisun nimi</b>	Fossiilittoman liikenteen tiekartta -työryhmän loppuraportti	
<b>Julkaisusarjan nimi ja numero</b>	Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 2020:17	
<b>ISBN PDF</b>	978-952-243-598-9	<b>ISSN PDF</b> 1795-4045
<b>URN-osoite</b>	<a href="http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-243-598-9">http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-243-598-9</a>	
<b>Sivumäärä</b>	243	<b>Kieli</b> suomi
<b>Asiasanat</b>	liikenne, kasviuonekaasupäästöt, ilmastonmuutos, ilmastopoliittikka	
<b>Tiivistelmä</b>	<p>Hallitusohjelman mukaan Suomi on hiilineutraali vuonna 2035. Liikenteen päästövähennystavoitteiden tulee vastata tähän tavoitteeseen. Suomi vähintään puolittaa kotimaan liikenteen päästöt vuoteen 2030 mennessä verrattuna vuoden 2005 tasoon. Tämä on askel kohti hiiletöntä liikennettä. Hallitusohjelman mukaan tällä hallituskaudella luodaan tiekartta fossiilittomaan liikenteeseen, jossa osoitetaan konkreettiset keinot hallituksen tavoitteisiin pääsemiseksi.</p> <p>Liikenne- ja viestintäministeriö asetti ajalle 1.11.2019–30.10.2020 työryhmän fossiilittoman liikenteen tiekartan valmistelun tueksi. Työryhmän tehtävänantona on tunnistaa yhteiskunnallisen päätöksenteon pohjaksi keinot, joilla kotimaan liikenteen kasviuonekaasupäästöt puolitetaan vuoteen 2030 mennessä ja liikenne muutetaan nollapäästöiseksi viimeistään vuoteen 2045 mennessä. Tässä raportissa tarkastellaan kotimaan tie-, raide-, lento- sekä meri- ja sisävesiliikennettä.</p> <p>Tässä loppuraportissa kuvataan kotimaan liikenteen päästökkehitystä, päästövähennystavoitteita sekä tavoitevuosia 2030 ja 2045 silmällä pitäen eri keinoja, joilla päästöjä voidaan vähentää. Jokaisen kulkumuodon osalta tarkastellaan toimenpiteitä vaihtoehtoisten käyttövoimien käytön edistämiseksi, liikennevälineiden energiatehokkuuden parantamiseksi, liikennejärjestelmän energiatehokkuuden parantamiseksi sekä hinnoittelun keinoja. Lisäksi työryhmä antaa jokaisen kulkumuodon ja osa-alueen osalta toimenpidesuosituksensa jatkotyötä varten.</p> <p>Työryhmän loppuraporttia hyödynnetään liikenne- ja viestintäministeriössä fossiilittoman liikenteen tiekartan valmistelussa. Tiekartta keskittyy tieliikenteeseen, sillä yli 90% kansallisista liikenteen päästöistä syntyy tieliikenteestä. Työryhmän loppuraportin pohjalta ministeriössä laaditaan lisäksi lento- ja meriliikennettä koskevat erilliset valtioneuvoston periaatepäätökset.</p>	
<b>Kustantaja</b>	Liikenne- ja viestintäministeriö	
<b>Julkaisun myynti/jakaja</b>	Sähköinen versio: <a href="http://julkaisut.valtioneuvosto.fi">julkaisut.valtioneuvosto.fi</a> Julkaisumyynti: <a href="http://vnjulkaisumyynti.fi">vnjulkaisumyynti.fi</a>	

## Presentationsblad

<b>Utgivare</b>	Kommunikationsministeriet	27.10.2020
<b>Författare</b>	Atro Andersson, Saara Jääskeläinen, Noomi Saarinen, Janne Mänttari, Eero Hokkanen	
<b>Publikationens titel</b>	Färdplan för fossilfria transporter – arbetsgruppens slutrapport	
<b>Publikationsseriens namn och nummer</b>	Kommunikationsministeriets publikationer 2020:17	
<b>ISBN PDF</b>	978-952-243-598-9	<b>ISSN PDF</b> 1795-4045
<b>URN-adress</b>	<a href="http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-243-598-9">http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-243-598-9</a>	
<b>Sidantal</b>	243	<b>Språk</b> finska
<b>Nyckelord</b>	transport, växthusgaser, klimatpolitik, klimatförändringar	
<b>Referat</b>	<p>Enligt regeringsprogrammet ska Finland vara koldioxidneutralt 2035. Målen för att minska utsläppen från trafiken och transporterna ska motsvara detta mål. Minimum är att Finland ska halvera de inhemska trafikutsläppen fram till 2030 jämfört med 2005 års nivå. Detta är ett steg mot koldioxidfria transporter. Enligt regeringsprogrammet ska det under den här regeringsperioden skapas en färdplan för fossilfria transporter där man visar konkreta sätt att uppnå regeringens mål.</p> <p>Kommunikationsministeriet tillsatte en arbetsgrupp för tiden 1.11.2019–30.10.2020 till stöd för beredningen av färdplanen för fossilfria transporter. Arbetsgruppen har till uppgift att som grund för det samhälleliga beslutsfattandet identifiera metoder genom vilka växthusgasutsläppen från den inhemska trafiken och transporterna kan halveras fram till 2030 och med hjälp av vilka nollutsläpp från trafiken och transporterna kan bli verklighet före 2045. I den här rapporten granskas vägtrafiken, spårtrafiken, flygtrafiken, sjötransporten och inlandssjöfarten i Finland.</p> <p>I den här slutrapporten beskrivs trafik- och transportutsläppens utveckling i Finland, målen för utsläppsminskning och olika sätt att minska utsläppen med tanke på målären 2030 och 2045. För varje färdsets del granskas olika åtgärder som ska främja användningen av alternativa drivmedel, förbättra trafikmedlens energieffektivitet, förbättra trafiksystemets energieffektivitet samt prissättningsätt. Dessutom ger arbetsgruppen förslag till åtgärder för varje färdsets och delområdes del för det fortsatta arbetet.</p> <p>Arbetsgruppens slutrapport kommer att användas av kommunikationsministeriet när färdplanen för fossilfria transporter utarbetas. Färdplanen fokuserar på vägtrafiken eftersom över 90 procent av trafik- och transportutsläppen på nationell nivå uppstår i vägtrafiken. Baserat på arbetsgruppens slutrapport kommer ministeriet att sammanställa separata principbeslut av statsrådet för flygtrafiken och sjötransporten.</p>	
<b>Förläggare</b>	Kommunikationsministeriet	
<b>Beställningar/distribution</b>	Elektronisk version: <a href="http://julkaisut.valtioneuvosto.fi">julkaisut.valtioneuvosto.fi</a> Beställningar: <a href="http://vnjulkaisumyynti.fi">vnjulkaisumyynti.fi</a>	

## Description sheet

<b>Published by</b>	Ministry of Transport and Communications		27 October 2020
<b>Authors</b>	Atro Andersson, Saara Jääskeläinen, Noomi Saarinen, Janne Mänttari, Eero Hokkanen		
<b>Title of publication</b>	Road map for fossil-free transport – Working group final report		
<b>Series and publication number</b>	Publications of the Ministry of Transport and Communications 2020:17		
<b>ISBN PDF</b>	978-952-243-598-9	<b>ISSN PDF</b>	1795-4045
<b>Website address URN</b>	<a href="http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-243-598-9">http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-243-598-9</a>		
<b>Pages</b>	243	<b>Language</b>	Finnish
<b>Keywords</b>	transport, greenhouse gas emissions, climate policy, climate change		
<p><b>Abstract</b></p> <p>According to the Government Programme, Finland will be carbon neutral by 2035. The targets for reducing emissions from transport must be in line with this goal. By 2030, Finland will, at the minimum, halve the emissions from domestic transport compared to the 2005 level. This is a step towards carbon-free transport. In accordance with the Government Programme, a roadmap for fossil-free transport will be drafted during this government term, indicating concrete means for achieving the Government's objectives.</p> <p>The Ministry of Transport and Communications appointed a working group for a period between 1 November 2019 and 30 October 2020 to support the preparation of the road map for fossil-free transport. The task of the group is to lay the foundation for societal decision-making by summarising the means by which the greenhouse gas emissions from domestic traffic can be halved by 2030 and the level of zero emissions can be reached by no later than the end of 2045. This report examines domestic road, rail, air, sea and inland waterway transport.</p> <p>This final report describes the development trends in emissions from domestic transport, the emissions reduction targets and the target years 2030 and 2045 considering the various ways to reduce emissions. For each mode of transport, measures will be examined to promote the use of alternative power sources and to improve the energy efficiency of transport means and the transport system. The pricing methods will also be reviewed. In addition, the working group will issue recommendations for further work in each mode of transport and each field.</p> <p>The final report will be used at the Ministry in the preparations for the fossil-free roadmap. The map will focus on road transport, because more than 90% of emissions from domestic transport are generated by road traffic. On the basis of the final report, the Ministry will also draw up separate government resolutions on air and maritime transport.</p>			
<b>Publisher</b>	Ministry of Transport and Communications		
<b>Publication sales/ Distributed by</b>	Online version: <a href="http://julkaisut.valtioneuvosto.fi">julkaisut.valtioneuvosto.fi</a> Publication sales: <a href="http://vnjulkaisumyynti.fi">vnjulkaisumyynti.fi</a>		

# Sisältö

<b>1</b>	<b>Johdanto</b> .....	<b>12</b>
<b>2</b>	<b>Tieliikenne</b> .....	<b>14</b>
2.1	Tieliikenteen ja muun kotimaan liikenteen kasvihuonekaasupäästöjen nykytila ja arvioitu kehitys.....	14
2.1.1	Tieliikenteen ja muun kotimaan liikenteen kasvihuonekaasupäästöt 2005–2020 .....	14
2.1.2	Tieliikenteen ja muun kotimaan liikenteen kasvihuonekaasupäästöjen arvioitu kehitys vuosiin 2030 ja 2045 .....	16
2.1.3	Tieliikenteen ja muun kotimaan liikenteen päästövähennystavoitteet 2030 ja 2045/2050 .....	17
2.1.3.1	EU-tavoitteet .....	17
2.1.3.2	Kansalliset tavoitteet .....	17
2.2	Keskeiset päästövähennyskeinot tieliikenteessä .....	18
2.2.1	Vaihtoehtoiset käyttövoimat.....	18
2.2.1.1	Biopolttoaineet ja muut uusiutuvat nestemäiset polttoaineet .....	18
2.2.1.2	Maakaasu, biokaasu ja muut kaasumaiset polttoaineet .....	25
2.2.1.3	Sähkö.....	31
2.2.2	Liikennevälineiden energiatehokkuuden parantaminen .....	39
2.2.2.1	Henkilö- ja pakettiautot.....	39
2.2.2.2	Raskas kalusto.....	43
2.2.3	Liikennejärjestelmän energiatehokkuuden parantaminen .....	47
2.2.3.1	Yhdyskuntarakenteen eheyttäminen ja liikenteen ja maankäytön yhteensovittaminen.....	47
2.2.3.2	Liikenneverkon kestävä kehittäminen .....	50
2.2.3.3	Asiakaslähtöisten kestävien liikkumispalvelujen ja matkaketjujen edistäminen.....	54
2.2.3.4	Logistiikan tehostaminen.....	58
2.2.3.5	Digitalisaatio ja automaatio .....	62
2.2.4	Liikenteen hinnoittelu ja verotus .....	66
2.2.4.1	Liikenteen verotus .....	66
2.2.4.2	Liikenteen päästökauppa .....	73
2.2.4.3	Tiemaksut ja ruuhkamaksut .....	78



<b>3</b>	<b>Raideliikenne</b>	<b>81</b>
3.1	Raideliikenteen kasvihuonekaasupäästöt Suomessa 2005–2020	81
3.2	Raideliikenteen kasvihuonekaasupäästöjen arvioitu kehitys vuosiin 2030 ja 2045	81
3.3	Raideliikenteen päästövähennystavoitteet 2030 ja 2045/2050	81
3.4	Keskeiset päästövähennyskeinot raideliikenteessä	82
3.4.1	Vaihtoehtoiset käyttövoimat	82
3.4.1.1	Sähkö	82
3.4.1.2	Muut uusiutuvat ja päästöttömät käyttövoimat raideliikenteessä	84
3.4.2	Liikennevälineiden ja rataverkon energiatehokkuuden parantaminen	86
3.4.3	Liikennejärjestelmän energiatehokkuuden parantaminen	92
<b>4</b>	<b>Lentoliikenne</b>	<b>96</b>
4.1	Lentoliikenteen kasvihuonekaasupäästöjen nykytila ja arvioitu kehitys	96
4.1.1	Johdanto	96
4.1.2	Lentoliikenteen päästöjen nykytila	98
4.1.3	Lentoliikenteen ja sen aiheuttamien päästöjen arvioitu kehitys Suomessa	99
4.2	Lentoliikenteen kasvihuonekaasupäästöjen vähennystavoitteet	101
4.3	Keskeiset päästövähennyskeinot	101
4.3.1	Vaihtoehtoiset käyttövoimat	102
4.3.1.1	Uusiutuvat lentopolttoaineet	102
4.3.1.2	Sähkö	114
4.3.1.3	Muut vaihtoehtoiset käyttövoimat	116
4.3.2	Liikennevälineiden energiatehokkuuden parantaminen	117
4.4	Liikennejärjestelmän energiatehokkuuden parantaminen	121
4.4.1	Ilmatilan hallinta ja operationaaliset parannukset	121
4.4.2	Lentoasemat	129
4.4.3	Matkaketjut ja logistiikka	132
4.5	Hinnoittelu	136
4.5.1	Lentoliikenteen päästökauppa	137
4.5.2	CORSIA	146
4.5.3	Verot	152
4.5.4	Lentoasemamaksut	157
4.6	Johtopäätökset	158

<b>5</b>	<b>Meri- ja sisävesiliikenne</b>	<b>161</b>
5.1	Meri- ja sisävesiliikenteen kasvihuonekaasupäästöjen nykytila ja arvioitu kehitys	161
5.1.1	Johdanto	161
5.1.2	Nykyiset päästöt ja arvioitu kehitys	161
5.1.3	Meri- ja sisävesiliikenteen kasvihuonekaasupäästöjen vähennystavoitteet	165
5.1.3.1	Kansainväliset tavoitteet	165
5.1.3.2	EU-tavoitteet	166
5.1.3.3	Kansalliset tavoitteet	167
5.2	Keskeiset päästövähennykeino	169
5.2.1	Vaihtoehtoiset käyttövoimat ja polttoaineet	169
5.2.2	Alusten energiatehokkuuden parantaminen	182
5.2.3	Uusien alusten suunnittelu ja alustyyppien kehitys	183
5.2.4	Meri- ja sisävesiliikenteen järjestämiseen liittyvät päästövähennyskeinot	185
5.2.5	Sisävesiliikenne	195
5.2.6	Maantielautta- ja yhteysalusliikenne sekä veneily	199
5.3	Hinnoittelu	202
5.3.1	Meri- ja sisävesiliikenteen päästökauppa	203
5.3.2	Muut taloudelliset keinot sekä informaatio-ohjaus	203
5.3.3	Kansainvälinen polttoainemaksu	203
5.3.4	Julkisen ja yksityisen sektorin yhteistyö aluskannan uusimiseksi	204
5.3.5	Ympäristösertifikaatit tai -merkit	205
5.3.6	Kansalliset verot, maksut ja kannustimet	205
5.3.7	Haasteet ja mahdollisuudet vuosiin 2030 ja 2045	206
5.4	Kansainvälinen vaikuttaminen	209
5.4.1	Kansainvälinen merenkulkujärjestö IMO	210
5.4.2	Euroopan unioni	211
5.4.3	Itämeren suojelukomissio HELCOM	213
5.4.4	Pohjoismainen ja kahdensiväinen yhteistyö	214
	<b>Liitteet</b>	<b>216</b>
	<b>Lähteet</b>	<b>232</b>

## ESIPUHE

Sanna Marinin hallitusohjelman mukaan tällä hallituskaudella luodaan tiekartta fossiilittomaan liikenteeseen. Hallitusohjelman mukaan Suomi on hiilineutraali vuonna 2035. Liikenteen päästövähennysten tulee vastata tähän tavoitteeseen. Tavoitteena on, että Suomi vähintään puolittaa kotimaan liikenteen päästöt vuoteen 2030 mennessä verrattuna vuoden 2005 tasoon. Tämä on askel kohti hiiletöntä liikennettä.

Liikenne- ja viestintäministeriö asetti kaudelle 1.11.2019-30.10.2020 työryhmän fossiilittoman liikenteen tiekartan valmistelun tueksi. Työryhmässä oli edustus useasta eri ministeriöstä ja virastosta, etujärjestöstä ja yrityksestä: Ammattiliitto Pro, Autoliitto, AKT ry, Autotuojat ja -teollisuus ry, Energiateollisuus ry, Ficom ry, Finavia Oyj, Finnair Oyj, ITS Finland ry, Kuntaliitto, Liikenne- ja viestintävirasto Traficom, Linja-autoliitto, Logistiikkayritysten Liitto ry, maa- ja metsätalousministeriö, Meriteollisuus ry, Pyöräliitto, Suomen Biokierto ja Biokaasu ry, Suomen Kuljetus- ja Logistiikka SKAL, Suomen luonnonsuojeluliitto, Suomen Satamaliitto ry, Suomen Taksiliitto ry, Suomen Varustamot ry, Teknologiateollisuus ry, työ- ja elinkeinoministeriö, valtiovarainministeriö, VR-Yhtymä Oy, Väylävirasto ja ympäristöministeriö. Pysyvinä asiantuntijoina työryhmän työhön osallistuivat edustajat Ilmastopaneelista, Sitrasta ja VTT:stä.

Työryhmän tehtävänä oli tunnistaa yhteiskunnallisen päätöksenteon pohjaksi keinot, joilla kotimaan liikenteen kasvihuonekaasupäästöt voidaan asetetussa aikataulussa puolittaa. Työryhmä työskenteli valmistelun aikana neljässä alatyöryhmässä. Näitä olivat lentoliikenteen, meri- ja sisävesiliikenteen sekä maaliikenteen henkilö- ja tavaraliikenteen alatyöryhmät.

Liikenne- ja viestintäministeriössä valmistellaan työryhmän työn ja teetettyjen vaikutusten arviointien pohjalta varsinainen fossiilittoman liikenteen tiekartta joka annetaan valtioneuvoston periaatepäätöksenä keväällä 2021. Se tulee esittämään konkreettiset keinot liikenteen kotimaan päästöjen puolittamiseen. Yli 90 prosenttia kansallisista liikenteen päästöistä syntyy tieliikenteestä, joten tiekartta tulee keskittymään niihin. Työryhmän työn pohjalta valmistellaan lisäksi erilliset periaatepäätökset meri- ja lentoliikenteen päästövähennysoimista.

Työryhmän loppuraporttiin on nyt ensimmäistä kertaa koottu tiedot kaikkia liikenne-  
muotoja koskevasta kansallisesta päästökehityksestä ja käytettävissä olevista päästö-  
vähennyskeinoista suosituksineen. Loppuraportissa on lisäksi luotu näkymä vuoteen  
2045 mennessä tavoiteltavaan täysin fossiilittomaan liikenteeseen.

Työryhmän loppuraportti muodostaa erinomaisen pohjan liikenteen päästövähennys-  
toimien valmisteluun kaikkien liikennemuotojen osalta. Esitän koko työryhmälle lämpi-  
mät kiitokset erittäin aktiivisesta, asiantuntevasta ja arvokkaasta panoksesta työryh-  
mätyöhön. Työssä hallituksen tavoite päästöjen puolittamisesta on ollut yhteisesti ja-  
ettu ja tarve nykyistäkin laajemmille toimien vaikutustenarvioinneille jatkotyössä to-  
dettu. Työryhmä on antanut laajan tuen loppuraportin suosituksille ja viitoittanut mer-  
kittävällä tavalla tietä valtioneuvoston periaatepäätösten valmisteluun.

Helsingissä 27.10.2020

Ylijohtaja Sabina Lindström  
Fossiilittoman liikenteen työryhmän puheenjohtaja

## Lyhenteitä ja terminologiaa

Bi-fuel-auto; kaksoispolttoaineauto, esim. bensiini ja maakaasu

Biodiesel; ns. perinteinen biopohjainen diesel, rasvahapon metyyliesteri, jota joskus merkitään myös kirjainyhdistelmällä FAME (Fatty Acid Methyl Ester), RME (Rapeseed Methyl Ester) tms.

CBG compressed biogas; paineistettu biokaasu

CNG compressed natural gas; paineistettu maakaasu

CO<sub>2</sub> hiilidioksidi

drop-in fuel ”heittämällä yhteensopiva polttoaine”= polttoaine joka ei aiheuta muutostarpeita jakeluinfrastruktuurissa tai ajoneuvoissa

dual-fuel auto, jossa käytössä kaksi polttoainetta samanaikaisesti, esim. diesel ja maakaasu

ED95 dieselmoottoriin tarkoitettu lisäaineistettu etanolipolttoaine

E85, RE85 korkeaseosteinen flex-fuelautojen polttoaine

Flex-fuel, fuel flexible vehicle; auto joka pystyy käyttämään mitä tahansa bensiinin ja korkeaseosteisen etanolin seosta

HVO hydrotreated vegetable oil; vetykäsitelty kasviöljy/eläinrasva

Ladattava hybridi; auto, jossa on sekä polttomoottori että sähkömoottori, ja jota voidaan ladata ulkoisesta pistorasiasta

LBG liquefied biogas; nesteytetty biokaasu

LNG liquefied natural gas; nesteytetty maakaasu

Mt miljoonaa tonnia

NEDC (New European Driving Cycle) –mittausmenetelmä, väistetty autojen pakokaasujen mittausmenetelmä EU:ssa

NO<sub>x</sub> typen oksidit

P2G power to gas; sähköllä tuotetun vedyn ja hiilidioksidin jalostus kaasuksi (metaaniksi)

P2x power to x; sähköllä tuotetun vedyn ja hiilidioksidin jalostus metaaniksi tai muiksi polttonesteiksi

Synteettinen polttoaine tai sähköpolttoaine; Vedestä ja ilmakehästä kerätystä hiilidioksidista synteetin kautta valmistettu polttoaine, ks. P2G ja P2x

Sähköauto; täyssähköauto tai ladattava hybridi

TTW tank-to-wheel; polttoaineen loppukäyttö

TWh; terawattitunti

Täyssähköauto; auto, jossa on ainoastaan sähkömoottori, ja jota voidaan ladata ulkoisesta pistorasiasta

Uusiutuva diesel; erilaisista eläin- ja kasviperäisistä raaka-aineista valmistettu vetykäsitelty diesel, joka kemialliselta koostumukseltaan vastaa fossiilista dieseliä

WLTP-päästömittaus, Worldwide harmonised Light-duty Vehicles Test Procedure, uusi pakokaasupäästöjen mittausmenetelmä EU:ssa

WTW well-to-wheel; polttoaineen koko elinkaari

# 1 Johdanto

Kuten tunnettua, maapallon ilmasto muuttuu. Ilmastonmuutoksen torjuminen on nousut koko ihmiskunnan kohtalonkysymykseksi. Jos maapallon keskilämpötila nousee merkittävästi enemmän kuin 1,5 astetta, odotettavissa on ennen näkemättömän laajaa inhimillistä kärsimystä. Kuivuus, tulvat, merenpinnan nousu, luonnon monimuotoisuuden hupeneminen, nälänhätä, ympäristöpakolaisuus ja konfliktit lisääntyvät ja ajavat koko ihmiskunnan ahtaalle. Jos keskilämpötilan nousu halutaan rajata lähelle 1,5 astetta, tarvitaan todella nopeita ja radikaaleja päästöleikkauksia kaikilla yhteiskunnan sektoreilla. Globaalien hiilidioksidipäästöjen tulisi puolittua vuoteen 2030 mennessä ja nettonollapäästöt tulisi saavuttaa vuosisadan puolivälin paikkeilla.

Fossiilisten polttoaineiden, kuten esimerkiksi kivihillen, polttamisesta aiheutuvat haitat ilmastolle ovat olleet tiedossa jo vuosikymmenten ajan. Kuitenkin vasta viime vuosina on alettu ymmärtämään, että fossiilisten polttoaineiden käytöstä tulisi myös liikenteessä luopua. Liikenteen kasvihuonekaasupäästöjä on mahdotonta poistaa, jos liikenteessä edelleen käytetään fossiilista bensiiniä ja dieseliä. Näitä polttoaineita on kuitenkin mahdollista korvata monilla muilla käyttövoimilla kuten uusiutuvilla polttoaineilla ja sähköllä. Tämä murros on liikenteessä jo käynnistynyt, ja sitä tulee valtion toimin nopeuttaa ja vahvistaa.

Suomi on harvaan asuttu maa ja auto on monelle ihmiselle välttämätön liikkumisväline. Liikenteen päästövähennystoimia suunniteltaessa on kuitenkin huomattava, että suuri osa suomalaisista asuu myös alueilla, joilla auton käytölle on vaihtoehtoja. Kaupunkiseuduilla ja kaupunkien välisessä liikenteessä on mahdollista nopeuttaa ja vahvistaa siirtymistä yksityisautolle vaihtoehtoisiin liikkumistapoihin kuten kävelyyn, pyöräilyyn ja erilaisiin liikenteen palveluihin.

Ilmastonmuutoksen torjunta on monessa mielessä myös mahdollisuus. Ilmastonmuutoksen torjumisen toimet on liikennesektorilla mahdollista suunnitella ja toteuttaa niin, että koko liikennejärjestelmä muuttuu paitsi fossiilittomaksi, myös entistä terveellisemmäksi, kustannustehokkaammaksi, meluttomammaksi sekä halvemmaksi ja vaivattomammaksi käyttäjille. Kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseen tähtäävät toimet avaavat myös aivan uusia liiketoimintamahdollisuuksia yrityksille ja voivat parantaa Suomen asemia maailmalla, jos keksimme täällä kustannustehokkaita ja vientikelpoisia ratkaisuja päästöjen vähentämiseksi.

Liikenteen päästövähennystoimet on suunniteltava niin, että ne koetaan oikeudenmukaisina ja toteuttamiskelpoisina. Ilmastonmuutoksen hillitseminen itsessään saa kansalaisilta hyvin vahvan tuen. Esimerkiksi vuonna 2019 toteutetun Ilmastobarometrin mukaan 70 % suomalaisista oli sitä mieltä, että ilmastonmuutoksen hillitsemisen tulisi

olla yksi hallituksen kärkiteemoista. Kolme neljästä suomalaisesta kannatti periaatetta, jonka mukaan päästöjen aiheuttajien tulee myös maksaa niistä, ja lähes puolet oli sitä mieltä, että esimerkiksi fossiilisten polttoaineiden veroja tulisi nostaa. Kansalaisten tuki on keskeinen elementti myös liikenteen päästövähennysten suunnittelemiselle.

Kaiken kaikkiaan liikenteen, kuten muidenkin sektoreiden, ilmastopolitiikan on oltava pitkäjänteistä ja linjakasta, jotta ihmiset ja yritykset ehtivät varautua tapahtuviin muutoksiin. Ketään ei pidä jättää kelkasta.

## **Koronaviruspandemian vaikutukset liikenteen ilmastopolitiikkaan Suomessa**

Keväällä 2020 alkanut koronaviruspandemia on vaikuttanut merkittävästi liikennepalveluiden tarjontaan ja liikennemääriin kaikkialla maailmassa ja kaikissa liikennemuodoissa. Vähentynyt liikenne on alentanut päästöjä globaalisti, mutta pidempikantoisia seurauksia on vielä vaikea arvioida.

Epidemian vaikutus liikennealan yritysten liiketoimintaan on kuitenkin ollut merkittävä sekä henkilö- että tavaraliikenteen puolella. Jatkuva pandemiatilanne ja siitä johtuva yleisen taloustilanteen epävarmuus voivat näkyä yritysten toiminnassa pidempikestoistakin. Joukkoliikenteen matkustajakato on jatkuessaan huolestuttava käänne liikenteen ilmastotoimien kannalta, mikäli siirtymä joukkoliikenteestä tapahtuu yksityisautoiluun. Juna- ja linja-autoliikenteen ohessa lento- ja meriliikenteen matkustajaliikenne tyrehtyi keväällä lähes kokonaan, eikä ole palautunut ennalleen. Yksityisautoilun liikennesuoritteet ja uusien autojen ensirekisteröinnit ovat notkahtaneet pandemian vuoksi. Toisaalta pyöräilyn suosio on kasvanut pandemian aikana.

Koronan aiheuttamasta taantumasta pois pääseminen edellyttää talouden elvytystä. Mikäli elvytyksellä tuetaan erityisesti siirtymää puhtaamman energian käyttöön ja kestävämpään liikkumiseen, voidaan samaan aikaan edistää sekä ilmastotavoitteita että uuden nykyistä kestävämmän liikennejärjestelmän syntymistä.

## 2 Tieliikenne

### 2.1 Tieliikenteen ja muun kotimaan liikenteen kasvihuonekaasupäästöjen nykytila ja arvioitu kehitys

#### 2.1.1 Tieliikenteen ja muun kotimaan liikenteen kasvihuonekaasupäästöt 2005–2020

Tieliikenteen osuus kaikista liikenteen kasvihuonekaasupäästöistä korostuu, koska EU:n päästövähennysvelvoitteet (ks. luku 2.3.1) koskevat nimenomaan *kotimaan* liikenteen päästöjä. Kotimaan liikenteen päästöiksi lasketaan IPCC:n sääntöjen mukaisesti tieliikenteen, dieselkäyttöisen raideliikenteen ja kotimaan vesiliikenteen päästöt (tiettyjä poikkeuksia lukuun ottamatta). Sähkökäyttöisen raide-, tie- ja vesiliikenteen päästöt lasketaan osaksi sähköntuotannon päästöjä päästökauppasektorille, ja kotimaan lentoliikenteen päästöt käsitellään omana päästölähteenään.

Noin 94 prosenttia kotimaan liikenteen päästöistä vuonna 2019 syntyi tieliikenteessä. Raideliikenteen osuus kotimaan liikenteen päästöistä oli alle prosentti ja kotimaan vesiliikenteen osuus noin 4 prosenttia<sup>1</sup>. Kotimaan lentoliikenteen osuus Suomen liikenteen päästöistä oli noin 2 prosenttia, mutta kuten edellä kerrottiin, näitä päästöjä ei lasketa osaksi taakanjakosektorin päästöjä<sup>2</sup>.

Suomen kotimaan liikenteen kasvihuonekaasupäästöt vuonna 2019 olivat yhteensä noin 11,1 miljoonaa tonnia hiilidioksidiekvivalenttia<sup>3</sup>. Liikenteen päästöt vastaavat noin viidennestä Suomen kaikista kasvihuonekaasupäästöistä ja noin 40 prosenttia ns. taakanjakosektorin päästöistä (ks. taakanjakosektorista lisää luvussa 4.2).

Verrattuna vuoteen 2018, kotimaan liikenteen päästöt vähenivät vuonna 2019 noin 3 prosenttia (0,3 milj. tonnia). Vuotta 2018 ja muutamaa muuta poikkeusvuotta lukuun

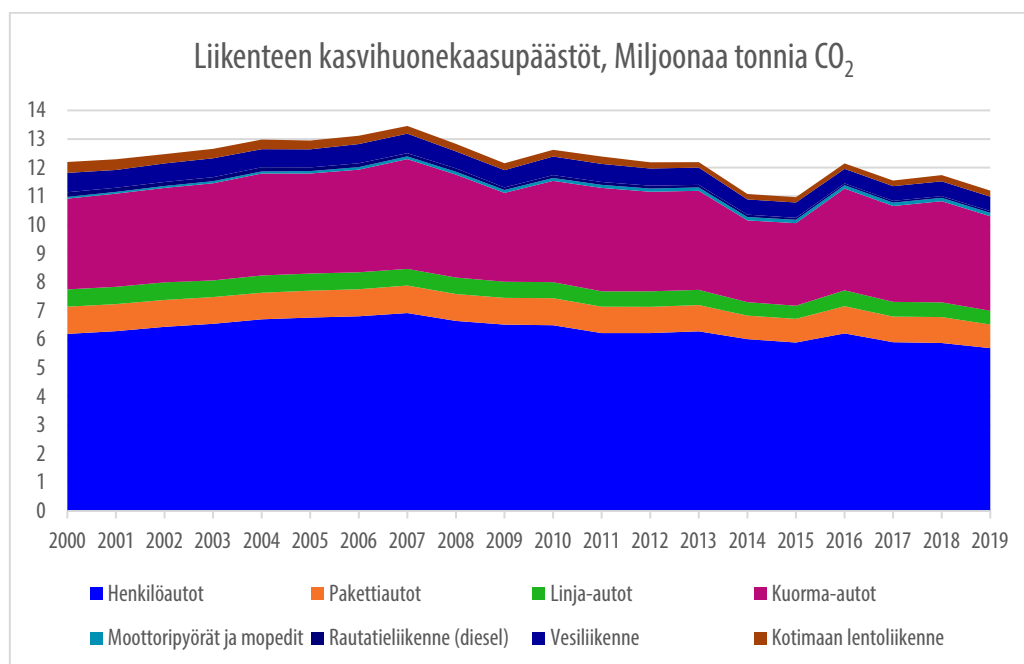
<sup>1</sup> LIPASTO – liikenteen päästöt, <http://lipasto.vtt.fi/inventaario.htm>

<sup>2</sup> Kotimaan lentoliikenne kuuluu osaksi EU:n laajuista lentoliikenteen päästökauppaa.

<sup>3</sup> Tilastokeskus: Kasvihuonekaasupäästöt ja -poistumat sektoreittain [http://www.stat.fi/til/khki/2019/khki\\_2019\\_2020-05-28\\_tie\\_001\\_fi.html](http://www.stat.fi/til/khki/2019/khki_2019_2020-05-28_tie_001_fi.html)



ottamatta liikenteen kasvihuonekaasupäästöt ovat vuodesta 2008 alkaen pääsääntöisesti pienentyneet. Päästöjen vähentyminen on kuitenkin ollut hyvin hidasta ja nykytoimilla liikenteen päästöt eivät vähene asetettujen tavoitteiden mukaisesti.



**Kuva 1: Kotimaan liikenteen kasvihuonekaasupäästöt vuosina 2000-2018. (Lähde: LIPASTO/VTT)**

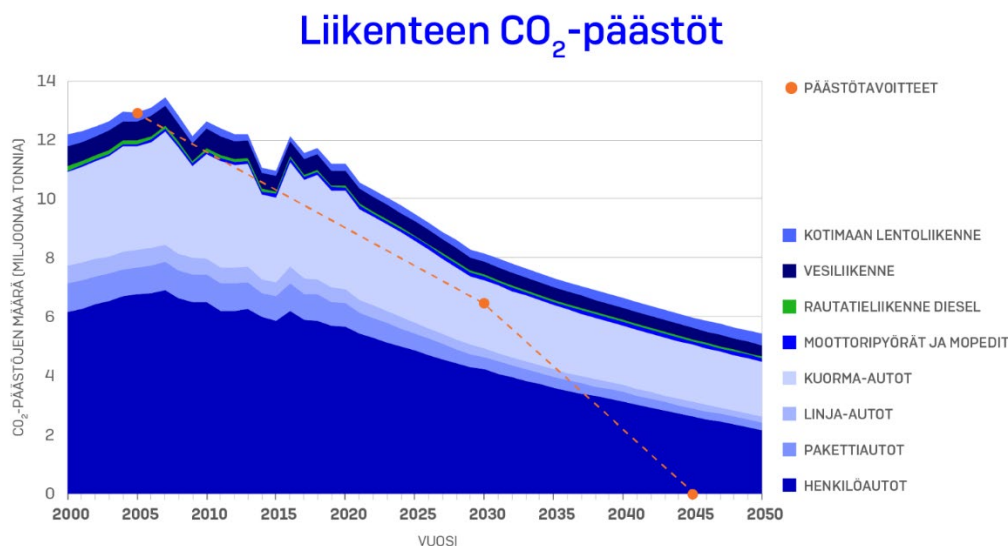
Tieliikenteen kasvihuonekaasupäästöt vuonna 2019 olivat yhteensä noin 10,54 miljoonaa tonnia. Tieliikenteen päästöistä noin 54 prosenttia aiheutui henkilöautoista, noin 41 prosenttia paketti- ja kuorma-autoista ja loput linja-autoista, moottoripyöristä yms.

Tieliikenteen päästöt ovat vuodesta 2005 vuoteen 2019 pudonneet noin 11 prosenttia. Eniten ovat pudonneet henkilöautojen ja linja-autojen päästöt (noin 13-14 prosenttia). Pakettiautojen päästöt ovat samassa ajassa pudonneet noin 3 prosenttia ja kuorma-autojen päästöt ovat kasvaneet noin 2 prosenttia. Päästöjen putoaminen ei ole ollut tasaista, vaan joinakin vuosina päästöt ovat vähentyneet enemmän, toisina vähemmän. Päästöjen vähentyminen on ollut pääsääntöisesti biopolttoaineiden jakeluvuorituksen seurauksena. Vuosina 2016 ja 2018 päästöt kasvoivat.

## 2.1.2 Tieliikenteen ja muun kotimaan liikenteen kasvihuonekaasupäästöjen arvioitu kehitys vuosiin 2030 ja 2045

Liikenteen kasvihuonekaasupäästöjen uuden perusennusteen mukaan kotimaan liikenteen kasvihuonekaasupäästöt putoavat nykyisillä toimenpiteillä yhteensä noin 37 % vuoteen 2030 mennessä (verrattuna vuoteen 2005) (ks. kuva 2 ja lisätietoja Hankeikkunassa<sup>4</sup>). Tavoitteena on vähintään 50 prosentin päästövähennys. Päästöjen väheneminen tapahtuu pääosin tieliikenteessä. Selittäviä tekijöitä päästökkehitykselle tieliikenteessä ovat biopolttoaineiden ja muiden vaihtoehtoisten käyttövoimien osuuden kasvu sekä autokannan energiatehokkuuden parantuminen. Muiden liikennemuotojen päästöjen arvioidaan pysyvän suurin piirtein pysyvän samalla tasolla kuin tällä hetkellä tai vähenevän maltillisesti.

Pidemmällä aikavälillä liikenteen kasvihuonekaasupäästöjen on arvioitu alenevan vuosittain noin 2,2 prosentilla. Vuoteen 2045 mennessä päästöt vähenevät perusennusteen mukaan noin 60 % verrattuna vuoden 2005 tasoon. Tavoitteena on liikenteen päästöjen poistaminen kokonaan.



Kuva 2: Kotimaan liikenteen kasvihuonekaasupäästöjen perusennuste 22.4.2020 (Lähde: VTT/Lipasto 2019 ja LVM)

4 Liikenteen kasvihuonekaasupäästöjen perusennuste Hankeikkunassa, [https://api.hankeikkuna.fi/asiakirjat/d99a3ae3-b7f9-49df-afd2-c8f2efd3dc1d/1ab511f1-aa06-45c0-b3ef-9ac9650838c9/MUISTIO\\_20200422120412.pdf](https://api.hankeikkuna.fi/asiakirjat/d99a3ae3-b7f9-49df-afd2-c8f2efd3dc1d/1ab511f1-aa06-45c0-b3ef-9ac9650838c9/MUISTIO_20200422120412.pdf)

## 2.1.3 Tieliikenteen ja muun kotimaan liikenteen päästövähennystavoitteet 2030 ja 2045/2050

### 2.1.3.1 EU-tavoitteet

EU-lainsäädännön mukaan Suomen tulee vähentää kasvihuonekaasupäästöjään taakanjakosektorilla 39 prosentilla vuoteen 2030 mennessä vuoden 2005 tasoon verrattuna (ns. taakanjakopäätös). Jos EU tiukentaa päästötavoitettaan vuodelle 2030 (nyt 40 % vähennys vuoteen 1990 verrattuna), myös Suomen taakanjakosektorin päästövähennystavoite voi muuttua. Taakanjakosektorin päästöihin kuluvat muun muassa liikenne, maatalous, rakennusten erillislämmitys sekä jätesektori. Kotimaan liikenne on suurin yksittäinen päästölähde taakanjakosektorilla Suomessa. Kotimaan liikenteen päästöt muodostavat noin 40 prosenttia koko taakanjakosektorin päästöistä.

### 2.1.3.2 Kansalliset tavoitteet

Kansallisella tasolla Suomi on sitoutunut vähentämään kotimaan liikenteen päästöjä<sup>5</sup> vähintään 50 prosentilla vuoteen 2030 mennessä. Kotimaan liikenteen päästövähennystavoitteista on sovittu kansallisessa energia- ja ilmastostrategiassa (2016), keskipitkän aikavälin ilmastosuunnitelmassa (Kaisu, 2017) sekä kesäkuun 2019 hallitusohjelmassa.

Koska kotimaan liikenteen kasvihuonekaasupäästöt vuonna 2005 olivat noin 12,7 miljoonaa tonnia<sup>6</sup>, päästöt saivat vuonna 2030 olla yhteensä enää noin 6,35 miljoonaa tonnia. Vuonna 2019 päästöt olivat yhteensä 11,1 miljoonaa tonnia<sup>7</sup>, joten lisäpäästövähennysten tarve on vielä noin 4,75 miljoonaa tonnia. Liikenteen kasvihuonekaasupäästöjen perusennusteessa<sup>8</sup> on arvioitu, että olemassa olevilla toimilla saavutetaan vielä noin 3,2 miljoonan tonnin päästövähennys, eli uusilla toimenpiteillä tulisi kattaa noin 1,55 miljoonan tonnin päästövähennys vuoteen 2030 mennessä.

Sanna Marinin hallitusohjelman mukaan Suomen tulee olla hiilineutraali vuonna 2035. Liikenteen päästövähennystavoitteiden tulee vastata tähän tavoitteeseen. Suomessa vuosina 2018 ja 2019 toteutettujen skenaariotarkastelujen mukaan tämä tarkoittaa

---

<sup>5</sup> Ilman kotimaan lentoliikennettä.

<sup>6</sup> Ilman kotimaan lentoliikennettä.

<sup>7</sup> Ilman kotimaan lentoliikennettä.

<sup>8</sup> Liikenteen kasvihuonekaasujen perusennuste Hankeikkunassa, [https://api.hankeikkuna.fi/asia-kirjat/d99a3ae3-b7f9-49df-afd2-c8f2efd3dc1d/1ab511f1-aa06-45c0-b3ef-9ac9650838c9/MUIS-TIO\\_20200422120412.pdf](https://api.hankeikkuna.fi/asia-kirjat/d99a3ae3-b7f9-49df-afd2-c8f2efd3dc1d/1ab511f1-aa06-45c0-b3ef-9ac9650838c9/MUIS-TIO_20200422120412.pdf)

sitä, että liikenteen kasviuonekaasupäästöt tulee poistaa kokonaan vuoteen 2045 mennessä.<sup>9</sup>

## 2.2 Keskeiset päästövähennyskeinot tieliikenteessä

### 2.2.1 Vaihtoehtoiset käyttövoimat

#### 2.2.1.1 Biopolttoaineet ja muut uusiutuvat nestemäiset polttoaineet

Liikenteen kasviuonekaasupäästöjä voidaan vähentää siirtymällä liikenteessä fossiilista poltto-aineista biopolttoaineisiin tai muihin uusiutuviin nestemäisiin polttoaineisiin.

Biopolttoaineita voidaan valmistaa esimerkiksi erilaisista biojätteistä, biomassapohjaisista öljyistä, puupohjaisista biomassoista ja prosessitähteistä. Raaka-aineet voivat olla peräisin kotimaasta tai ulkomailta. Vuoden 2016 energia- ja ilmastostrategiassa<sup>10</sup> on linjattu, että biopolttoaineiden osuuden kasvu Suomessa perustuisi pääosin kotimaisten raaka-aineiden ja biojalostamoiden varaan. Merkittävimpiä suomalaisia raaka-aineita tulevaisuudessa olisivat erilaiset metsäteollisuuden sivuvirrat, jätteet ja tähteet. Energia- ja ilmastostrategian valmistumisen jälkeen eräissä selvityksissä on kuitenkin arvioitu, että pääosa biopolttoaineiden raaka-aineista Suomessa tuotaisiin ulkomailta<sup>11</sup>.

Voimassa olevan lainsäädännön mukaan 30 % kaikesta liikenteeseen myydystä (nestemäisestä) polttoaineesta tulee olla biopolttoainetta vuonna 2030<sup>12</sup>. Koska tieliikenteen arvioidaan vuonna 2030 kuluttavan energiaa noin 42 TWh verran, biopolttoaineilla korvattaisiin vuonna 2030 noin 12,6 TWh verran. Tällä hetkellä tieliikenteen kokonaisenergiankulutus on noin 46 TWh/vuosi.

<sup>9</sup> VTT:n selvitys Hiilineutraali Suomi 2035 – Skenaariot ja vaikutusarviot, <https://cris.vtt.fi/en/publications/hiilineutraali-suomi-2035-skenaariot-ja-vaikutusarviot> , Pitkän aikavälin kokonaispäästökehitys PITKO, <https://tietokayttoon.fi/julkaisut/raportti?pubid=URN:ISBN:978-952-287-656-0>

<sup>10</sup> Valtioneuvoston selonteko kansallisesta energia- ja ilmastostrategiasta vuoteen 2030, <https://tem.fi/energia-ja-ilmastostrategia>

<sup>11</sup> Biopolttoaineiden kustannustehokkaat toteutuspolut vuoteen 2030, <https://tietokayttoon.fi/julkaisut/raportti?pubid=URN:ISBN:978-952-287-614-0>

<sup>12</sup> Laki (419/2019) jakeluvuorotlain muuttamisesta.

Biopolttoaineiden ohella Suomessa on viime vuosina ryhdytty aktiivisesti kehittämään myös ns. synteettisiä polttoaineita (Power-to-x-polttoaineet, P2X, *synteettiset polttoaineet, sähköpolttoaineet*). Raaka-aineiksi tarvitaan esimerkiksi ilman tai savukaasujen hiilidioksidia ja veden vetyä. Vety erotetaan vesimolekyylistä elektrolyysillä. Elektrolyysi vaatii runsaasti (edullista, uusiutuvaa ja päästötöntä) sähköä, esimerkiksi tuuli- tai aurinkovoimaa. Synteesin lopputuotteena saadaan halutun mittaisia hiilivetyketjuja<sup>13</sup>, joilla voidaan sellaisenaan korvata nestemäisiä tai kaasumaisia fossiilisia polttoaineita ilman uusia ajoneuvoja tai uutta jakeluinfrastruktuuria<sup>14</sup>. Jo elektrolyysissä häviää energiaa, ja hiilivetymuunnoksissa sitä häviää lisää.

Tärkeimpiä Suomessa tällä hetkellä myytäviä biopolttoaineita ovat uusiutuva diesel ja etanoli. Jonkin verran myydään myös biodieseliä (ks. näistä lisää alempana). Uusiutuvaa bensiiniä tai synteettisiä polttoaineita ei vielä ole markkinoilla liikennepolttoaineena. Uusiutuvan dieselin tuotantoprosessissa syntyvät kevyemmät uusiutuvat ja-keet hyödynnetään liikenteen sijaan teollisuudessa.

*Uusiutuvaa dieseliä*<sup>15</sup> voidaan sekoittaa fossiiliseen dieseliin lähes millä sekoitesuhteella tahansa. Sitä voidaan myydä myös sellaisenaan, 100 % seoksena. Uusiutuva diesel sopii olemassa oleviin autoihin ilman, että autoihin tarvittaisiin mitään muutoksia. Uusiutuvan dieselin kuluttajahinta 100-prosenttisena seoksena oli huhtikuussa 2020 noin 1,45 €/l (sis. ALV:n). ”Tavanomaisen” dieselin eli sekä fossiilista että jonkin verran myös uusiutuvaa dieseliä tai biodieseliä sisältävän dieselin hinta oli huhtikuussa 2020 noin 1,25 €/l (sis. ALV:n).

*Biodiesel*<sup>16</sup> eroaa kemialliselta koostumukseltaan sekä fossiilisesta että uusiutuvasta dieselistä, eikä sitä voi sellaisenaan sekoittaa fossiiliseen dieseliin kuin pienen määrän. Polttoaineiden laatuasetuksen ja standardien mukaan biodieselin (mm. FAME) enimmäisosuus dieselissä on 7 tilavuusprosenttia. Biodieseliä ei missään voi tankata sellaisenaan.

*Etanolia*<sup>17</sup> voidaan sekoittaa nykyisiin fossiilisiin polttoaineisiin (bensiniin) nykyisten polttoainestandardien mukaan enintään 10 tilavuusprosenttia. Etanolia voidaan jaella myös korkeampana, 85-prosenttisena seoksena, mutta siinä tapauksessa sen käyttö

<sup>13</sup> Yksinkertaisin hiilivety on metaani (CH<sub>4</sub>), joka koostuu yhdestä hiiliatomista ja neljästä vetyatomista. Etaanissa (C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>) on kaksi hiiliatomia, propaanissa (C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>) kolme.

<sup>14</sup> Myös liikenteessä nyt käytössä olevat fossiiliset polttoaineet ovat eri mittaisia hiilivetyketjuja.

<sup>15</sup> Uusiutuva diesel on erilaisista eläin- ja kasviperäisistä raaka-aineista valmistettu vetykäsitelty diesel, joka kemialliselta koostumukseltaan vastaa fossiilista dieseliä.

<sup>16</sup> Biodiesel on ns. ensimmäisen sukupolven perinteistä biopohjaista dieseliä eli rasvahapon metyyliesteriä, jota joskus merkitään myös kirjainyhdistelmällä FAME (Fatty Acid Methyl Ester), RME (Rapeseed Methyl Ester) tms.

<sup>17</sup> Etanoli on kasvipohjainen, käymisteitse valmistettu alkoholipolttoaine.

vaatii joko E85-polttoaineelle rakennetun auton (ns. flexfuelauto) tai muutoksia tavanomaiseen bensiiniautoon (ns. etanolimuunnos). Flexfuelautoja ei tällä hetkellä juuriakaan valmisteta Euroopassa eikä niitä myydä Suomessa. Suomessa on kuitenkin vuodesta 2018 tuettu vanhan bensiiniauton muuttamista etanolikäyttöiseksi ns. konversiotuen kautta. Etanolimuunnoksia tuetaan myös eräissä muissa Euroopan maissa, kuten Ruotsissa ja Ranskassa.

E85-polttoaineen hinta on varsin kilpailukykyinen bensiinin hinnan kanssa. Polttoaine maksaa pumpulla noin euron/litra (sis. ALV:n). Etanolin kohdalla on kuitenkin huomiotava se, että polttoainetta kuluu pienemmän energiasisällön vuoksi selvästi enemmän kuin bensiiniä vastaavalla matkalla.

Vuoden 2020 alussa Suomessa oli yhteensä noin 140 E85-polttoainetta tarjoavaa asemaa ja noin 50 uusiutuvaa dieseliä sellaisenaan tarjoavaa asemaa. Kaiken kaikkiaan Suomessa on noin 1 800 kappaletta polttoaineen jakeluasemia eli korkeaseosbiopolttoaineiden jakelun voi vielä sanoa olevan melko rajallista.

Lisäksi etanolista voidaan valmistaa RED95-polttoainetta (etanolipitoisuus 95 prosenttia), jota voidaan käyttää etanolidieselmootoreissa, joita valmistaa tällä hetkellä ainoastaan Scania. Suomessa RED95-polttoainetta valmistaa St1.

## Haasteet ja mahdollisuudet 2030

Biopolttoaineiden käytön lisäämisellä voidaan saavuttaa huomattavia päästövähennyksiä liikenteessä sekä lyhyellä että pitemmällä aikavälillä. Erityisesti korvaamalla fossiilisia polttoaineita (drop-in) saadaan erittäin nopeita ja kustannuksiltaan varmempia päästövähennyksiä. Kehitteillä olevat sähköpolttoaineet eivät ehdi suurissa määrin lähitulevaisuuteen, ja hintakin on epävarma. Myös jatkossa biopolttoaineet tuovat osansa päästövähennyksistä. Liikenteen kasvihuonekaasupäästöjen perusennusteissa on arvioitu, että biopolttoaineilla aikaansaatava lisäpäästövähennys vuonna 2030 on noin 1,8 miljoonaa tonnia<sup>18</sup>.

Keskeisimpiä tunnistettuja haasteita biopolttoaineiden laajamittaiselle käytölle on kestävien raaka-aineiden rajallinen saatavuus. Jätteitä ja tähteitä on maailmalla saatavilla vain rajallinen määrä, ja ne on hyvä hyödyntää kustannustehokkaasti. Metsäpohjaisiin raaka-aineisiin liittyy merkittävä riski metsien hiilinielun pienenemisestä. Nielun pieneneminen riippuu siitä, kuinka paljon ja mitä puuta bioenergiaksi korjataan. Hiilinielujen pieneneminen LULUCF-sektorilla katsotaan EU-lainsäädännössä lisäpäästöksi,

---

<sup>18</sup> Tämä edellyttäen, että biopolttoaineiden kansainväliset laskentasäännöt pysyvät samoina kuin nyt (eli että biopolttoaineet lasketaan liikenteessä nollapäästöisiksi).

joka on katettava taakanjakosektorilla tehtävillä lisäpäästövähennyksillä. Käytännössä siis voidaan joutua tilanteeseen, jossa liikenteen kasvava biopolttoaineiden käyttö johtaa liikenteen kasvavaan päästövähennystavoitteeseen.<sup>19</sup> Lisäksi on huomioitava biopolttoaineiden tuotantoon liittyvät epäsuorat maankäytön muutokset ja niihin liittyvät kasvihuonekaasupäästöt, joita voi syntyä silloin, jos uusia biopolttoaineiden raaka-aineiden tuotantoalueita perustetaan esimerkiksi savanni- tai sademetsiin.

Biopolttoaineiden tuotannon lisäys voi vaikuttaa haitallisesti myös biodiversiteettiin meillä ja muualla. Vaikutukset riippuvat voimakkaasti biopolttoaineiden tuotantoon kytkeytyvistä maankäyttövaikutuksista. Lisääntyvä energiapuun korjuu vähentää metsien lahopuumäärää ja voi aiheuttaa merkittäviä muutoksia metsälajistossa, erityisesti, jos korjuu kohdistuu järeään kuolleeseen puuhun.<sup>20</sup>

Biopolttoaineiden käytön negatiivisten ilmasto- ja ympäristövaikutusten riski on olemassa jo vuoden 2030 biopolttoainemäärillä riippuen siitä, mitä raaka-aineita käytetään. Riskit kasvavat entisestään, jos biopolttoainemääriä kasvatetaan vuoteen 2045 mennessä. Biopolttoaineiden tuotannossa tulee siksi maksimaalisesti hyödyntää kaikenlaiset yhdyskunnan ja maatalouden jätteet ja muut vastaavat raaka-aineet. Biomassan käyttöä biojalostamalla voidaan myös tehostaa esimerkiksi hyödyntämällä prosessissa vetyä. Rajallisten biomassojen käyttöä tulisi ohjata nimenomaan niihin käyttökohteisiin, joissa siirtyminen sähköön tai muihin päästöttömiin lähteisiin ei jostain syystä ole mahdollista.

Toinen keskeinen haaste biopolttoaineiden käytössä on niiden fossiilisia polttoaineita usein kalliimpi hinta. Yleisesti ottaen uusiutuvan dieselin markkinassa on tällä hetkellä niukkuutta ja hintoihin kohdistuu merkittävää nousupainetta. Kysyntää on jo nyt enemmän kuin tarjontaa. Jo tällä hetkellä noin 40 % uusiutuvan dieselin kansainvälisestä tuotannosta ohjautuu Suomeen, Ruotsiin ja Norjaan. Vuonna 2030 jopa 55–60 % globaalista uusiutuvan dieselin tuotannosta odotetaan ohjautuvan Pohjoismaihin. Riskinä on se, että jos muut maat keskittyvät liikenteen ilmastotoimissa mahdollisesti edullisempiin käyttövoimiin kuten esimerkiksi sähköön, Suomi ja muut Pohjoismaat voisivat joutua epäedulliseen kilpailutilanteeseen yhteisillä sisämarkkinoilla.

VTT:n vuonna 2017 tekemän arvion mukaan 100 % fossiilisen ja 100 % uusiutuvan dieselin hintaero olisi noin 0,14 – 0,33 euroa/litra<sup>21</sup>. Arvion pohjana on käytetty fossiilisen dieselin jalostamohintaa 500 euroa/t<sup>22</sup> ja uusiutuvan dieselin hintaa 1000-1200

<sup>19</sup> Suomen ympäristökeskuksen lausunto 11.2.2020 ja Ilmatieteenlaitoksen lausunto 19.2.2020.

<sup>20</sup> Soimakallio ym. 2009

<sup>21</sup> Vuoden 2015 verotaso.

<sup>22</sup> Vastaa raakaöljyn hintaa noin 60 USD/bbl.

euroa/t. Vuonna 2030 jakeluelvoitteen ollessa 30 prosenttia, uusiutuvan dieselin osuus kaikesta dieselpolttoaineesta nousisi VTT:n arvion mukaan noin 39 prosenttiin<sup>23</sup>, ja myytävän dieselin hinta nousisi jakeluasemilla 4-9,7 senttiä/litra (3-7 prosenttia). Yhteensä 30 prosentin jakeluelvoite merkitsisi siten VTT:n laskelmien mukaan 96–227 miljoonan euron lisäkustannusta dieselpolttoaineen käyttäjille.<sup>24</sup>

Myös suunnittelu- ja konsultointiyhtiö Pöyry (nyk. Afry) ja VATT ovat arvioineet biopolttoaineiden jakeluelvoitteesta aiheutuvia kustannuksia liikenteessä<sup>25</sup>. Selvityksen mukaan kehittyneiden biopolttoaineiden hinnat nousisivat koko Euroopassa tarjonnan niukkuudesta johtuen dieselpolttoaineille noin 1 800 EUR/t tasolle ja kehittyneen etanolin kohdalla 1 100 EUR/t tasolle vuonna 2030 eli jonkin verran korkeammalle tasolle kuin edellä mainitussa VTT:n arviossa. Afryn ja VATT:in selvityksen mukaan dieselin kuluttajahinta nousisi tässä tapauksessa noin 7 senttiä/l, eli noin 5 prosenttia, vuonna 2030 verrattuna polttoaineiden hinnankehityksen arvioituun perusuraan. Paineita biopolttoaineiden saatavuuteen ja hintoihin luo myös lentoliikenteen mahdollinen biopolttoaineiden jakeluelvoite vuonna 2030 ja sen jälkeen.

Biopolttoaineista aiheutuvaa hinnannousua voitaisiin mahdollisesti kompensoida esimerkiksi yrityksille, jotka toimittavat tuotteita EU:n sisämarkkinoille, ja jotka eivät kilpailukykyisistä johtuen välttämättä voi siirtää kasvavia kuljetuskustannuksia suoraan tuotteiden hintoihin. Mahdollisilla kompensatioilla ei kuitenkaan saisi olla negatiivista vaikutusta liikenteen energiatehokkuuden parantumiseen.

Yleisesti ottaen arviot biopolttoainetavoitteiden saavuttamisen kustannuksista vaihtelevat laajasti ja niiden arvioidaan olevan pidemmällä aikavälillä useita miljardeja euroja yhteiskunnalle, vuodessa jopa miljardi euroa mm. biopolttoaineiden fossiilista polttoainetta korkeamman hinnan, investointien ja mahdollisten tukien vuoksi<sup>26</sup>. Eräiden arvioiden mukaan liikenteen hiilitonnin vähentämisen kustannukset biopolttoaineilla vaihtelevat tällä hetkellä 100–300 euron välillä<sup>27</sup>. On myös arvioitu, että vuoteen 2030 mennessä tavoitellun kotimaisen biopolttoainetuotannon investointikustannukset

<sup>23</sup> Koska bensiiniin ei saa sekoittaa etanolia yli 10:tä tilavuusprosenttia, kasvava biopolttoaineosuus on jatkossa lisättävä pääosin dieseliin.

<sup>24</sup> VTT:n tutkimus Tieliikenteen 40 % hiilidioksidipäästöjen vähentäminen vuoteen 2030: Käyttövoimavaihtoehdot ja niiden kansantaloudelliset vaikutukset.

<sup>25</sup> Biopolttoaineiden kustannustehokkaat toteutuspolut vuoteen 2030, <https://tietokayttoon.fi/julkaisu/raportti?pubid=URN:ISBN:978-952-287-614-0>

<sup>26</sup> Ks. esim. St1:n alustus biopolttoaineiden saatavuudesta ja hinnasta, [https://api.hankeikuna.fi/asiakirjat/d99a3ae3-b7f9-49df-afd2-c8f2efd3dc1d/e22538d8-1a27-4d35-b572-e02c57a4d174/MUISTIO\\_20200211074327.pdf](https://api.hankeikuna.fi/asiakirjat/d99a3ae3-b7f9-49df-afd2-c8f2efd3dc1d/e22538d8-1a27-4d35-b572-e02c57a4d174/MUISTIO_20200211074327.pdf)

<sup>27</sup> Taustaraportti kansalliselle energia- ja ilmastostrategialle vuoteen 2030 1.2.2017 (päivitetty 2.2.2017); Roland Berger, Integrated Fuels and Vehicles Roadmap to 2030+; St1 Nordic Oy:n arviot



olisivat noin 1,5 miljardia euroa<sup>28</sup>. Biopolttoaineiden käytön lisäämisen nettovaikutuksen työllisyyteen ei odoteta olevan merkittävä. Tämä johtuu siitä, että työpaikkojen määrä lisääntyisi biopolttoaineiden tuotannossa ja toimitusketjussa, mutta vähenisi muilla sektoreilla<sup>29</sup>.

## Haasteet ja mahdollisuudet 2045

Keskeisin ohjauskeino biopolttoaineiden käytön edistämiseksi myös vuoden 2030 jälkeen voisi olla jakeluvuoritelaki. Nestemäisten polttoaineiden jakeluvuorituksen korottaminen yli 30 %:iin aiheuttaisi kuitenkin todennäköisesti hinnannousua, jolla voisi olla haitallisia vaikutuksia Suomen vientiteollisuudelle, jonka tuotteiden hinnoissa liikennepolttoaineiden hinnannousu mahdollisesti näkyisi.

Myös synteettiset polttoaineet voisivat olla pidemmällä aikavälillä mahdollinen keino liikenteen kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseen. Synteettisten polttoaineiden ja niihin liittyvien teknologioiden kehitys vaikuttaa lupaavalta, mutta aikataulua ja synteettisten polttoaineiden tulevaa hintaa on tässä vaiheessa haastavaa arvioida. Lisäksi synteettisten polttoaineiden ympäristöedut eivät ole yksiselitteisiä, sillä niiden valmistaminen on energiaintensiivistä ja vaatii siten suuren määrän puhdasta sähköä. EU-tasolla ei ole vielä lainsäädäntöön täsmennetty määritelmiä eikä päästökertoimia synteettisten polttoaineiden elinkaaripäästöjen laskemiseksi.

## Jatkovalmistelussa huomioitavaa / työryhmän suositukset:

Tavoitteet:

- Korvataan fossiilisia polttoaineita liikenteessä vaihtoehtoisilla käyttövoimilla. Jotta liikenteen kasvihuonekaasupäästöt voidaan puolittaa vuoteen 2030 mennessä, fossiilisten polttoaineiden kulutus tulee puolittaa samassa ajassa.
- Fossiilisia polttoaineita voidaan liikenteessä korvata sähköllä, kaasumaisilla uusiutuvilla polttoaineilla kuten biokaasulla ja/tai kaasumaisilla synteettisillä polttoaineilla (sähköpolttoaineilla) sekä nestemäisillä uusiutuvilla polttoaineilla kuten biopolttoaineilla ja/tai nestemäisillä synteettisillä polttoaineilla.
- Fossiilisten polttoaineiden kulutuksen vähentäminen vähentää paitsi kasvihuonekaasupäästöjä, myös terveyshaittoja aiheuttavia pakokaasupäästöjä (mm. pienhiukaset, NOx, VOC, musta hiili).
- Öljypohjaisten polttoaineiden korvaaminen kotimaisilla vaihtoehdoilla parantaa myös Suomen vaihtotasetta ja luo työllisyyttä ja talouskasvua kotimaassa.

<sup>28</sup> Valtioneuvoston selonteko kansallisesta energia- ja ilmastostrategiasta vuoteen 2030.

<sup>29</sup> Metsäbiomassan kustannustehokas käyttö, Valtioneuvoston selvitys ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 23/2017.

Toimet:

- Keskeisin ohjauskeino uusiutuvien polttoaineiden osuuden kasvattamiseksi liikenteessä vuoteen 2030 mennessä on jakeluelvoitelaki.
- Jakeluelvoitelaki koskee tällä hetkellä ainoastaan nestemäisiä biopolttoaineita, joiden laajamittaiseen käyttöön liittyy monenlaisia haasteita saatavuuden, hinnan ja raaka-aineiden kestävyuden näkökulmasta. Siksi tarvitaan myös muita uusiutuvia polttoaineita, kuten biokaasua ja sähköpolttoaineita.
- Kotimaan tieliikenne kuluttaa tällä hetkellä energiaa noin 45-46 TWh vuodessa. Jos energiankulutus vuonna 2030 olisi samalla tasolla, 30 prosentin jakeluelvoite tarkoittaisi noin 13–14 TWh vastaavaa määrää biopolttoaineita liikenteessä vuonna 2030. Sama 30 % on huomattavasti helpommin katettavissa uusiutuvilla polttoaineilla, jos liikenteen energiatehokkuutta samalla parannetaan. Energiatehokkuuteen ja sitä kautta liikenteessä tarvittavaan biopolttoaineen määrään vaikuttavat vahvasti sekä liikennesuorite että liikenteessä olevien sähköautojen määrä.
- Liikenteen energiankulutusta tulee vähentää liikenteen energiatehokkuutta parantamalla ja/tai suoritteiden kasvua hidastamalla yli kolmanneksella vuoteen 2045 mennessä. Silloin vuoden 2030 uusiutuvien nestemäisten polttoaineiden määrä yhdessä sähkön ja uusiutuvien kaasumaisten polttoaineiden käytön kanssa riittäisi kattamaan liikenteen koko energiatarpeen.
- Jakeluelvoitelain soveltamisalaa tulee laajentaa kattamaan myös biokaasun ja synteettisten eli sähköpolttoaineiden käyttö liikenteessä. Sähkön sisällyttäminen jakeluelvoitelakiin ei sen sijaan vaikuta tarkoituksenmukaiselta ratkaisulta.
- Kun uusia polttoaineita sisällytetään jakeluelvoitteeseen, on samalla huolehdittava siitä, että nämä polttoaineet eivät korvaa velvoitteessa jo olevia uusiutuvia polttoaineita, vaan fossiilisia polttoaineita.
- Kestävästi tuotettujen biopolttoaineiden, biokaasun ja/tai synteettisten polttoaineiden tuotantoa tulee ainakin vielä 2020-luvulla tukea. Pidemmällä aikavälillä lainsäädäntökehikon tulee olla sellainen, että vaihtoehtoisten polttoaineiden kilpailukyky olisi tasolla, jossa niiden määrä nousee markkinaehtoisesti.
- Biopolttoaineiden hinnannousua jakeluelvoitteen kiristymisen myötä voidaan lieventää esimerkiksi polttoaineverotuksen painotuksia (energiasisältö/hiiidioksidivero) muuttamalla tai muilla autoilijoiden, kuljetusyritysten ja julkisten liikennöitsijöiden vähäpäästöisyyskannustumilla.

### 2.2.1.2 Maakaasu, biokaasu ja muut kaasumaiset polttoaineet

Fossiilisia öljypohjaisia polttoaineita voidaan tieliikenteessä korvata myös metaanilla. Metaani voi olla alkuperältään fossiilista *maakaasua*, uusiutuvaa *biokaasua* tai uusiutuvaa *synteettistä kaasua*. Maakaasun hiilidioksidipäästöt liikenteessä ovat samaa luokkaa kuin dieselin, mutta noin neljänneksen pienemmät kuin bensiinin. Biokaasulla ja synteettisellä uusiutuvalla kaasulla voidaan saavuttaa vielä suurempia päästövähennyksiä, jos tarkastellaan polttoaineen koko elinkaarta, biokaasulla jopa yli 100 %, <sup>30</sup>.

Biokaasua on mahdollista tuottaa useista eri raaka-aineista mikrobiologisesti mädättämällä. Raaka-aineiksi sopivat esimerkiksi erilaiset biohajoavat jätteet, jätevedet, lietteet ja lannat, mutta myös erilaiset pelto- ja metsäbiomassat. Energian lisäksi biomassat sisältävät myös merkittäviä määriä typpeä, fosforia ja orgaanista ainesta, joiden hyödyntäminen lannoitteina ja maanparannuksessa on oleellinen osa biokaasun tuotanto- ja käyttökokonaisuutta.

Metaania voidaan valmistaa myös edellisessä luvussa 5.1.1 kuvatun ns. Power-to-x-prosessin kautta (Power-to-Gas, P2G, uusiutuva synteettinen kaasu).

Tammikuussa 2020 valmistuneessa biokaasutyöryhmän loppuraportissa <sup>31</sup> on arvioitu, että biokaasun tuotantoon soveltuvien raaka-aineiden energiapotentiaali Suomessa olisi vuosittain noin 16 TWh. Työryhmän arvion mukaan kaikki tuotantoon sopivat biomassat eivät todennäköisesti kuitenkaan päätyisi tuotantoon, jolloin teknistaloudellinen tuotantopotentiaali olisi tätä jonkin verran pienempi, noin 10 TWh. Samaan tuotantopotentiaaliin on päädytty useissa muissakin selvityksissä. Biokaasuala on arvioinut, että vuonna 2030 biokaasun tuotanto voisi olla 4 TWh. ILMO45-loppuraportissa biokaasun tuotantopotentiaaliksi ja saatavuudeksi liikennekäyttöön on arvioitu noin 2,5 TWh vuonna 2030 ja 10 TWh vuonna 2045 <sup>32</sup>. Kaiken biokaasutuotantoon sopivan raaka-aineen käyttöön saaminen vaatisi toiminnan tuottavuuden merkittävää parantamista ja toimintaympäristön näkymien selkeytymistä.

---

<sup>30</sup> Biokaasun talteenotto eri lähteistä kuten kaatopaikoilta, lantaloista tms. voi myös vähentää ilmakehään karkaavan metaanin määrää lähtöpaikassa, jolloin biokaasun päästövähennykseksi liikenteessä voidaan laskea paitsi liikenteessä korvattu fossiilinen polttoaine, myös ilmakehään pääsemättä jäänyt metaani.

<sup>31</sup> Biokaasuohjelmaa valmistelevan työryhmän loppuraportti; Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisu 2020:3, <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/162032>

<sup>32</sup> Toimenpideohjelma hiilettömään liikenteeseen 2045 - Liikenteen ilmastopoliitikan työryhmän loppuraportti, <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/161210>

Erityisesti maakaasun, mutta myös biokaasun hinta liikenteessä on tällä erää hyvin kilpailukykyinen bensiinin ja dieselin hintaan nähden. Maakaasun vertailuhinta oli huh- tikuussa 2020 noin 0,76 €/l (sis. ALV:n) ja biokaasun 0,95 €/l (sis. ALV:n)<sup>33</sup>. Eräänä vaikuttavana tekijänä kaasun edulliseen pumppuhintaan on se, että liikenteessä käy- tettävä maakaasu verotetaan lämmityspolttoaineen verotasolla ja biokaasu on tois- taiseksi verotonta. Toisaalta kaasukäyttöisiltä henkilöautoilta kannetaan käyttövoima- veroa ja raskaassa kalustossa myös hankintahinnat ovat tavanomaista dieseltekno- logiaa korkeammat. Kaasuauton auto- ja ajoneuvovero määräytyvät EU-lainsäädännön mukaisen CO<sub>2</sub>-ominaispäästön perusteella, missä hiilidioksidiarvo perustuu biokaasun sijasta maakaasuun ajoneuvon käyttövoimana. Kaasun hintaan kohdistuu lähiaikoina myös merkittäviä muutospaineita (ks. kohta ”Haasteet ja mahdollisuudet 2030” alem- pana).

Käyttötarkoituksesta riippuen kaasu tankataan ajoneuvoon joko paineistettuna tai nes- teytettynä. Henkilö-, jakelu-, jäte- ja kaupunkilinja-autoissa kaasu varastoidaan tyypilli- sesti paineistettuna kaasuna (paineistettu maakaasu CNG tai paineistettu biokaasu CBG), raskaammissa pitkän matkan ajoneuvoissa nesteytettynä (nesteytetty maa- kaasu LNG tai nesteytetty biokaasu LBG). Nesteytettynä energiatiheys kasvaa siten, että samaan tilavuuteen saadaan noin kolminkertainen määrä energiaa paineistettuun kaasuun verrattuna ja näin mahdollistetaan ajoneuvon pidempi toimintamatka.

LNG:n käyttö raskaassa maantieliikenteessä kehittyy parhaillaan nopeasti koko EU:ssa. Kalustoa on kaupallisesti saatavilla useilta eri valmistajilta (esim. Volvo, Sca- nia, Iveco) ja kaluston tekninen kehitys on kiihtynyt huomattavasti viimeisten vuosien aikana (mm. energiatehokkuus, moottoriteholuokat jne.). Raskaan kaluston hankinta- hintojen oletetaan laskevan LNG-käyttöisten ajoneuvojen yleistyessä ja tuotantomää- rien kasvaessa.

Henkilöautot ja pienemmät hyötyajoneuvot ovat kaksoispolttoainejärjestelmällä varus- tettuja autoja (”bi-fuel” -autoja), eli ne toimivat kaasun lisäksi tarvittaessa myös bensii- nillä. Tyypillinen bensiinitankin koko on noin 10 litraa. Myös raskaan kaluston puolella markkinoille on tullut ”dual-fuel” tekniikkaa edustavia ajoneuvoja, joissa pääpolttoi- neena toimii maa/biokaasu ja sytytyspolttoaineena dieselöljy. Teknisestä ratkaisusta riippuen ajoneuvo voi tarvittaessa toimia pelkästään dieselöljyllä. Vaihtoehtoinen polt- toaine kaasujoneuvossa voi tulevaisuudessa olla myös uusiutuvaa dieseliä, etanolia tms. Kaasuautoteknologia ei nykyisellään poikkea käyttöominaisuuksiltaan tai huolto- tarpeeltaan muiden polttomoottoriautojen (eli bensiini- ja dieselautojen) teknologiasta.

---

<sup>33</sup> Kaasuhenkilöauto kuluttaa kaasua noin 7-8 l/100 km.

Kaasumaisten polttoaineiden kuten metaanin lisääntyvä liikennekäyttö vaatii paitsi ajoneuvokannan, myös maa- ja biokaasun jakeluinfrastruktuurin reipasta kasvua. On tärkeää, että liikennekaasun kysyntä ja tarjonta kasvavat rinnakkain. Esimerkiksi LNG:n käyttöä vauhdittaa osin myös laivaliikenteen kysyntä, mikä myötävaikuttaa nesteytetyn kaasun jakeluinfrastruktuurin kehittymistä ja näin tarjonnan lisäämistä. LBG on suoraan otettavissa käyttöön LNG:n infrastruktuurin kautta. Suomessa oli vuoden 2020 alussa noin 50 paineistetun kaasun tankkausasemaa. Nesteytetyn kaasun jakeluasemia oli yhteensä 7 kappaletta. Verrattuna perinteisten öljypohjaisten polttoaineiden jakeluinfraan asemia on vähän eikä kaasun käyttö vielä ole mahdollista kaikkialla Suomessa. Tilanne saattaa muuttua, jos biokaasu lähivuosina sisällytetään osaksi jakeluelvoitelakia.

Etelä-Suomessa sijaitsevat paineistetun kaasun jakeluasemat on pääosin liitetty maa-kaasuverkkoon. Useimmilta Suomen kaasun tankkausasemilta voi tankata joko maa-kaasua tai biokaasua, mutta eräiltä kaasuverkkoon kuulumattomilta asemilta voi tankata ainoastaan biokaasua. Biokaasun osuus kaikesta kaasuautoihin tankatusta kaasusta oli Suomessa vuonna 2019 noin 58 %<sup>34</sup>. Julkisten tankkausasemien lisäksi käytössä on joitakin yksityisiä tai puolijulkisia kaasun tankkauslaitteistoja joko maa-kaasuverkkoon kytkettynä tai biokaasulaitoksen yhteydessä.

## Haasteet ja mahdollisuudet 2030

Suomessa on arvioitu, että biokaasua voitaisiin saada liikennekäyttöön vuonna 2030 noin 2,5 TWh energiaa vastaava määrä<sup>35</sup>. Tämä tarkoittaisi yhteensä esimerkiksi noin 100 000 - 130 000 kaasukäyttöistä henkilöautoa ja noin 6000 kaasukäyttöistä bussia ja kuorma-autoa. Yhteensä biokaasun käytöllä voitaisiin saavuttaa noin 0,211 miljoonan tonnin päästövähennys vuonna 2030, jos biokaasua saataisiin liikenteeseen edellä mainittu määrä (2,5 TWh)<sup>36</sup>.

Biokaasualan kehityksen merkittävin hidaste 2020-luvulla on biokaasun tuotantolaitoshankkeiden heikko kannattavuus. Kannattavuuteen vaikuttavat etenkin korkea investointikustannus, käyttö- ja huoltokustannukset sekä lopputuotteiden (kaasu ja kierrätyslannoitteet) kysyntää liittyvät epävarmuudet ja markkinoiden kehittymättömyys.

---

<sup>34</sup> Tilastokeskuksen tietokanta liikenteen energiankulutuksesta, 4.9.2020, [http://pxnet2.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin\\_\\_ene\\_\\_ehk/statfin\\_ehk\\_pxt\\_011\\_fi.px/table/tableViewLayout1/](http://pxnet2.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin__ene__ehk/statfin_ehk_pxt_011_fi.px/table/tableViewLayout1/)

<sup>35</sup> Toimenpideohjelma hiilettömään liikenteeseen 2045 : Liikenteen ilmastopolitiikan työryhmän loppuraportti, <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/161210>.

<sup>36</sup> Esa Sipilä et al. 2020: Jakeluelvoitteen laajentaminen.

Mahdollisia ratkaisuja näihin haasteisiin on etsitty työ- ja elinkeinoministeriön biokaasuohjelmaa valmistelevassa työryhmässä, jonka loppuraportti julkistettiin tammi-kuussa 2020.<sup>37</sup>

Biokaasun tuotannon järjestäminen ja raaka-aineet vaikuttavat suoraan myös biokaasun markkinahintaan liikenteessä. Markkinahinnalla on suuri vaikutus yritysten ajoneuvohankintoihin, sillä suurin osa toimijoista painottaa ajoneuvohankinnoissaan elinkaarikustannuksia, jolloin tarkastelussa ovat sekä ajoneuvon hankinta- että käyttökustannukset. Biokaasun liikennekäytön lisäämiseksi näyttääkin siltä, että biokaasun tuotantoa tulisi ainakin alkuvaiheessa tukea, jotta tuotanto saataisiin kannattavaksi ja hinta polttoainemarkkinoilla kilpailukykyiseksi. Mallia tuotannon tuille voitaisiin hakea esimerkiksi Ruotsista (ns. lantakaasutuki, ks. erillinen muistio tästä) tai hyödyntää tuotannon tukemisessa hallitusohjelmassa mainittua ravinnekierrotukea.

Toinen keskeinen haaste biokaasun liikennekäytössä on vielä vaatimaton jakeluasemaverkosto. Tilanne saattaa kuitenkin nopeastikin muuttua, sillä Sanna Marinin hallitusohjelman mukaan biokaasu sisällytetään tällä hallituskaudella osaksi jakeluvelvoitelakia. Biokaasun sisällyttäminen jakeluvelvoitelakiin tuo biokaasua todennäköisesti saataville entistä useammalla jakeluasemalla, mikä puolestaan lisäänee biokaasun kysyntää koko maassa.

Biokaasun jakeluinfran rakentamista tuetaan tällä hetkellä noin 1,5 miljoonalla eurolla/vuosi<sup>38</sup>. Biokaasun sisällyttäminen jakeluvelvoitelakiin saattaa kuitenkin jatkossa estää tukien kohdentamisen biokaasun jakeluasemien rakentamiseen, jos rakentajana on sama taho, johon velvoite kohdentuu. Tässä tapauksessa tuen tarve biokaasun tuotantoon saattaisi ainakin alkuvaiheessa korostua entisestään.

Suomessa on myös arvioitu, että biokaasun sisällyttäminen jakeluvelvoitelakiin aiheuttaisi biokaasun verokohteluun muutoksen, joka nostaisi biokaasun hintaa. Biokaasun valmisteverottomuus on tähän asti ollut yksi keskeisimmistä liikennebiokaasun edistämiskeinoista. Biokaasuun liittyviä päätöksiä valmisteltaessa tulee pitää huolta siitä, että biokaasun käyttöä edistetään myös jatkossa verotuksen tarjoamin tai muilla keinoin. Tavoitteena tulee olla, että biokaasun hinta säilyisi edelleen kilpailukykyisenä verrattuna bensiinin ja dieselin hintoihin.

Kolmas keskeinen haaste biokaasun liikennekäytön edistämiseksi on kaasuautojärjestelmän kehittyminen. Kaasukäyttöisten ajoneuvojen tulevaisuus riippuu suuresti siitä, miten EU:n

---

<sup>37</sup> Biokaasuohjelmaa valmistelevan työryhmän loppuraportti, <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/162032>

<sup>38</sup> Energiaviraston nettisivut liikenteen infratuesta, ks. <https://energiavirasto.fi/liikenteen-infratuki>.

autovalmistajia koskevat CO<sub>2</sub>-raja-arvot jatkossa kehittyvät. Raja-arvot ohjaavat tällä erää kehitystä voimakkaasti kohti sähköä<sup>39</sup>. Siksi on olemassa riski, että kaasuautojen tarjonta tulee tulevaisuudessa jopa supistumaan monipuolistumisen sijaan.

Kaasuautojen tarjonnan kehittymiseen liittyy epävarmuutta erityisesti henkilö- ja pakettiautojen osalta. Suomeen tuodaan tällä hetkellä ainoastaan yhden autovalmistajakonsernin, Volkswagenin, kaasuautoja. Volkswagen on keväällä 2020 ilmoittanut, että se ei enää jatkossa satsaa kaasuautojen kehittämiseen. Uusia kaasukäyttöisiä henkilö- ja pakettiautoja on kuitenkin saatavilla normaaliin tapaan arviolta ainakin vuoteen 2025 asti. EU:n raja-arvolainsäädäntöä ollaan myös muuttamassa vuonna 2021 ja Suomi voi omalta osaltaan vaikuttaa tulevaan lainsäädäntöön. Kaasukäyttöiset henkilö- ja pakettiautot olisi kenties mahdollista huomioida muutoksen yhteydessä esimerkiksi asettamalla niiden valmistamiselle erityiset kiintiöt.

Raskaan kaluston puolella kaasukäyttöisten ajoneuvojen kehitystyö jatkuu ja uusia malleja ja merkkejä on tulossa markkinoille. Lyhyellä aikavälillä ei kuitenkaan ole saatavilla riittävän tehokkaita kaasumoottoreita kaikkein suurimpiin yhdistelmäajoneuvoihin, mikä asettaa rajoitteita kaasun käytölle polttoaineena raskaimmissa kuljetuksissa.

Kaasuautojen hankintoihin ei Suomessa tällä erää kohdennu suoria hankintatukia. Koska kaasuautojen hankintahinta ei juurikaan poikkea bensiini- tai dieselautojen hinnoista, suorille tuille ei henkilöautojen osalta ole välttämättä tarvettakaan. Raskaan kaluston osalta hankintatuki saattaisi olla kustannustehokas ja nopea tapa lisätä bio-kaasun liikennekäyttöä ja siten vähentää liikenteen kasvihuonekaasupäästöjä tilanteessa, jossa liikenteen kaasumarkkina on vasta alkuvaiheessa<sup>40</sup>.

Suomessa on vuoden 2018 alussa ollut käytössä kaasuautojen konversiotuki. Konversiotuen menekki on ollut hyvin heikko, yhteensä alle 250 muunnettua autoa vuosina 2018-2019, ja vaikutus päästöihin sitä kautta hyvin pieni. Konversiotuet voivat kuitenkin auttaa siirtymistä fossiilittomaan liikenteeseen, sillä ne tuovat vaihtoehtoiset käyttövoimat myös sellaisten kuluttajien ulottuville, joilla ei ole mahdollisuutta hankkia kokonaan uutta ajoneuvoa.

---

<sup>39</sup> Koska ominaispäästöjen (g/km) mittaus- ja ilmoittamistapa ei tällä erää huomioi käytetyn polttoaineen fossiilisuuksi tai uusiutuvuutta (päästöt mitataan pakoputken päästä, ”tank-to-wheels” eli TTW-päästöt, ei polttoaineen elinkaari-päästö, ”well-to-wheels” eli WTW-päästöt), kaasuautojen ilmoitetut päästöt vastaavat aina maakaasun (eivät biokaasun) päästömäärää, eivätkä kovin paljon auta autovalmistajaa pudottamaan valmistamiensa autojen keskimääräistä päästölukemaa.

<sup>40</sup> Ks. esim. liikenne- ja logistiikka-alan vähähiilitiekartta, [https://www.palta.fi/wp-content/uploads/2020/06/Tie-v%C3%A4h%C3%A4hiiliseen-liikenteeseen\\_Liikenteen-ja-logistiikan-tiekartta\\_Loppuraportti.pdf](https://www.palta.fi/wp-content/uploads/2020/06/Tie-v%C3%A4h%C3%A4hiiliseen-liikenteeseen_Liikenteen-ja-logistiikan-tiekartta_Loppuraportti.pdf) tai VTT:n arvio raskaan kaluston hankintatuista (2020), [https://api.hankeikkuna.fi/asiakirjat/d99a3ae3-b7f9-49df-afd2-c8f2efd3dc1d/56e975c6-981b-42af-8181-bf4876919e4f/KIRJE\\_20201006063145.PDF](https://api.hankeikkuna.fi/asiakirjat/d99a3ae3-b7f9-49df-afd2-c8f2efd3dc1d/56e975c6-981b-42af-8181-bf4876919e4f/KIRJE_20201006063145.PDF)

## Haasteet ja mahdollisuudet 2045

ILMO45-työssä arvioitiin, että biokaasua olisi pitkällä aikavälillä mahdollista saada liikennekäyttöön noin 10 TWh energiaa vastaava määrä. Tämä tarkoittaisi yhteensä esimerkiksi noin 250 000 kaasukäyttöistä henkilöautoa ja noin 22 000 kaasukäyttöistä bussia ja kuorma-autoa vuonna 2045.

On mahdollista, että biokaasun käyttöä tulisi jatkossa ohjata entistä vahvemmin nimenomaan raskaaseen kalustoon. Henkilöautopuolella kehitys näyttäisi kulkevan hyvin vahvasti kohti sähköä, mutta raskaassa kalustossa sähköistäminen ei aina ole edes mahdollista. Pitkällä aikavälillä olisi arvioitava myös biokaasun käyttömahdollisuuksia ja -tarvetta muissa liikennemuodoissa, erityisesti meriliikenteessä. Biokaasun käytön allokoinnille ei kuitenkaan vielä ole kiirettä, sillä henkilöautojen ja raskaiden ajoneuvojen kohdalla on löydettävissä synergioita esimerkiksi biokaasulaitos- ja jake-  
luinfrainvestointien jakamisen osalta. Nämä synergiat todennäköisesti vaikuttavat alueellisella tasolla kaasuinfran kehittymiseen myönteisellä tavalla.

Biokaasun osalta on myös huomattava, että biokaasu on laajempi energiapoliittinen kysymys, sillä biokaasun tuotannolla voidaan saada aikaiseksi päästövähennyksiä myös maataloudessa ja siten vaikuttaa taakanjakosektorin kokonaispäästökehitykseen. Biokaasun käytön lisääminen on perusteltua myös kiertotalouden ja erityisesti ravinteiden kierrättämisen näkökulmasta.

Pitemmällä aikavälillä haasteena on myös varmistaa biokaasun tuotannossa käytettävien jakeiden kestävyys, mikäli raaka-aineet poikkeavat nykyisestä tuotantoteknisen potentiaalin sisältämistä raaka-aineista.

### Jatkovalmistelussa huomioitavaa / työryhmän suositukset:

- Biokaasulla (ja mahdollisesti myös synteettisillä kaasuilla) on merkittävä rooli tieliikenteen päästövähennysten aikaansaamiseksi Suomessa sekä keskipitkällä että pitkällä aikavälillä.
- Biokaasun liikennekäyttöä tulee huomattavasti lisätä. Tavoitteena on, että liikenteeseen saataisiin noin 2,5 TWh vastaava määrä biokaasua vuonna 2030 ja jopa 10 TWh vuoteen 2045 mennessä.
- Kaasuautotavoitteita tulee vastaavasti tarkistaa ylöspäin. 2,5 TWh biokaasumäärällä vuonna 2030 voisi liikkua esimerkiksi noin 145 000 kaasukäyttöistä henkilö- ja pakettiautoa ja noin 6000 raskasta ajoneuvoa. Pitemmällä aikavälillä biokaasun käyttöä tulee lisätä erityisesti raskaan kaluston puolella.



- Henkilö- ja pakettiautojen osalta tulee huolehtia siitä, että kaasuautoja huomioitaisiin jatkossa myös EU:n autovalmistajia koskevassa raja-arvolainsäädännössä niin, että niiden tarjonta Euroopassa pysyisi vakaana. Jos raja-arvolainsäädäntöä ei uudisteta kaasuautojen tarjonnan takaavaan suuntaan, biokaasun käyttöä Suomessa tulee ohjata entistä enemmän raskaan kaluston käyttöön.
- Jakeluvetoilain uudistamisen yhteydessä tulee huolehtia siitä, että biokaasun hintakilpailukyky bensiiniin ja dieseliin nähden saadaan pysymään riittävän hyvällä tasolla.
- Biokaasun käytön edistäminen liikenteessä vaatii ohjauskeinoja sekä tuotantoon, kulutukseen että jakeluinfraan. Näitä ohjauskeinoja toimeenpannaan jo tällä hetkellä monella tavalla (ks. Biokaasuohjelmaa valmisteleavan työryhmän loppuraportti, luku 3). Biokaasuohjelman toimeenpanosuunnitelman toimenpiteitä tulee jatkaa.
- Kaasukäyttöisten henkilöautojen hinnat ovat jo nykyisellään kilpailukykyisiä diesel- ja bensiiniautojen hintoihin verrattuna. Siksi kaasukäyttöisten henkilöautojen hankintatuille ei ole välttämätöntä tarvetta. Sen sijaan kaasukäyttöisten kuorma-autojen yleistymistä voidaan edistää valmisteilla olevalla raskaan kaluston hankintatuella. Hankintatuen jatkamista myös vuoden 2021 jälkeen tulee harkita.
- Kaasuautojen konversiotuilla ei todennäköisesti ole juurikaan merkitystä liikenteen päästövähennyskeinona, mutta niiden myöntämistä voitaisiin mahdollisesti jatkaa eräänlaisena kompensatiokeinona, jonka kautta vähävaraiset taloudet voisivat välttää perinteisten polttoaineiden mahdollisen hinnannousun vaikutukset tulevaisuudessa.

### 2.2.1.3 Sähkö

Sähkön käyttö liikenteen käyttövoimana kasvaa vauhdilla sekä Suomessa että maailmanlaajuisesti. Kyseessä on yksi keskeisimmistä liikennettä ja liikennejärjestelmää muuttavista megatrendeistä. Sähköä voidaan tieliikenteessä hyödyntää sekä autoissa että autoa kevyemmissä liikennevälineissä kuten mopoissa, moottoripyörissä ja polkupyörissä. Sähköpyörillä ja muilla sähköisillä kaksi- ja kolmipyöräisillä voidaan korvata henkilöauton käyttöä lyhyillä ja lyhyehköillä matkoilla. Suurin päästövähennyspotentiaali sähkön osalta liittyy kuitenkin sähköautoihin, joilla voidaan korvata myös pidempiä matkoja.

Sähköautojen etuja ovat (sähköllä ajettaessa<sup>41</sup>) energiankäytön hyvä hyötysuhde, ajonaikainen päästöttömyys ja alhainen melutaso. Ihanteellisissa olosuhteissa (alhaisilla nopeuksilla ajettaessa) akkusähköauton hyötysuhde on jopa 70 %, kun polttomoottoriauton luku parhaimmillaankin on alle 25 %. Sähköautoilla on siis merkittävä rooli paitsi liikenteen päästöjen, myös liikenteen energiankulutuksen pienentämisessä.

---

<sup>41</sup> Sähköautoiksi katsotaan täyssähköautojen lisäksi myös ladattavat hybridit.

Sähköauton päästöt eri maissa riippuvat voimakkaasti ajossa käytetyn sähkön tuotantotavasta. Maissa, joissa sähköntuotantoon käytetään paljon hiiltä, sähköauton elinkaaripäästöt voivat nousta polttomoottoriautoa korkeammaksi, mutta maissa, joissa sähköä tuotetaan pääosin uusiutuvilla energialähteillä tai ydinvoimalla, sähköauton elinkaaripäästöt ovat lähes 90 % pienemmät kuin vastaavan fossiilista polttoainetta käyttävän polttomoottoriauton <sup>42</sup>

Suomen sähköntuotannon CO<sub>2</sub>-päästöt ovat puolittuneet 10 vuodessa ja ovat jo nykyisellään varsin matalat (noin 90-100 g/kWh<sup>43</sup>). Päästökaupan ja muiden toimien kuten kivihiielen käyttökiellon ohjaamana päästöt tulevat edelleen pienemään, ja vuonna 2050 niiden arvioidaan olevan enää noin 40 g/kWh. <sup>44</sup>Täyssähköautolla ajamisen laskennalliset päästöt Suomessa ovat sähköntuotannon tämän hetkiselällä keskimääräisellä päästöllä laskettuna noin 15-20 g/km.<sup>45</sup> Uusien ensirekisteröityjen bensiini- ja dieselautojen päästöt Suomessa ovat tällä hetkellä noin 167-181 g/km (TTW-päästöt 139,3 g/km + polttoaineen tuotannon päästöt noin 28-42 g/km)<sup>46</sup>

Sähkön riittävyys ei tule Suomessa aiheuttamaan rajoitteita sähköautojen yleistymiselle. Suomessa tavoitteeksi asetettu sähköautomäärä, 250 000 sähköautoa vuonna 2030, kuluttaisi sähköä alle 1 TWh verran, ja vastaisi noin 1 prosentin lisäystä sähkön kulutuksessa vuodessa. Suomen koko henkilöautokannan sähköistäminen lisäisi sähköenergian kokonaiskulutusta arviolta 9-10 TWh, joka vastaisi noin 10 prosentin sähkönkulutuksen lisäystä. Liikenteen sähköistäminen vähentäisi kuitenkin samalla liikenteen kokonaisenergiankulutusta merkittävästi.

Sähkön hyödyntäminen liikenteen käyttövoimana ei aiheuta merkittäviä tarpeita lisätä sähköntuotannon kapasiteettia, mikäli sähköautojen lataaminen ajoitetaan pääsääntöisesti sähkön kulutuksen hiljaisempiin aikoihin (lataus erityisesti öisin).<sup>47</sup> Sähköauto-

<sup>42</sup> IEA (2018): Impact of different drivetrain options, fuels and vehicle use on GHG emissions of cars, [http://www.ieahev.org/assets/1/7/IEA\\_HEV\\_TCP\\_Task\\_31\\_final\\_report\\_January\\_2018.pdf](http://www.ieahev.org/assets/1/7/IEA_HEV_TCP_Task_31_final_report_January_2018.pdf).

<sup>43</sup> EU28-maiden keskiarvo v. 2016: 296 g/kWh (Lähde: EEA).

<sup>44</sup> Energiategollisuus ry/Tuukka Heikkilän alustus 26.3.2020 Fossiilittoman liikenteen tavaraliikenne-ryhmässä, [https://api.hankeikkuna.fi/asiakirjat/d99a3ae3-b7f9-49df-afd2-c8f2efd3dc1d/7c43e6aa-38a5-40f2-9785-1e8c720df4e1/MUISTIO\\_2020032710403](https://api.hankeikkuna.fi/asiakirjat/d99a3ae3-b7f9-49df-afd2-c8f2efd3dc1d/7c43e6aa-38a5-40f2-9785-1e8c720df4e1/MUISTIO_2020032710403)

<sup>45</sup> Suomen ilmastopaneelin Autokalkulaattori, <https://www.ilmastopaneeli.fi/autokalkulaattori/>

<sup>46</sup> Comparing the lifetime green house gas emissions of electric cars with the emissions of cars using gasoline or diesel (Eindhoven University of Technology), [https://www.dropbox.com/s/xblk4g7zeboa7v7/englisch\\_Studie%20EAuto%20versus%20Verbrenner\\_CO2.pdf?dl=0](https://www.dropbox.com/s/xblk4g7zeboa7v7/englisch_Studie%20EAuto%20versus%20Verbrenner_CO2.pdf?dl=0)

<sup>47</sup> Ks. esim. Sähköautojen tulevaisuus Suomessa. Sähköautot liikenne- ja ilmastopolitiikan näkökulmasta (2011), <https://www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/the-potential-impact-of-electric-vehicles-on-global-energy-systems> tai Tuukka Heikkilän esitys Autot sähköistyvät 20.3.2019, [https://www.sesko.fi/files/1088/4\\_autot\\_sahkoistyvat\\_SESKO\\_keitseminaari\\_2019\\_-\\_Tuukka\\_Heikkila.pdf](https://www.sesko.fi/files/1088/4_autot_sahkoistyvat_SESKO_keitseminaari_2019_-_Tuukka_Heikkila.pdf)

jen älykäs lataus tasaa sähkön kulutushuippuja ja tehostaa uusiutuvien energialähteiden käyttöä. Sähköautojen latausverkko on välttämätön osa modernia älykästä sähköjärjestelmää ja liittää sähköautojen akut vahvemmin osaksi sähköjärjestelmää.

Yli 90% sähköauton lataamisista Suomessa tehdään kotipihoissa ja työpaikoilla.<sup>48</sup> Suomessa on jo nyt olemassa varsin kattava sähköverkko ajoneuvojen pysäköintipaikoilla. Sähköä käytetään ajoneuvojen moottorien esilämmittämiseen kylminä vuodenaikoina, ja samaa sähköverkkoa voidaan tietyin varauksin tai muutoksin hyödyntää myös sähköautojen lataamisessa kiinteistöillä. Pääsääntöisesti kiinteistöissä käytettävä latausteho on 3,7 kW. Keskinopeassa latauksessa käytetään 11-22 kW tehoja ja tehollatauksessa tyypillisesti vähintään 50 kW. Teholatausnopeudet ovat kasvaneet nopeasti ja mahdollistavat parhaimmillaan jopa 200-300 km toimintamatkan lataamisen noin 15 minuutissa.

Myös julkinen latausinfra kehittyi Suomessa nopeasti. Suomessa oli syksyllä 2020 alan oman arvion mukaan yhteensä 1 109 julkista latauspaikkaa ja niissä 3 528 julkista peruslatauspistettä<sup>49</sup>. Julkisten peruslatauspisteiden suhde sähköautojen määrään oli syyskuun lopussa 1:11. Määrä jää hieman alle jakeluinfradirektiivin suosituksen (1:10).<sup>50</sup>

Julkisia pikalatauspaikkoja oli 237 kappaletta ja niissä julkisia pikalatauspisteitä 302 kpl. Julkisten pikalatauspaikkojen suhde täyssähköautojen määrään oli syyskuun lopussa 1:21. Määrä ylittää reilusti jakeluinfradirektiivin suosituksen (1:100).

Julkiset latauspaikat ja -pisteet eivät Suomessa jakaannu maantieteellisesti tasaisesti, vaan valtaosa niistä on rakentunut sinne, missä valtaosa autoistakin on tällä hetkellä. Noin puolet Suomen kaikista latauspaikoista sijaitsee pääkaupunkiseudun, Tampereen ja Turun alueilla. Latausverkossa on vielä merkittäviä aukkoja etenkin Koillis- ja Pohjois-Suomessa.

Sähköautojen hankintahinnat ovat vielä tällä hetkellä bensiini- ja dieselautoja korkeammat, mutta hintojen on arvioitu tulevan tavanomaisten autojen hintojen tasolle 2020-luvun puolivälin paikkeilla<sup>51</sup>. Sähköautojen huolto- ja käyttökustannukset ovat polttomoottoriautoja edullisemmat. Sähköauton muuttuviin kustannuksiin liittyy kuitenkin

---

<sup>48</sup> Motivan Sähköautojen latauspaikat -selvitys.

<sup>49</sup> Latauspaikalla tarkoitetaan tietyssä osoitteessa toimivaa sähköautojen latausmahdollisuutta. Samassa latauspaikassa voi olla useita latauspisteitä (=latauspistokkeita).

<sup>50</sup> [emobility.teknologiateollisuus.fi > sites > emobility > files > inline-files](https://emobility.teknologiateollisuus.fi/sites/emobility/files/inline-files)

<sup>51</sup> Ks. esim. Bloomberg New Energy Review: The Electric Vehicle Outlook 2020; Sitra: Cost-efficient emission reduction pathway to 2030 for Finland, 2019; VTT:n Gaselli-hankkeen loppuraportti (2019), <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/161364>.

kin kuluttajan näkökulmasta jonkin verran epävarmuuksia esimerkiksi akkujen käyttöön ja mahdollisen vaihtamisen tarpeen osalta. Tällä erää näyttäisi kuitenkin siltä, että akut kestävät käyttöä yhtä kauan kuin autokin, eli vaihtamisen tarvetta ei pääsääntöisesti olisi.

Sähköautolla ajaminen on varsin edullista osin siksi, että auton energiankulutus on pientä, osin taas siksi, että sähkö on käyttövoimana esimerkiksi bensiiniä ja dieseliä edullisempaa. Keskimäärin sähköautolla ajaminen maksaa noin 1-3 €/100 km, jos autoa ladataan kotona. Bensiiniautolla, joka kuluttaa 6 litraa/100 km, ajaminen maksaa vastaavalla matkalla noin 10 € ja dieselauto kuluttaessaan 5 litraa/100 km maksaisi vastaavasti noin 7 euroa.

Tuoreita arvioita sähköautojen (ja muiden vaihtoehtoisten käyttövoimien) elinkaarikustannuksista löytyy esimerkiksi Liikenne- ja viestintäviraston sivuilta<sup>52</sup> ja Ilmastopaneelin Autokalkulaattorista<sup>53</sup>.

## Haasteet ja mahdollisuudet 2030

Sähköautojen kysyntä ja myynti ovat viime vuosina kasvaneet Suomessa nopeasti. Jos sähköautojen myynnin kasvu säilyy samanlaisena kuin tähän mennessä, Suomessa asetettu 250 000 sähköauton tavoite<sup>54</sup> vuonna 2030 ylitetään reippaasti. On arvioitu, että Suomessa olisi jo nykyisillä ohjaukskeinoilla vuonna 2030 noin 350 000-370 000 sähköautoa. Nykyisillä myyntiosuuksilla valtaosa autoista olisi ladattavia hybridejä, täyssähköautojen osuuden ollessa 2030 noin 80 000-135 000 autoa.<sup>55</sup> Tämä on ongelmallinen kehityskulku liikenteen päästövähennysten näkökulmasta, sillä ladattavat hybridit eivät vähennä liikenteen päästöjä yhtä tehokkaasti kuin täyssähköautot.

Suomen sähköautotavoite alkaa siis nykykehityksen valossa näyttää varsin vaatimatomalta. Vuosina 2018-2019 Suomessa on valmistunut useita selvityksiä ja suunnitelmia, joissa on otettu kantaa vuoden 2030 sähköautotavoitteeseen. ILMO45-loppuraportissa arvioitiin, että Suomessa tulisi vuonna 2030 olla yhteensä 670 000 sähköautoa, jotta liikenteen kasvihuonekaasupäästöt voitaisiin kokonaan poistaa vuoteen

<sup>52</sup> VTT:n laskelma autoilun kustannuksista, <https://www.trafficom.fi/fi/ajavaihtoehtoa/vttn-laskelma-autoilun-kustannuksista>.

<sup>53</sup> Suomen ilmastopaneelin Autokalkulaattori, <https://www.trafficom.fi/fi/autokalkulaattori>.

<sup>54</sup> Kansallinen energia- ja ilmastostrategia (2016), Keskipitkän aikavälin ilmastosuunnitelma Kaisu (2017).

<sup>55</sup> VTT:n Gaselli-hankkeen loppuraportti (2019), <https://tietokayttoon.fi/julkaisut/raportti?pubid=URN:ISBN:978-952-287-631-7>; Autoalan perusennuste tulevaisuuden käyttövoimista (2019), [http://www.aut.fi/ymparisto/autoalan\\_tiekartta\\_tulevaisuuden\\_kayttovoimista](http://www.aut.fi/ymparisto/autoalan_tiekartta_tulevaisuuden_kayttovoimista)

2045 mennessä. Näistä noin 475 000 auton tulisi olla täyssähköautoja.<sup>56</sup> Autoalan vaihtoehtoisia käyttövoimia koskevassa tiekartassa arvioitiin, että sähköautomäärä vuonna 2030 voisi olla noin 580 000, jos käyttöön otettaisiin uusia tehokkaita ohjauskeinoja. Täyssähköautojen määrä olisi noin 230 000 kappaletta<sup>57</sup>. Sitran kustannustehokkaita päästövähennyspolkuja tarkastelleen selvityksen mukaan Suomessa voisi olla jopa 800 000 sähköautoa vuoteen 2030 mennessä<sup>58</sup>. Ilmastopaneeli arvioi, että sähköautoja tulisi vuonna 2030 olla vähintään 745 000 kappaletta, jotta tavoite hiili-neutraalista Suomesta saavutettaisiin vuonna 2035<sup>59</sup>.

Sähköautojen yleistymistä Suomessa rajoittavat toistaiseksi eräät tarjontaan liittyvät kysymykset. Kuten edellä kuvattiin, sähköautojen hankintahinta on vielä korkea verrattuna vastaaviin polttomoottoriautoihin. Autovalikoima on toistaiseksi melko suppea, ja esimerkiksi vetokoukkua tarvitsevilla autoilijoilla on valinnanvaraa melko vähän. Akkujen ja akkumineraalien rajalliset tuotantomäärät hidastavat kasvua ja venyttävät autojen toimitusaikoja asiakkaille<sup>60</sup>. Sähköautojen saatavuutta Suomen markkinoille heikentää tällä erää myös se, että autot ohjautuvat pitkälti sellaisiin maihin, joissa on Suomea suuremmat automarkkinat ja lisäksi vahvoja kannustimia sähköautojen ostamiseen.<sup>61</sup>

Sähköautojen tarjonta on kuitenkin lähivuosina nopeasti kasvamassa, ja markkinoille on vuoteen 2025 mennessä tulossa jopa 200 uutta sähköautomallia ja –merkkiä<sup>62</sup>. Myös täyssähköautojen hankintahintojen arvioidaan tulevan samalle tasolle vastaavien polttomoottoriautojen kanssa 2020-luvun puolivälin paikkeilla<sup>63</sup>. Suomessa on arvioitu, että tukitoimia erityisesti täyssähköautokannan kasvun vahvistamiseksi tullaan tarvitsemaan vielä siihen saakka, kunnes autojen hinnat tulevat polttomoottoriautojen

---

<sup>56</sup> Toimenpideohjelma hiilettömään liikenteeseen 2045 : Liikenteen ilmastopolitiikan työryhmän loppuraportti, <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/161210>

<sup>57</sup> Autoalan perusennuste tulevaisuuden käyttövoimista (2019), [http://www.aut.fi/ymparisto/autotalan\\_tiekartta\\_tulevaisuuden\\_kayttovoimista](http://www.aut.fi/ymparisto/autotalan_tiekartta_tulevaisuuden_kayttovoimista)

<sup>58</sup> Sitra: Cost-efficient emission reduction pathway to 2030 for Finland, 2019, <https://www.sitra.fi/julkaisut/kustannustehokas-paastovahennyspolku-vuoteen-2030-suomelle/>

<sup>59</sup> Suomen ilmastopaneelin tiedote 4.10.2019, <https://www.ilmastopaneeli.fi/tiedotteet/suomen-hiilineutraalustavoite-vuodelle-2035-on-mahdollinen-mutta-toimia-on-nopeutettava-ilmastopaneelilaski-suomelle-paastovahennyspolun/>

<sup>60</sup> Ks. esim. Aalto-yliopiston Pertti Kaurasen alustus Fossiilittoman liikenteen tavaraliikenneryhmässä 26.3.2020, [https://api.hankeikkuna.fi/asiakirjat/d99a3ae3-b7f9-49df-afd2-c8f2efd3dc1d/9268d972-1898-4855-ba8b-e6a502fff267/MUISTIO\\_20200327104727.pdf](https://api.hankeikkuna.fi/asiakirjat/d99a3ae3-b7f9-49df-afd2-c8f2efd3dc1d/9268d972-1898-4855-ba8b-e6a502fff267/MUISTIO_20200327104727.pdf)

<sup>61</sup> Gaselli-loppuraportti (2019), <https://tietokayttoon.fi/julkaisut/raportti?pubid=URN:ISBN:978-952-287-631-7>

<sup>62</sup> Gaselli-loppuraportti (2019), <https://tietokayttoon.fi/julkaisut/raportti?pubid=URN:ISBN:978-952-287-631-7>

<sup>63</sup> Gaselli-loppuraportti (2019), <https://tietokayttoon.fi/julkaisut/raportti?pubid=URN:ISBN:978-952-287-631-7>, IEA 2018.

hintojen tasolle<sup>64</sup>. Hankintatukiin liittyy kuitenkin paljon ristiriitaisia näkökulmia. Niitä on kritisoitu muun muassa sosiaalisen oikeudenmukaisuuden ja kustannustehokkuuden näkökulmasta.<sup>65</sup>

Sosiaalisen oikeudenmukaisuuden näkökulmasta kritiikin kärki on kohdistunut siihen, että sähköautojen hankintatuki kohdistuu muutenkin hyvin toimeentulleille ihmisille, sillä vähävaraisemmilla talouksilla ei yleensä ole mahdollisuutta ostaa tai vuokrata käyttöönsä uutta sähköautoa. Hankintatuet voivat kuitenkin lisätä ensirekisteröintejä ja sitä kautta edesauttaa myös käytettyjen sähköautojen markkinoiden syntymistä. Tämä toteutuisi erityisesti tilanteessa, jossa hankintatuet avattaisiin myös yritysten haettaviksi. Yritysautot päätyvät käytettyjen autojen markkinoille usein jo kolmen vuoden ikäisinä. Käytetyt sähköautot voisivat toimia apuna oikeudenmukaisessa siirtymässä vähähiiliseen liikenteeseen, sillä suurin osa Suomessa myydyistä autoista on käytettyjä autoja ja ostamalla käytetyn sähköauton, myös vähävaraisempi talous voisi välttää fossiilisiin polttoaineisiin mahdollisesti kohdistuvan hinnannousun.

Hankintatukien sosiaalisen oikeudenmukaisuuden näkökulmasta tulisi pohtia myös hankintatukien tulosidonnaisuutta tai porrastamista, sekä selvittää myös autohankintoihin liittyvän tiedollisen tuen ja ohjauksen mahdollisuutta<sup>66</sup>.

Tarjontaan liittyvien haasteiden lisäksi Suomessa tulisi jatkossa kiinnittää huomiota täyssähköautojen osuuden kasvattamiseen sähköautokannassa. Suomessa yli 80 % kaikista sähköautoista on ladattavia hybridejä. Ladattavien hybridien aikaansaamat päästövähennykset riippuvat suuresti auton käyttötavasta. Mikäli ladattavaa hybridiä ajetaan pääsääntöisesti polttoaineella eikä sähköllä, päästövähennys voi jäädä hyvin pieneksi tavanomaiseen polttomoottoriautoon verrattuna. Tällä hetkellä isoissa, arvokkaissa autoissa on ladattava hybridi halvempi kuin pelkkä polttomoottori laskennallisen ominaispäästön ollessa hybridille alhainen.

Kolmas keskeinen sähköautoihin liittyvä haaste on kotilatausinfra ja muun latausinfra kehittyminen. Kuten edellä todettiin, pääasiallinen tapa sähköautojen lataamiseksi

---

<sup>64</sup> Gaselli-loppuraportti (2019), <https://tietokayttoon.fi/julkaisut/raportti?pubid=URN:ISBN:978-952-287-631-7>

<sup>65</sup> Tukien kustannustehokkuudesta ks. esim. Xing et al. 2019, <https://www.nber.org/papers/w25771>.

<sup>66</sup> Suoran hankintahinnan lisäksi sähköauton hankkimispäätöstä viivyttävä tekijä on sähköauton vaikeahkosti hahmotettava omistuksen kokonaiskustannusten kustannusrakenne. On olemassa tutkimuksia ja laskelmia (mm. Trafín teettämä ”Ajamisen hinta”), joissa sähköautot on todettu kustannuksiltaan jo nyt tietyin edellytyksin kilpailukykyisiksi polttomoottoriautojen kanssa, kun tarkastellaan ajoneuvojen omistajan kokonaiskustannuksia. Kustannusrakenteessa sähköauton toistaiseksi korkeampaa hankintahintaa kompensoivat pienemmät käyttö- ja ylläpitokulut. Näiden arviointi on kuitenkin tavalliselle kuluttajalle haastavaa. (Gaselli 2019).

Suomessa on yön aikana auton säilytyspaikassa tapahtuva lataus (kotilataus tai joissain tapauksissa työpaikalla tapahtuva lataus). Tämän vuoksi olisi tärkeää, että jokaiselle täyssähköautolle löytyisi oma latauspisteensä kotoa tai työpaikalta, mikä korostaa myös taloyhtiöiden keskeistä roolia liikenteen sähköistymiskehityksessä. Laajamittainen kotilataus hiljaisen kulutuksen aikaan helpottaisi järjestelmän toimivuutta myös sähköntuotannon näkökulmasta.

Myös sähköautojen lataamiseen julkisilla latauspaikoilla liittyy vielä kehittämistarpeita. Kuten kotilataamisen, myös julkisen lataamisen tulisi olla kuluttajalle helppoa, ja maksuliikenteeseen ja sen oikeudenmukaisuuteen tulisi kiinnittää huomioita. Julkiseen lataukseen liittyy paljon eri termistöä ja tekniikkaa, joka ei aina ole kovinkaan helposti aukeavaa tuoreelle sähköauton käyttäjälle. Nykyiset latausverkot ovat hajaantuneet useisiin eri palveluihin, ja yhtenäistä näkymää koko Suomen kattavaan latausverkkoon tarjoavat lähinnä vapaaehtois pohjalta toimivat toimijat. Latauspalveluiden toimintavarmuudesta ja latauksen saatavuudesta esiintyy myös osittain aiheellisia epäilyksiä, etenkin liittyen pidempiin ajomatkoihin.<sup>67</sup>

Neljäs merkittävä haaste liikenteen sähköistymiskehitykselle liittyy sähköautojen akkuihin. Kasvava sähköautojen kysyntä aiheuttaa kasvavan tarpeen erilaisille akkuminaaleille ja valmiille akuille. Tämän päivän sähköautot toimivat litiumioniakuilla, joiden tärkeimpiin raaka-aineisiin kuuluvat mm. litium ja koboltti. On arvioitu, että sekä litiumia että kobolttia olisi riittävästi tarjolla sähköistyvän liikenteen tarpeisiin myös pidemmällä aikavälillä, mutta että kaivos- ja akkuteollisuuden pullonkaulat voivat aiheuttaa haastetta niiden saatavuudelle.<sup>68</sup> Kaivosteollisuudessa ratkaistavana haasteena globaalitasolla ovat myös erilaiset ympäristöön, tuotannon järjestämiseen ja työntekijöihin liittyvät kysymykset. Akkutuotannon mahdollisia ongelmia voidaan kuitenkin ratkoa esimerkiksi erilaisin kestävyyskriteerein, akkumetallien kierrätyksestä huolehtimalla tai kehittämällä kokonaan uusiin mineraaleihin pohjautuvia akkuratkaisuja (esimerkiksi suola-akut).

## Haasteet ja mahdollisuudet 2045

Pitkällä aikavälillä näyttää todennäköiseltä, että EU:n päästövähennystavoitteiden ja autovalmistajia koskevan lainsäädännön edelleen kiristyessä lähes koko henkilöauto-kanta sekä suuri osa kaupunkien linja-auto- ja jakeluliikenteestä sähköistyy. Tähän voidaan laskea mukaan myös vety-polttockennoautot, mikäli niiden käyttö liikenteessä

<sup>67</sup> Gaselli-loppuraportti (2019), <https://tietokayttoon.fi/julkaisut/raportti?pubid=URN:ISBN:978-952-287-631-7>

<sup>68</sup> Aalto-yliopisto/Pertti Kaurasen alustus Fossiilittoman liikenteen tavaraliikenneryhmässä 26.3.2020 [https://api.hankeikkuna.fi/asiakirjat/d99a3ae3-b7f9-49df-afd2-c8f2efd3dc1d/9268d972-1898-4855-ba8b-e6a502fff267/MUISTIO\\_20200327104727.pdf](https://api.hankeikkuna.fi/asiakirjat/d99a3ae3-b7f9-49df-afd2-c8f2efd3dc1d/9268d972-1898-4855-ba8b-e6a502fff267/MUISTIO_20200327104727.pdf)

yleistyy. ILMO45-työssä arvioitiin, että sähköllä hoidettaisiin vuonna 2045 noin 10 TWh energiaa vastaava määrä liikenteen koko energiantarpeesta<sup>69</sup>. Tämä tarkoittaisi esimerkiksi noin 2 miljoonaa sähkökäyttöistä henkilö- ja noin 160 000 sähkökäyttöistä pakettiautoa. Sähkökäyttöisiä linja-autoja olisi noin 8400 kappaletta eli lähes ¾ koko linja-autokannasta. Kunnianhimoisiin sähköautotavoitteisiin pääseminen vaatii kuitenkin lisätoimia jo 2020-luvulla, sillä autokanta uusiutuu Suomessa vain hitaasti.

Kuorma-autojen puolella sähköistyminen etenee hitaammin. Kaikkein raskainta kalustoa on hankalaa sähköistää pitkälläkään aikavälillä, ja akkujen valmistukseen liittyvien kestävyys- ja muiden haasteiden vuoksi on mahdollista, että akut olisi syytä varata pääasiallisesti kohteisiin, joissa sähköistäminen on helpompaa. Pitemmällä aikavälillä vety-polttokeino-ratkaisu voi olla hyvä vaihtoehto raskaan kaluston sähköistämiseksi. Lisäksi sähköä voitaisiin hyödyntää raskaassa kalustossa ainakin keskeisimmillä kuljetusreiteillä (esim. Helsinki-Turku, Helsinki-Tampere, Helsinki-Lahti) ns. sähkötieinfraan kautta<sup>70</sup>.

### Jatkovalmistelussa huomioitavaa / työryhmän suositukset:

- Sähköllä on erittäin merkittävä rooli tieliikenteen päästövähennysten aikaansäämiseksi Suomessa sekä keskipitkällä että erityisesti pitkällä aikavälillä. Jos kaikki Suomen henkilöautot siirtyisivät sähköön, sähköä tarvittaisiin noin 9-10 TWh. Tällä korvattaisiin noin 24 TWh fossiilisia polttoaineita liikenteessä.
- Jo olemassa olevien ohjauskeinojen, lähinnä EU-lainsäädännön, seurauksena sähköautokannan arvioidaan kasvavan Suomessa huomattavasti jo 2020-luvulla. Samanaikaisesti ajoneuvo- ja akkuteknologioiden tutkimus-, tuotekehitys- ja investointipanostukset vahvistavat sähköä odotettua nopeammin henkilöautoilun ja kaupunkien joukkoliikenteen kilpailukykyiseksi energiamuodoksi.
- Liikenteen uuden kasvihuonekaasupäästöjen perusennusteen mukaan Suomessa olisi vuonna 2030 jo noin 350 000 sähköautoa. Näistä valtaosa (noin 290 000) olisi ladattavia hybridejä.
- Sähköautotavoitetta tulee huomattavasti kiristää. Ottamalla käyttöön uusia ohjauskeinoja, uudeksi sähköautotavoitteeksi Suomessa vuonna 2030 tulee asettaa jopa 600 000-700 000 kappaleen sähköautomäärä. Näistä valtaosan tulee olla täyssähköautoja. Tämä tarkoittaa merkittävää muutosta nykytilaan, jossa yli 80 % uusista sähköautoista on ladattavia hybridejä.
- Sähköautojen, erityisesti täyssähköautojen, yleistymistä Suomessa tulee edistää erilaisin taloudellisin ohjauskeinoin. Näitä voivat olla esimerkiksi, auto- ja ajoneuvoveron muutokset, määräaikaikaiset hankintatuet ja polttoaineveron muutokset tai liikenteen päästökauppa.

<sup>69</sup> Tieliikenteessä 10 TWh sähköä korvaa noin 30 TWh polttoaineita.

<sup>70</sup> Väylän selvitys sähköteistä (2020), [https://julkaisut.vayla.fi/pdf12/vj\\_2020-40\\_tieverkon\\_sahkoistamisen\\_web.pdf](https://julkaisut.vayla.fi/pdf12/vj_2020-40_tieverkon_sahkoistamisen_web.pdf)



- Taloudellisen ohjauksen lisäksi huomiota tulee kiinnittää sähköautojen latausinfraan kehittämiseen. Erityistä huomiota tulee kiinnittää sähköautojen latausmahdollisuuksiin taloyhtiöissä sekä haja-asutusalueilla, jonne latausinfra ei välttämättä markkinaehtoisesti rakennu yhtä tehokkaasti kuin tiiviimmin rakennetuille alueille.
- Raskaan kaluston sähkökäyttöä voidaan edistää esimerkiksi ottamalla käyttöön sähkökäyttöisten kuorma-autojen hankintatuki. Lisäksi on syytä selvittää mahdollisuuksia erilaisten lainapohjaisten ratkaisuiden kehittämiseksi yritysten uusiin teknologioihin liittyvien investointien helpottamiseksi.
- Raskaan liikenteen ja kaupunkilogistiikan latausverkosto on toistaiseksi kehittymätön, mutta suunnittelua tulee edistää yritysten ja julkisen sektorin yhteistyönä ajoneuvojen yleistyessä lähivuosina. 2020-luvulla voidaan myös pilotoida sähköteiden käyttökelpoisuutta Suomessa, jos hankkeelle löytyy riittävästi yhteistyökumppaneita sekä riittävä rahoitus.
- Sähköautojen akkujen ympäristövaikutuksia tulee hillitä asettamalla kiertotaloustavoitteet akuille ja ohjaamalla T&K-tukia entistä ympäristöystävällisempien akkuteknologioiden kehittämiseen.
- Lopuksi on hyvä huomata, että yksittäisillä ajoneuvoihin ja latausinfraan liittyvillä taloudellisilla ohjaukskeinoilla voi olla toisiaan vahvistavia vaikutuksia.

## 2.2.2 Liikennevälineiden energiatehokkuuden parantaminen

### 2.2.2.1 Henkilö- ja pakettiautot

Suomessa oli vuoden 2019 lopussa liikennekäytössä noin 2,7 miljoonaa henkilöautoa. Valtaosa (noin 70 %) näistä oli bensiinikäyttöisiä. Dieselkäyttöisiä oli noin 28 %. Vaihtoehtoisten teknologioiden (sähkön, kaasun ja korkeaseosetanolin) osuus koko henkilöautokannasta oli vajaat 2 %.

Uusia henkilöautoja ensirekisteröitiin vuonna 2019 yhteensä 114 202 kappaletta. Ensirekisteröintien määrä vaihtelee tavallisesti noin 100 000-120 000 kappaleen välillä/vuosi. Vuonna 2020 uusia autoja tullaan todennäköisesti myymään tätä vähemmän koronaviruspandemian talousvaikutusten vuoksi. Suomeen tuodaan vuosittain myös huomattava määrä käytettyjä autoja ulkomailta. Aiempina vuosina näiden autojen määrä on ollut noin 30 000 kappaletta/vuosi, mutta esimerkiksi vuonna 2019 autoja tuotiin lähes 46 000 kappaletta. Autoja romutetaan virallisessa kierrätysjärjestelmässä noin 60 000-80 000 kappaletta/vuosi. Lisäksi suuri määrä autoja/vuosi poistetaan liikennekäytöstä, mutta ei romuteta, myydään ulkomaille tai romutetaan epävirallisten järjestelmien kautta. Kaiken kaikkiaan Suomen autokanta on vuosittain hieman kasvanut. Lisäksi Suomen autokanta on erityisesti viime vuosina vanhentunut. Liikennekäytössä olevien henkilöautojen keski-ikä oli vuonna 2008 10,1 vuotta ja vuonna 2019 jo 12,2 vuotta.

Ensirekisteröityjen henkilöautojen CO<sub>2</sub>-päästöt olivat vuonna 2019 keskimäärin 139,3 g/km (WLTP)<sup>71</sup>. Uusien autojen ilmoitetut päästöt ovat vuodesta 2008 vähentyneet lähes 30 % ja myös todelliset ajonaikaiset päästöt ovat vähentyneet jonkin verran. Päästökehityksen taustalla vaikuttaa EU:ssa vuonna 2019 hyväksytty uusien henkilö- ja pakettiautojen valmistusta koskeva CO<sub>2</sub>-raja-arvolainsäädäntö. Uusilla säännöillä varmistetaan, että uusien henkilöautojen CO<sub>2</sub>-päästöt ovat vuodesta 2030 lähtien keskimäärin 37,5 % pienemmät kuin vuonna 2021. Vuosina 2025–2029 sekä henkilö- että pakettiautojen CO<sub>2</sub>-päästöjen on oltava 15 % pienemmät. Uusien pakettiautojen CO<sub>2</sub>-päästöjen on oltava vuodesta 2030 lähtien keskimäärin 31 % pienemmät kuin vuonna 2021. Hyvä kehitys on kuitenkin viime vuosina hidastunut ja joiltain osin, erityisesti dieselmääräisten autojen kohdalla, ominaispäästöt ovat kääntyneet jopa kasvuun. Selittävänä tekijänä tälle ilmiölle on muun muassa se, että pienet ja keskikokoiset dieselit ovat kadonneet entistä tiukempien typenoksidi- ja hiukkaspäästö määräysten ja mittaustavanmuutosten vuoksi markkinasta.

Vuonna 2019 ensirekisteröidyistä henkilöautoista sähköllä (lataushybridit mukana) tai kaasulla toimivien autojen osuus oli noin 8,8 %. Myös bensiinin ja dieselin kysyntä on jatkunut vakaana, mutta osuudet ovat alenemassa ja antamassa tilaa yleistyville vaihtoehtoisille polttoaineille. Bensiinikäyttöisten autojen osuus ensirekisteröinneistä vuonna 2019 oli noin 72 % ja dieselmääräisten noin 19 %. Bensiini- ja dieselautojen osuudet sisältävät myös hybridivoimalinjoja sisältäviä vaihtoehtoja, jotka parantavat merkittävästi perinteisten polttomootoriautojen energiatehokkuutta. Nämä ei-ladattavat hybridit saavat kuitenkin kaiken energiansa bensiinistä tai dieselistä, joten niitä ei lasketa mukaan vaihtoehtoisten käyttövoimien kokonaisosuuksiin.

Sähkökäyttöisiä henkilöautoja oli kesäkuun 2020 lopussa noin 40 315 kappaletta. Näistä noin 6430 oli täyssähköautoja ja noin 33 880 oli ladattavia hybridejä. Kaasukäyttöisiä henkilöautoja oli yhteensä hieman vajaat 11 150 kappaletta. Korkeille etanolipitoisuuksille sopivia flexfuelautoja oli noin 4300 kappaletta.

Kuten edellä mainittiin, Suomen autokantaan tulee lisää autoja myös ulkomailta tuotuna käytettyinä autoina. Käytettyjen henkilöautojen tuonti on viime vuosina kasvanut. Vuonna 2018 Suomeen tuotiin yhteensä noin 39 700 käytettyä henkilöautoa ja vuonna 2019 jo noin 46 000 kappaletta. Eniten henkilöautoja tuodaan Ruotsista ja Saksasta. Eniten on tuotu dieselautoja. Usein maahantuodut autot korvaavat uuden auton ostamisen Suomessa. Kun käytettyinä maahantuodut dieselautot ovat pääsääntöisesti olleet Suomessa myytyjä uusia autoja suurempia ja suurempipäästöisiä, ne ovat osaltaan vaikeuttaneet liikenteen ilmastotavoitteiden saavuttamista. Viime vuosina Suomeen

---

<sup>71</sup> EU:ssa otettiin syyskuussa 2018 käyttöön uusi WLTP-päästömittaus (Worldwide harmonised Light-duty Vehicles Test Procedure). Aiemmin päästöjä arvioitiin NEDC (New European Driving Cycle) -mittausmenetelmällä. Päästölukemat eivät ole keskenään vertailukelpoisia.

on kuitenkin tuotu yhä enemmän myös vaihtoehtoisia käyttövoimia. Esimerkiksi vuonna 2019 vaihtoehtoisia käyttövoimia hyödyntäviä autoja oli yli 18 prosenttia kaikista käytettynä maahan tuoduista autoista. Osuus oli siten huomattavasti suurempi kuin vastaava osuus uusista autoista.

Koko henkilöautokannan keskimääräinen CO<sub>2</sub>-päästö oli vuoden 2019 lopussa 155,4 g/km (NEDC-mittaustavalla mitattuna). Vuonna 2018 vastaava luku oli 157,6 g/km eli keskimääräinen CO<sub>2</sub>-päästö on pienentynyt hieman vuoteen 2018 verrattuna. Vuoden 2020 jälkeen ei enää uusista autoista saada NEDC-arvoja, joten kannan keskipäästöjä on jatkossa arvioitava laskennallisilla perusteilla.

## Pakettiautot

Suomessa oli liikennekäytössä vuoden 2019 lopulla yhteensä noin 331 000 pakettiautoa. Pakettiautojen määrä on kasvanut reippaasti muutamia viime vuosia lukuun ottamatta. Pienempien pakettiautojen määrä on laskenut, ja suurten, yli 2 500 kiloa painavien pakettiautojen määrä on kasvanut. Tämä on päästövähennystavoitteiden näkökulmasta ongelmallinen kehityssuunta. Eräänä selittävänä tekijänä tälle kehitykselle saattaa olla autovero. Alle 2 500 kilon pakettiautoissa autovero on korkeampi kuin painavammilla luokilla.

Vuonna 2019 Suomessa ensirekisteröitiin kaikkiaan 14 700 pakettiautoa, joista valtaosa (noin 98 %) oli dieselkäyttöisiä. Ensirekisteröidyistä pakettiautoista sähköllä tai kaasulla toimi noin 120 kappaletta, eli niiden osuus kaikista myydyistä pakettiautoista oli alle yhden prosentin luokkaa. Kuten henkilöautojen kohdalla, myös pakettiautojen kohdalla käytettynä maahantuotujen pakettiautojen ensirekisteröinnit ovat viime vuosina kasvaneet.

Liikennekäytössä olevista pakettiautoista noin 97 % oli vuoden 2019 lopussa dieselkäyttöisiä. Bensiinikäyttöisiä pakettiautoja oli noin 3 % ja vaihtoehtoisia teknologioita oli noin 0,3 %.

## Haasteet ja mahdollisuudet 2030

Autokannan vanheneminen on liikenteen ilmastopoliittikan näkökulmasta ongelmallista, sillä niin kauan kuin vanhat autot ovat liikennekäytössä, ne vaikuttavat autokannan keskimääräisiin päästöihin negatiivisesti. Mitä suuremmat keskipäästöt autokannassa ovat, ja mitä enemmän myös vanhoilla autoilla ajetaan, sitä suuremmat ovat liikenteen päästöt. Tällä hetkellä yli 15-vuotiailla autoilla ajetaan vielä noin 14 000 km

vuodessa eli saman verran kuin koko autokannan autoilla keskimäärin. Ajokilometrit alkavat laskea lähelle 10 000 kilometriä vuodessa vasta yli 20-vuotiailla autoilla<sup>72</sup>.

Vanhoiden autojen käyttöä perustellaan joskus sillä, että olisi ympäristön kannalta hyvä ajaa vanha auto loppuun, jotta vältettäisiin uuden auton valmistamisen aiheuttamat päästöt. Valmistuksen osuus keskivertoauton elinkaaripäästöistä on kuitenkin hyvin pieni, vain noin 10-15 %. Käyttövaiheen osuus polttomoottoriautoilla koko elinkaaren aikaista vaikutuksista on keskimäärin 70-80 prosenttia ajokilometreistä riippuen. Niinpä auton kulutuksella on ratkaiseva merkitys auton hiilijalanjäljen kannalta silloin, kun ajetaan fossiilisilla tai osin fossiilisilla polttoaineilla. Sähköautollakin suurin merkitys on käyttövaiheella, mutta päästöt kohdentuvat kokonaan energian tuotanto- ja jakeluketjuun.<sup>73</sup>

Uusien autojen pieniksi jäävät myyntimäärät hidastavat sekä uusien teknologioiden kuten sähköautojen markkinoilletuloa että koko autokannan kehitystä entistä energia- tehokkaammaksi. Suomen autokannan uudistamiseksi tarvittaisiin vuosittain noin 135 000–150 000 uuden auton myynti, joista vuosittain kasvava osuus olisi sähkö- ja kaasuautoja. Samalla käyttöön voitaisiin ottaa toimenpiteitä, joilla edistettäisiin vanhojen autojen romuttamista. Koko autokannan iän alentaminen edellyttäisi noin 20 000 – 30 000 auton lisäystä vuosittaisissa romutusmäärissä.

Henkilöautojen määrä ei kuitenkaan ole merkittävin asia liikenteen ilmastopolitiikassa, vaan autoilla ajettujen kilometrien määrä. Tilastojen mukaan henkilöautokanta on Suomessa kyllä kasvanut, mutta yhdellä autolla ajettujen kilometrien määrä on vastaavasti hieman pienentynyt, jolloin autojen määrä ei suoraan korreloi liikenteen päästöjen määrään.<sup>74</sup>

Toinen huolestuttava piirre suomalaisessa autokaupassa on perinteisten bensiini- ja erityisesti dieselautojen ominaispäästöjen kehitys. Ominaispäästöt (CO<sub>2</sub> g/km) pienivät vuosina 2008-2016, mutta ovat sittemmin pienentyneet vain vähän tai kääntyneet jopa kasvuun. Erityisesti dieselkäyttöisten henkilöautojen ominaispäästöt ovat viime vuosina kasvaneet, kun pieniä ja keskisuuria dieselautoja ei enää ole autokaupoissa tarjolla, ja kysyntä on siten kohdistunut entistä suurempiin dieselautoihin. Ominaispäästöjen kehittymiseen tulisikin jatkossa kiinnittää entistä enemmän huomiota.

Sähköautojen haasteet ja mahdollisuudet: ks. luku 2.2.1.2 edellä.

Kaasuautojen haasteet ja mahdollisuudet: ks. luku 2.2.1.1 edellä.

<sup>72</sup> Tieliikenteen ajokilometreissä edelleen hienoista kasvua 22.3.2019, <https://www.stat.fi/tietotrendit/artikkelit/2019/tieliikenteen-ajokilometreissa-edelleen-hienoista-kasvua/?listing=simple>

<sup>73</sup> EEA 2016, TNO 2014, The Steel Wire 2017

<sup>74</sup> HLT 2016, <https://www.traficom.fi/fi/hlt?active=0&limit=20&offset=0>

## Haasteet ja mahdollisuudet 2045

Pitemmällä aikavälillä on mahdollista, että autokannan kasvu taittuu ja kääntyy mahdollisesti laskuun. Taustalla vaikuttavat muun muassa väestön kasvun hidastuminen, kaupungistuminen, liikenteen palveluistuminen ja erilaiset muutokset ihmisten elämäntavoissa ja arvoissa. Myös maankäytön suunnittelu ja kaavoitus voivat jatkossa tukea entistä vahvemmin esimerkiksi juuri kaupungeissa siirtymää henkilöauton käytöstä kestäviin liikennemuotoihin. Samalla autojen käyttövoimat muuttuvat kokonaan.

### Jatkovalmistelussa huomioitavaa / työryhmän suositukset:

- Autokannan uudistumista entistä vähäpäästöisemmäksi tulee Suomessa nopeuttaa.
- Autokannan uudistamisen osalta aivan keskeisessä roolissa ovat yksityisten henkilöiden, yritysten ja julkisen sektorin investoinnit, hankinnat ja ostot, jotka suuntautuvat vähäpäästöiseen tai päästöttömään teknologiaan ja polttoaineisiin sekä niiden käyttöön. Näiden tahojen kannustaminen on olennaista.
- Keskeisiä keinoja autokannan uudistamiseksi ovat esimerkiksi nykyistä voimakkaampi hiilen hinnoittelu liikenteessä, mahdolliset muutokset verotuksessa sekä muut mahdolliset taloudelliset ohjaukeinoet (romutuspalkkiot ja/tai hankintatuet). Verotuksen kehittämisen toimenpidesuosituksia valmistellaan osana liikenteen verotusta uudistavan työryhmän työtä.
- Vauhdittamalla uusien vähäpäästöisempien autojen kauppaa, myös käytettyjen autojen markkinoille saataisiin riittävä määrä entistä energiatehokkaampia ja/tai vaihtoehtoisia käyttövoimia hyödyntäviä autoja, joihin myös pienituloisemmilla kotitalouksilla olisi varaa.

#### 2.2.2.2 Raskas kalusto

Suomessa oli liikennekäytössä vuoden 2019 lopussa yhteensä noin 12 600 linja-autoa. Liikennekäytössä olevista linja-autoista dieselkäyttöisiä oli lähes 99 %. Vaihtoehtoisten teknologioiden osuus liikennekäytössä olevista linja-autoista oli vuoden 2018 lopussa noin 0,9 % (sähkö 0,5 %, kaasu 0,4 %). Loput linja-autot olivat joko bensiini- tai etanolikäyttöisiä.

Vuonna 2019 Suomessa ensirekisteröitiin kaikkiaan lähes 600 linja-autoa, joista valtaosa (92 %) oli dieselkäyttöisiä. Sähkökäyttöisiä linja-autoja rekisteröitiin kuitenkin ennätysmäärä, lähes 7 % kaikista uusista linja-autoista (40 kappaletta). Kaasukäyttöisiä linja-autoja rekisteröitiin hieman yli prosentti kaikista uusista linja-autoista (7 kappaletta).

Kuorma-autoja oli liikennekäytössä vuoden 2019 lopussa yhteensä noin 95 100 kappaletta. Kuorma-autojen määrä on viimeiset 10 vuotta pysynyt melko vakaana.

Kuorma-autoista noin puolet on kokonaismassaltaan 3 500–12 000 kiloa (ajoneuvoluokka N2), ja puolet yli 12 000 kilon painoisia (ajoneuvoluokka N3). Ajoneuvoluokan N3 autoista liki 40 % on kokonaismassaltaan yli 24 000 kiloa. Pienten kuorma-autojen osuus on Suomessa vähittäin laskemassa, johtuen lähinnä ajokorttivaatimusten tiukentumisesta (ammattipätevyysdirektiivi). Pienet kuorma-autot ovat korvautuneet enimmäkseen raskailla pakettiautoilla. Suurten kuorma-autojen osuus taas on kasvanut. Ylivoimaisesti suurin osuus kuorma-autoliikenteen päästöistä syntyy nimenomaan raskaista ajoneuvoyhdistelmistä. Tämä on haaste kuorma-autojen päästövähennyksiä ajatellen, sillä suuret yhdistelmät ovat vaikeita sähköistää (ks. sähköistämisestä lisää luvussa 2.2.1.2).

Vuonna 2019 Suomessa ensirekisteröitiin kaikkiaan noin 4000 kuorma-autoa, joista valtaosa (noin 95 %) oli dieselkäyttöisiä. Lisäksi rekisteröitiin 43 (noin 1 %) kokonaan tai osittain metaanikaasulla toimivaa kuorma-autoa, 1 ladattava hybridi ja 29 muulla käyttövoimalla toimivaa kuorma-autoa.

Liikennekäytössä olevista kuorma-autoista noin 98 prosenttia oli vuoden 2019 lopussa dieselkäyttöisiä ja vajaa 2 prosenttia bensiinikäyttöisiä. Vaihtoehtoisten teknologioiden osuus liikennekäytössä olevista kuorma-autoista oli vajaat 0,3 prosenttia vuoden 2019 lopussa.

## Haasteet ja mahdollisuudet 2030

Kuorma-autojen kohdalla energiatehokkuuden parantuminen oli vuosina 1990-2015 hyvin vähäistä. Kiristyvät pakokaasupäästömääräykset johtivat siihen, että tekninen kehitys kuitattiin alentuneina säänneltyinä päästöinä, ei niinkään parantuneena energiatehokkuutena. Tilanne on kuitenkin muuttunut vuonna 2013 voimaantulleen Euro IV-päästömääräyksen kohdalla. Euro VI-luokassa energiatehokkuus on parempi kuin aiemmissa luokissa. Lisäksi vuonna 2019 EU:ssa hyväksyttiin asetus raskaan kaluston sitovista CO<sub>2</sub>-raja-arvoista. Jatkossa on siis odotettavissa, että myös uusien kuorma-autojen energiatehokkuus tulee merkittävästi paranemaan.<sup>75</sup>

Uudella asetuksella varmistetaan, että vuosina 2025–2029 uusien kuorma-autojen päästöt vähenevät keskimäärin 15 % vuoden 2019 päästötasoihin verrattuna. Vuodesta 2030 alkaen uusien kuorma-autojen CO<sub>2</sub>-päästöjen edellytetään vähenevän keskimäärin 30 %. Nämä tavoitteet ovat sitovia, ja kuorma-autojen valmistajille, jotka eivät noudata niitä, määrätään taloudellinen seuraamus liikäpäästömaksun muo-

---

<sup>75</sup> Tieliikenteen uusiutuva energia ja kasvihuonekaasupäästöjen vähentäminen vuoteen 2020 mentäessä. VTT 2012. Tieliikenteen 40 %:n hiilidioksidipäästöjen vähentäminen vuoteen 2030: Käyttövoimavaihtoehdot ja niiden kansantaloudelliset vaikutukset. VTT 2015.

dossa. Komission vaikutusarvion mukaan ajoneuvon ostohinta nousee valmistuskustannusten nousun myötä, mutta pitkällä aikavälillä käytöstä aiheutuvien kustannusten arvioidaan vähentyvän polttoainekustannusten vähentyessä.

Oma kysymyksensä on, kuinka paljon näistä hyödyistä saadaan Suomeen ja kuinka paljon toteutuu muualla Euroopassa. Suomessa hyväksyttiin vuosina 2013 ja 2019 lainsäädännön muutokset, joiden seurauksena Suomessa hyväksytään liikenteeseen jopa 76 tonnin painoiset ja 34,5 metrin mittaiset ajoneuvoyhdistelmät. Näiden lakimuu-  
tosten seurauksena suuri osa suomalaisista kuorma-autoista on EU:n keskimääräistä kalustoa suurempaa ja painavampaa. Muutoksilla on mahdollistettu entistä suurem-  
mat kuormat ja sitä kautta parempi kuljetusten energiatehokkuus. Jatkossa haasteita voi kuitenkin tulla siitä, että tämä kaikkein raskain kalusto ei kuulu raja-arvoasetuksen soveltamisalaan. On todennäköistä, että näiden ajoneuvojen energiatehokkuus ei tule samalla tavalla paranemaan kuin pienempien autojen. Tällä voi tulevaisuudessa olla vaikutusta suomalaisten vientituotteiden kuljetushintoihin Suomessa ja sitä kautta myös Suomen kilpailukykyyn maailmalla.

Kaikkein suurimpien kuorma-autojen kohdalla haasteena on myös se, että vaihtoehtoisten tekniikoiden valikoima on suppeampi kuin henkilöautoissa tai pienemmissä kuorma-autoissa. Hybridisointi on yleistynyt vain hitaasti, ja sähköiset akkuihin perustuvat ratkaisut eivät välttämättä pitemmälläkään aikavälillä ole paras vaihtoehto kaikkein raskaimpiin autoihin. Keskiraskaissa ja pienemmissä kuorma-autoissa sähköistyminen kuitenkin on mahdollista. McKinsey & Company on arvioinut keskiraskaiden sähköajoneuvojen saavuttavan 20-30 % markkinaosuuden Euroopassa vuoteen 2030 mennessä<sup>76</sup>. Kuten edellä mainittiin, suomalaisista kuorma-autoista noin puolet on kokonaisuutensa puolelta 3 500–12 000 kiloa (ajoneuvoluokka N2). Näiden autojen sähköistäminen on mahdollista merkittävässä määrin jo vuoteen 2030 mennessä, mikäli ajomatkan pituus ja muut ajoneuvon käyttöön liittyvät kysymykset sen sallivat.

Toisin kuin sähkö, biokaasu tarjoaa vaihtoehdon fossiilisen dieselin käytölle myös raskaammassa kalustossa aina 68 tonnisiin yhdistelmiin asti. Malleja ja merkkejä ei vielä ole markkinoilla kovin montaa, mutta tilanne on vähitellen muuttumassa.<sup>77</sup> Raskaissa kaasuautoissa käytetään nykyään lähinnä nesteytettyä kaasua (liquified natural gas, LNG tai liquified biogas, LBG). Nesteyttäminen lisää huomattavasti varastoidun kaasun energiatihyyttä, ja siten pidentää toimintamatkaa merkittävästi. Nesteytetty metaani sopii kuitenkin polttoaineeksi ainoastaan sellaisiin kohteisiin, joissa polttoainetta käytetään jatkuvasti. Näin voidaan estää metaanin haihtuminen auton tankista ilmakehään.

---

<sup>76</sup> Tieliikenteen 40 %:n hiilidioksidipäästöjen vähentäminen vuoteen 2030: Käyttövoimavaihtoehdot ja niiden kansantaloudelliset vaikutukset. VTT 2015.

<sup>77</sup> Gaselli 2019 loppuraportti

Toistaiseksi metaania käytetään liikenteessä yleisimmin paineistettuna. Esimerkiksi kaupunkiliikenteen linja-autot, jakeluautot ja jäteautot toimivat useimmiten paineistettulla kaasulla. Pääkaupunkiseudulla maakaasua käyttäviä busseja oli enimmillään toista sataa, mutta tällä hetkellä niitä on jäljellä vain parikymmentä. Uusia autoja ei vanhojen tilalle ole hankittu, koska HSL:n sopimusliikenteessä kaasun käyttö ei ole enää tuonut samanlaisia etuja kuin aiemmin. Tämä johtuu siitä, että iso osa hyödyistä on syntynyt polttoaineen puhtaudesta ja vähäisistä hiukkas- ja typenoksidipäästöistä, mutta tilanteessa, jossa dieselbussien päästötasot ovat laskeneet voimakkaasti, tämä hyöty on kaventunut. Eräissä muissa suomalaisissa kaupungeissa on kuitenkin sattunut vahvasti biokaasukäyttöisiin linja-autoihin (esim. Vaasa, Jyväskylä)<sup>78</sup>. Myös sähkö tulee yleistymään kaupunkiseutujen linja-autoissa merkittävästi, kun EU:n puh-  
taiden ajoneuvohankintojen direktiivi on saatettava kansalliseen lainsäädäntöön vuonna 2021.

Kaupunkilogistiikassa olisi mahdollista siirtyä myös nykyistä keveämpään kalustoon, jonka sähköistäminen olisi helpompaa. Myös hyvin kevyiden ajoneuvojen kuten esimerkiksi tavarapyörien käyttö voisi tulevaisuudessa kasvaa kaupunkiseutujen tavarankuljetuksissa.

## Haasteet ja mahdollisuudet 2045

Pitemmällä aikavälillä on oletettavissa, että sekä sähkön ml. vety-polttokennoratkaisun että kaasun käyttö raskaassa kalustossa kasvaa. Kaikkein raskain kalusto ei ehkä pitkälläkään aikavälillä sähköisty, vaan pääasiallisesti vaihtoehdoiksi hiilidioksidipäästöjen vähentämisessä jäävät päästöjen vähentäminen autojen käyttöä ja kuljetuslogistiikkaa tehostamalla (vähennetään litraa/tonnikilometri arvoja), uusiutuvien ja/tai synteettisten polttoaineiden käyttö ja mahdollisesti tietyillä runkolinjoilla kuljetusten siirtäminen rautateille.

### Jatkovalmistelussa huomioitavaa / työryhmän suositukset:

- Sähkön ja metaanin liikennekäyttöä voidaan edistää raskaan kaluston hankintuella (ks. kohdat 2.2.1.2 ja 2.2.1.3 edellä).

---

<sup>78</sup> Gaselli 2019 loppuraportti.



## 2.2.3 Liikennejärjestelmän energiatehokkuuden parantaminen

### 2.2.3.1 Yhdyskuntarakenteen eheyttäminen ja liikenteen ja maankäytön yhteensovittaminen

Yhdyskuntarakenteella ja eri toimintojen sijoittelulla on suuri merkitys koko liikennejärjestelmän energiatehokkuudelle. Yhdyskuntarakenteessa, jossa eri toimintojen väliset etäisyydet ovat kohtuulliset, on hajanaista rakennetta paremmat edellytykset kävelyn ja pyöräilyn sekä muiden energiatehokkaiden kulkutapojen käytölle<sup>79</sup>. Tiivis yhdyskuntarakenne tukee myös joukkoliikenteen ja muiden liikkumispalvelujen käyttöä, kun rajatulla alueella asuu riittävästi ihmisiä erilaisten liikennepalveluiden järjestämiseksi taloudellisesti kannattavalla tavalla. Kun eri toimintojen väliset etäisyydet ovat pienet, myös liikkumisen tarve ja liikennesuorite kokonaisuudessaan pienenevät.

Suomen yhdyskuntarakenne hajautui vahvasti 1990-luvulla ja 2000-luvun alussa. Kasvava osuus kaupunkiseutujen väestöstä ja työpaikoista sijoittui taajaman reunojen niin kutsutulle autovyöhykkeelle, jossa henkilöauto on ainoa käytettävissä oleva kulkutapa useimmilla matkoilla. Samaan aikaan työmatkojen keskipituus kaupunkiseuduilla kasvoi 9 kilometristä lähes 13 kilometriin. Tämän seurauksena mahdollisuudet kulkea työmatkat jalkaisin, pyörällä tai joukkoliikenteellä heikentyivät monilla kaupunkiseuduilla.<sup>80</sup>

Välimatkojen pidentyminen näkyi 2000-luvun alussa myös koulu- ja kauppamatkoissa. Enintään 500 metrin päässä lähimmästä alakoulusta asuvien osuus pieneni 2000-luvun aikana sekä suurilla että pienillä kaupunkiseuduilla. Muutokseen vaikuttavat kouluverkon harveneminen ja monien lapsiperheiden hakeutuminen asumaan väljille pientaloalueille kauas palveluista. Suuremmilla kaupunkiseuduilla kävelyetäisyydellä lähikaupasta asuvien osuus pysyi vähintään samalla tasolla kuin aiemmin, mutta pienillä kaupunkiseuduilla ja maaseudulla osuus pieneni. Palveluiden ja muiden vapaa-aikaan liittyvien toimintojen sijoittumisella on suuri vaikutus liikenteen päästöihin, sillä vapaa-aikaan liittyvät matkat ovat noin 20 % kaikesta liikennesuoritteesta.

2010-luvulla on kuitenkin ollut havaittavissa merkkejä siitä, että yhdyskuntarakenteen hajautuminen olisi taittumassa. Vaikka kaupunkiseuduilla vielä vuosien 2000-2015 kehityksessä näkyikin autovyöhykkeiden kasvu, kehysalueiden kasvu on hidastunut ja osin pysähtynyt ja kaupunkiseutujen sisemmällä kaupunkialueilla asuvien osuus on kasvanut. Uusia asuntoja on Suomessa rakennettu yhä useammin keskustojen tuntumaan ja olemassa oleville asuinalueille. Tämä niin kutsuttu täydennysrakentaminen

<sup>79</sup> Usein puhutaan myös kestävästä liikennemuodoista.

<sup>80</sup> Suomen ympäristökeskuksen raportteja 13/2018: Katsaus yhdyskuntarakenteen kehitykseen.

on kääntänyt pitkään laskeneen asukastiheyden kasvuun erityisesti suurimmilla kaupunkiseuduilla. Taajamien tiivistymisen myötä myös työmatkojen keskipituuden kasvu on hidastunut huomattavasti. Myös pienemmissä kaupungeissa on tapahtunut yhdyskuntarakenteen tiivistymistä keskusta-alueilla.<sup>81 82</sup>

Kuten edellä todettiin, tiivis yhdyskuntarakenne tukee joukkoliikenteen järjestämistä ja liikkumispalveluiden käyttöä. Jotta kestävä kulkutavat olisivat aidosti vaihtoehto auton käytölle, eri toimintojen pitää olla helposti ja edullisesti saavutettavissa. Matkaketjujen tulee olla vaivattomia ja ajankäytön kannalta kilpailukykyisiä henkilöauton käytön kanssa. Kävely- ja pyöräilyreittien tulee olla turvallisia, sujuvia ja houkuttelevia. Matkaketjuja ja reittejä koskevan informaation tulee olla helposti saatavilla. Myös lähiympäristön, infran ja palvelujen laadulla on merkitystä kulkutavan valintaan. Toimivan liikennejärjestelmän yksi tunnusmerkeistä on eri toimintojen hyvä saavutettavuus eri liikemuodoilla ja vapaus valita eri liikkumismuotojen välillä eli kestävä saavutettavuus. Eri toimintojen kestävä saavutettavuus vaikuttaa kansalaisten ajankäyttöön, hyvinvointiin ja tyytyväisyyteen sekä toisinaan myös koettuun turvallisuuteen. Kestävä saavutettavuus parantaa myös elinkeinoelämän toimintaedellytyksiä esimerkiksi työvoiman paremman saatavuuden kautta.<sup>83</sup>

## Haasteet ja mahdollisuudet 2030

Yhdyskuntarakenteeseen vaikuttavat keskeisesti megatrendit, kuten globalisaatio, ilmastonmuutos ja kaupungistuminen. Väestörakenteen muutos tuo mukanaan haasteita erilaisten palveluiden kuten päivähoidon, koulutuksen tai terveydenhuollon palveluiden järjestämiselle, ja palveluistuminen ja digitalisaatio muuttavat yhteiskunnan toimintoja kiihtyvällä vauhdilla. Myös työmarkkinoiden muutokset ja erikoistuminen vaikuttavat omalta osaltaan pitkiin työmatkoihin ja työssäkäyntialueiden laajenemiseen.

Kaupungistumisen trendin on ennakoitu voimistuvan entisestään, ja väestönkasvu saattaa tulevaisuudessa kohdistua pääosin muutamalle kaupunkiseudulle Suomessa. Samaan aikaan iso määrä taajamia ja pienempiä kaupunkiseutuja sekä maaseutua on väestöltään taantuvaa, joten niissä esimerkiksi joukkoliikenteen järjestäminen on yhä haasteellisempaa. Tilastokeskuksen vuoden 2019 väestöennusteen mukaan vuonna

---

<sup>81</sup> Kuntaliiton tiedote 12.6.2020, <https://www.kuntaliitto.fi/tiedotteet/2020/seutukaupungeissa-vaesto-keskitty-keskustat-vetovoimaisia>.

<sup>82</sup> Suomen ympäristökeskuksen raportteja 21/2020, Kaupunki-maaseutu-alueuokitus 2018.

<sup>83</sup> Liikenne- ja viestintäviraston Saavutettavuus selvitys - Tarkastelumallin kehittäminen valtakunnallisen henkilöliikenteen saavutettavuudelle. Traficom in tutkimuksia ja selvityksiä 16/2019.

2032 kaupunkimaisissa kunnissa asuu 4,6 % enemmän ihmisiä vuoteen 2019 verrattuna, kun taas taajaan asutuissa kunnissa väestömäärä vähenee 7,2 % ja maaseutumaisissa kunnissa 11,7 %.

Kaupungistuminen luo maankäytön ja liikenteen yhteensovittamisen osalta mahdollisuuksia kestävien kulkumuotojen osuuden kasvattamiseen ja liikenteen päästöjen vähentämiseen. Tämän edellytyksenä on kuitenkin se, että samalla huolehditaan siitä, että kaupungistuminen tapahtuu yhdyskuntarakennetta eheyttävällä tavalla. Muussa tapauksessa kaupungistuminen voi olla myös haaste. Yhdyskuntarakenteen eheyttämisellä ja kestävästä liikkumisesta edistämällä voidaan parantaa sekä arjen sujuvuutta että kaupunkiseutujen työvoiman liikkuvuutta. Liikennejärjestelmän kannalta merkittäviä ovat henkilöliikenteen solmukohdat sekä keskuksiin suuntautuvien pääväylien ympärille muodostuvat kehityskäytävät.<sup>84</sup> Yhdyskuntarakenteen suunnittelussa on tärkeää huomioida myös ihmisten mahdollisuudet liikkua luonnossa lähellä kotiaan.

Liikennejärjestelmän kannalta merkittävää on, että kaupunkiseutujen työssäkäynti- ja asiointialueet laajenevat entisestään. Lähes 90 % suomalaisista asuu kaupunkikeskusten vaikutusalueilla ja toiminnalliset alueet laajenevat edelleen, kun osa kaupunkien vaikutusalueen ulkopuolisista pienistä keskuksista kiinnittyy toiminnallisesti aiempaa tiiviimmin suuriin keskuksiin. Väestönkasvua suuntautuu suurten kaupunkien ja yhdistävien pääliikenneväylien ympärille muodostuville kehityskäytävillä. Helsingin seudun metropolialue levittäytyy yhä laajemmalle alueelle ja muuttuu monikeskuisemmaksi.<sup>10</sup> Nämä kehityssuunnat voivat olla liikenteen päästöjen vähentämisen kannalta suotuisia, jos liikkumista pystytään siirtämään kehityskäytävillä raiteille ja joukko-liikenteeseen. Keskuksat voivat tarjota tiiviitä asumisen ja työssäkäynnin paikkoja, jossa kestävien kulkutapojen käyttö on arkipäivää. Työssäkäyntialueiden laajeneminen voi kuitenkin myös lisätä auton käyttöä.

## Haasteet ja mahdollisuudet vuoteen 2045

Yhdyskuntarakenteessa tapahtuvat muutokset ovat hitaita ja vaikutuksia syntyy usein vasta pitkällä aikavälillä. Olemassa oleva yhdyskuntarakenne vaikuttaa vielä pitkään liikkumiseen ja päästöihin, vaikka uusi rakentaminen sijoittuisikin kestävästä liikkumisesta saavutettavuuden kannalta parhaille alueille. ”Väärin” suunniteltua yhdyskuntarakennetta ei nopeilla toimilla voida muuttaa. Jotta hiilineutraali Suomi on mahdollista saavuttaa ja liikenteen kasvihuonekaasupäästöt kokonaan poistaa vuoteen 2045, toimenpiteitä kestävästä yhdyskuntarakenteen rakentamiseksi tulee entisestään tehostaa.

---

<sup>84</sup> Liikenne- ja viestintäviraston selvitys Liikennejärjestelmän nykytila ja toimintaympäristön muutokset. Traficom:n tutkimuksia ja selvityksiä 4/2020.

## Jatkovalmistelussa huomioitavaa / työryhmän suositukset:

### Tavoitteet:

- Joukkoliikenteen, kävelyn ja pyöräilyn ja muiden kestävien liikkumismuotojen osuus matkasuoritteesta kasvaa merkittävästi vuoteen 2030 mennessä.
- Henkilöautojen suoritteet eli ajoneuvokilometrit eivät enää vuoden 2020 jälkeen kasva verrattuna vuoden 2019 tasoon. Myös tavaraliikenteessä tapahtuu huomattavaa energiankäytön tehostumista ja/tai siirtymää pois teiltä raiteille ja vesille.

### Toimet:

- Tiivis ja eheä yhdyskuntarakenne on kestävä liikenteen perusta.
  - Valtio ja kaupunkiseudut kehittävät kestävään yhdyskuntarakenteeseen, liikenneverkkoihin ja liikenteen palveluihin sekä kestävää liikkumista ja kestävien palveluiden käyttöä tukeviin pysäköintitoimiin liittyvää sopimuksellista yhteistyötä.

### 2.2.3.2 Liikenneverkon kestävä kehittäminen

Suomen liikenneverkko koostuu tie-, katu- ja yksityisteistä, rata- ja vesiväyläverkosta sekä lentoasemista. Sujuva, turvallinen ja toimiva liikenneverkko luo pohjan liikkumisen ja kuljettamisen palveluiden tehokkaalle järjestämiselle. Liikenteen päästöjen näkökulmasta on tärkeää, että liikenneverkko houkuttelee kestävien kulkutapojen käyttöön niin yhteyksien, verkon ja kaluston kunnon kuin hinnan ja palvelujen laadunkin puolesta. Tavoitteena tulisi olla kestävä liikkumisen mahdollistava ja olemassa olevaa liikenneinfraa mahdollisimman tehokkaasti hyödyntävä järjestelmä, jossa eri liikennemuodot täydentävät toisiaan.

Tieliikenteen verkko Suomessa kattaa maantiet, kunnalliset katuverkot ja yksityistiet. Kevyen liikenteen väylät ovat osa tie- ja katuverkkoa. Verkon kokonaispituus on noin 454 000 kilometriä, josta valtion maanteitä on yhteensä 78 000 km ja kuntien katuverkkoa noin 26 000 km. Valtion maantiet pitävät sisällään myös maantielautat ja –lossit, joita on Suomessa yhteensä noin 40 kappaletta. Yksityisteiden ja metsäautoteiden osuus on noin 350 000 km. Yksityisteihin kuuluu myös noin 20 yksityistielossia.<sup>85</sup>

Tieverkon kehittämisellä ja kunnossapidolla on oma vaikutuksensa liikenteen päästöihin. Tieverkon kehittämistoimilla voidaan poistaa ruuhkia ja siten vähentää liikenteen päästöjä<sup>86</sup>. Toisaalta ajonopeuksien nostaminen lisää liikenteen päästöjä, ja uudet

<sup>85</sup> Liikenne- ja viestintäviraston selvitys Liikennejärjestelmän nykytila ja toimintaympäristön muutokset. Traficom:n tutkimuksia ja selvityksiä 4/2020.

<sup>86</sup> Ks. esim. Väyläviraston julkaisu Infran ja väylänpidon vaikutus liikenteen kasvihuonekaasupäästöihin -Tilannekatsaus. Väyläviraston julkaisu 47/2019.

väylät lisäävät usein liikenteen määriä. Liikenneverkkoinvestoinneilla on myös suuri merkitys siihen, mitä liikennemuotoja kuluttajat lopulta pitävät houkuttelevimpina.

Suomen vilkasliikenteiset liikenneväylät ovat pääosin hyvässä kunnossa. Toisaalta vähäliikenteisten teiden kunto on heikentynyt ja liikenneväylien korjausvelka on monin paikoin kasvanut. Päälystetystä tiestöstä huonokuntoisia on noin 12 % ja soratiekilometreistä noin 10 %.<sup>87</sup> Tien huono kunto lisää mm. vierintävastusta. Lisäksi teiden huonosta kunnosta johtuvat painorajoitukset voivat ohjata raskasta kalustoa kiertoreiteille ja sitä kautta lisätä liikenteen päästöjä. Siksi teiden kunnolla on merkitystä polttoaineen kulutukseen ja erityisesti raskaan kaluston päästöihin.

Suomessa liikenneverkkojen rahoituksesta vastaa lentoliikennettä lukuun ottamatta pääsääntöisesti julkinen sektori eli valtio ja kunnat. Valtion liikenneverkon perusväylänpito (kunnossapito) rahoitetaan kokonaan valtion talousarviosta. Myös valtion liikenneverkon kehittämistä rahoitetaan valtion budjetilla. Valtio on käyttänyt liikenneverkkojen rahoittamiseen viime vuosina noin 1,7 miljardia euroa vuodessa. Kunnat ovat puolestaan käyttäneet noin 1,4 miljardia euroa vuosittain oman väyläverkkonsa investointeihin ja ylläpitoon. Kunnat osallistuvat joiltain osin myös valtion infran rahoittamiseen sopimusteitse.<sup>88</sup>

Kävely- ja pyöräilyinfrastruktuurin rakentamiseen ja hoitoon on 2010-luvulla käytetty valtion rahoitusta keskimäärin noin 30 miljoonaa euroa/vuosi.<sup>89</sup> Valtiolla on pyöräteitä yhteensä 5300 km. Näistä noin 900 km (14 %) on huonokuntoisia.<sup>90</sup> Kävely- ja pyöräilyinfran laadulla on merkittävä vaikutus näiden liikennemuotojen houkuttelevuuteen. Pyöräilyn olosuhteita kartoittaneen kyselyn mukaan tärkeimpiä pyöräilyä edistäviä toimia ovat huomion kiinnittäminen pyöräily-yhteyksiin, pyöräpysäköintiin, pyöräväylien kunnossapitoon ja turvallisuuteen sekä pyöräväylien laatuun. Kävelyn ja pyöräilyn infrastruktuurin osalta on myös huomattava, että merkittävä osuus väylistä sijaitsee kuntien katuverkolla ja niiden rahoitus, rakentaminen ja kunnossapito on siten kuntien vastuulla. Siksi kävelyn ja pyöräilyn edistämässä korostuu myös yhteistyö kuntien ja valtion välillä.

---

<sup>87</sup> Liikennejärjestelmän nykytila ja toimintaympäristön muutokset. Traficomin tutkimuksia ja selvityksiä 4/2020

<sup>88</sup> Liikennejärjestelmän nykytila ja toimintaympäristön muutokset. Traficomin tutkimuksia ja selvityksiä 4/2020

<sup>89</sup> Väyläviraston arvio.

<sup>90</sup> Pyöräilyn olosuhteet Suomen kunnissa 2018, Liikunnan ja kansanterveyden julkaisuja 349. Toimittanut Marianne Turunen.

## Haasteet ja mahdollisuudet 2035

Yhteiskunnan muutokset ja kasvavat kaupunkiseudut luovat haasteita tieverkolle. Henkilöliikenteen näkökulmasta korostuvat muun muassa työmatka-, asiointi- ja vapaa-ajanliikenteen tarpeet, kaupunkiseutujen yhdyskuntarakenteen kehittäminen, kasvavan liikenteen houkuttelevuuden ja turvallisuuden lisääminen sekä liikenteen haittojen vähentäminen. Väestön keskittyessä yhä enemmän kaupunkiin ja taajamiin suuri osa kansalaisten arjen liikkumisesta tapahtuu kuntien ja kaupunkien katuverkolla tai kävelyn ja pyöräilyn väylillä. Toisaalta työssäkäyntialueiden laajentuminen ja palveluverkon keskittyminen voivat pidentää matkoja entisestään.<sup>91</sup>

Tieverkon keskeiset haasteet liittyvät myös verkon ylläpidon riittävään rahoitukseen, korjausvelan hallintaan sekä mm. ilmastomuutoksen tuomien vaurioiden hallintaan. Liikenteen päästöjen näkökulmasta on myös haasteena, että valtakunnallisen liikenne-ennusteen mukaan maanteiden henkilöliikenne kasvaa varsin tasaisesti myös tulevaisuudessa. Ennakoituun kehitykseen on kuitenkin mahdollista vaikuttaa erilaisilla politiikkatoimilla.

Ensimmäisen 12-vuotisen valtakunnallisen liikennejärjestelmäsuunnitelman (Liikenne12) laatiminen on meneillään ja sen on määrä olla valmiina keväällä 2021. Valtakunnallinen liikennejärjestelmäsuunnitelma luo lähtökohdat Suomen liikennejärjestelmän ylläpidolle ja kehittämiselle pitkälle tulevaisuuteen. Liikenne 12-työssä liikennejärjestelmää suunnitellaan kokonaisuutena huomioiden liikenneverkot, liikkumisen ja kuljettamisen palvelut sekä näitä tukevat toiminnot. Suunnitelmalle asetetut tavoitteet pyrkivät kaikki hillitsemään ilmastomuutosta. Liikenteen päästöjen vähentäminen on yksi tärkeä näkökulma myös valtakunnallisen liikennejärjestelmäsuunnitelman valmistelussa. Jotta hiilineutraali Suomi on mahdollista saavuttaa ja liikenteen kasvihuonekaasupäästöt kokonaan poistaa vuoteen 2045 mennessä, panostuksia kestävä liikumisen tukemiseen tulee lisätä. Lisäksi valtion tiesuunnittelun suunnitteluperiaatteet tulisi päivittää siten, että ne tukevat kestävä yhdyskuntarakenteen toteutusta kaupunkiseuduilla.

Kävelyn ja pyöräilyn edistämishjelmassa<sup>92</sup> kävelyn ja pyöräilyn vuoden 2030 tavoitteeksi on asetettu 30 % matkamäärien kasvu. Kävelyn ja pyöräiliikenteen edistämällä vaikutetaan liikenteen päästöjen, liikennemuutosten, saasteiden ja melun vähentämiseen. Ympäristöhyötyjen lisäksi myös kävelyn ja pyöräilyn terveyshyödyt ovat laajasti tunnustettuja. Kävelyn ja pyöräilyn edistäminen lisää ihmisten fyysistä aktiivisuutta

<sup>91</sup> Liikennejärjestelmän nykytila ja toimintaympäristön muutokset. Traficom:n tutkimuksia ja selvityksiä 4/2020

<sup>92</sup> Kävelyn ja pyöräilyn edistämishjelma 2018, Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisu 5/2018.

ja hyvinvointia. Muita tunnistettuja myönteisiä vaikutuksia ovat muun muassa viihtyisyyden ja sosiaalisen turvallisuuden lisääntyminen ja keskustojen elävöittäminen. Viime vuosina yleistyneet sähköavusteiset pyörät kasvattavat omalta osaltaan mahdollisuuksia korvata henkilöautomatkoja polkupyörällä. Niiden avulla myös pidemmät pyöräilymatkat onnistuvat peruskuntoiselta ihmiseltä vaivattomasti. Kuitenkin myös sähköpyörät antavat käyttäjälleen samat terveyshyödyt kuin tavallisetkin polkupyörät. Tuoreiden tutkimustulosten mukaan sähköpyörien potentiaali pyörämatkojen kasvattamisessa ja siten myös liikenteen päästöjen vähentämisessä on suuri.<sup>93</sup>

Laadukas kävelyn ja pyöräliikenteen infrastruktuuri on tärkein keino vaikuttaa kulkumuodon valintaan ja kasvattaa näiden kulkutapojen osuutta. Tällä hetkellä haasteena on muun muassa puutteelliset yhteydet, teiden huono kunto ja puutteet liikenteen solmukohdissa. Rahoitusta ei ole juurikaan riittänyt päällysteiden uusimiseen tai muuhun kunnan parantamiseen saatikka riittävän kävelyn ja pyöräilyn infran lisärakentamiseen. Jatkossa kävely, pyöräily ja joukkoliikenne tulisi priorisoida sekä valtion että kuntien liikennepoliitikassa hyvin korkealle, jotta kulkutapatottumuksiin ja liikennesuoritteisiin olisi mahdollista vaikuttaa.

### **Jatkovalmistelussa huomioitavaa / työryhmän suositukset:**

- Liikenneverkko tukee ja edistää kestävästä yhdyskuntarakennetta.
- Nykyisen liikenneverkon hyödyntäminen maksimoidaan. Kiinnitetään erityistä huomiota liikenneverkon kunnossapitoon.
- Liikenneverkon suunnittelussa ja parantamisessa priorisoidaan kestäviä liikkumis- ja kuljettamistapoja.
- Suunnattaessa panostuksia infrastruktuurihankkeille arvioidaan kunkin hankkeen yhteydessä sekä mahdollisuudet liikenteen tehostamiseen ensi sijassa älyliikennetarkaisuin että uusinvestointien osalta vaatimukset, jotka jatkossa mahdollistavat liikenteen datapohjaisen kehittämisen, palveluistumisen ja automaation.
- Liikenneverkon korjausvelkaa lyhennetään kustannustehokkaasti liikennetarpeen mukaan.
- Kävely- ja pyöräilyinfran rakentamista edistetään valtion toimin sekä valtion väylien yhteydessä että kuntien katuverkolla. Parannetaan kävelyn ja pyöräilyn olosuhteita myös muilla keinoin, esimerkiksi pyöräpysäköintiin panostamalla.

---

<sup>93</sup> Fyhri – Beate Sundfor: Do people who buy e-bikes cycle more? [https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S136192092030609X?fbclid=IwAR1qzvmad\\_TgaSxspAnX-OE8EwwBNh4h-XBKDzZ9Wlen\\_zdJ7d0PTjgkXGk](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S136192092030609X?fbclid=IwAR1qzvmad_TgaSxspAnX-OE8EwwBNh4h-XBKDzZ9Wlen_zdJ7d0PTjgkXGk)

### 2.2.3.3 Asiakaslähtöisten kestävien liikkumispalvelujen ja matkaketjujen edistäminen<sup>94</sup>

Suomalaiset tekevät henkeä kohden 2,7 matkaa vuorokaudessa ja liikkuvat näillä matkoillaan 41 kilometriä. Käytetyin kulkumuoto on henkilöauto, jonka osuus kaikista kotimaan matkoista on noin 59 % ja kaikista kilometreistä noin 76 %. Joukkoliikenteen osuus on noin 8 % matkoista ja noin 14 % kilometreistä. Kävelyn osuudet ovat noin 22 % ja 2 %, pyöräilyn osuudet vastaavasti 8 % ja 2 %.<sup>95</sup>

Viimeisten kahden vuosikymmenen aikana kävelyn ja pyöräilyn kulkutapaosuus matkoista on pienentynyt aivan viimeisiä vuosia lukuun ottamatta, ja henkilöauton osuus kasvanut. Julkisen liikenteen osuus matkoista on pysynyt hyvin tasaisena, mutta osuus matkasuoritteesta on pienentynyt samalla, kun henkilöauton osuus vastaavasti on kasvanut. Koko maassa kestävien liikkumismuotojen kulkutapaosuus on kotimaanmatkoilla matkoista noin 38 % ja matkasuoritteesta noin 18 %.<sup>96</sup>

Kestävien liikkumismuotojen ja -palveluiden osuus vaihtelee alueittain ja aluetyypeittäin, muun muassa liikkumispalveluiden tarjonnan sekä alue- ja yhdyskuntarakenteen mukaan. Kestävien liikkumispalveluiden, kuten joukkoliikenteen, käyttö on yleisintä suurilla kaupunkiseuduilla, joilla palveluiden tarjontaa on eniten, kävelyn ja pyöräilyn osuus taas keskisuurilla kaupunkiseuduilla ja maaseudun paikalliskeskuksissa, joilla välimatkat ovat usein lyhyitä ja suosivat kävelyä ja pyöräilyä.<sup>97</sup> Kaupunkiseuduilla joukkoliikenteen rinnalle on viime vuosina syntynyt myös kokonaan uudenlaisia liikennepalveluita, ns. MaaS-palveluita. Liikenteen uusia palveluita (MaaS-palveluita) ovat esimerkiksi jakamistalouteen perustuvat yhteiskäyttöiset palvelut kuten yhteiskäyttöautot, pyörien tai sähköpotkulautojen jakamispalvelut, kimpakyydit ja jaetut kuljetukset. MaaS-palveluiden ympäristövaikutukset riippuvat MaaS-ratkaisujen toteutustavasta, ohjauksesta ja muusta toimintaympäristöstä sekä siitä, missä määrin MaaS-palvelut korvaavat polttomoottoriautoihin perustuvaa henkilöautoilua. Positiivisen kehityksen tueksi tarvitaan kattavaa alan toimijoiden, kuten julkisen ja yksityisen sektorin yhteistyötä, ja liikennepoliittista ohjausta.

<sup>94</sup> Kestävällä liikkumisella tarkoitetaan yleensä liikkumista, joka minimoi ympäristöhaitat ja resurssien käytön. Useimmiten siihen luetaan ainakin jalankulku, pyöräily ja joukkoliikenne.

<sup>95</sup> Liikennejärjestelmä-sivusto: Suomalaisen liikkumistavat 31.7.2019, <http://liikennejarjestelma.fi/palvelutaso/liikennetyypit/matkat-hlt/>

<sup>96</sup> Liikennejärjestelmä-sivusto: Suomalaisen liikkumistavat 31.7.2019, <http://liikennejarjestelma.fi/palvelutaso/liikennetyypit/matkat-hlt/>

<sup>97</sup> Liikenne- ja viestintäviraston selvitys Liikennejärjestelmän nykytila ja toimintaympäristön muutokset. Traficomien tutkimuksia ja selvityksiä 4/2020, <https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/publication/Liikennej%C3%A4rjestelm%C3%A4n%20nykytila%20ja%20toimintaymp%C3%A4rist%C3%B6n%20muutokset.pdf>



Kestävien ja asiakaslähtöisten liikkumispalveluiden edistämisen kannalta keskeisiä osa-alueita ovat erilaiset matkaketjut ja liikenteen solmupisteet, sekä matkaketjujen muodostuminen ja palveluiden yhteentoimivuus. Kävely ja pyöräily ovat olennainen osa kestäviä matkaketjuja, ja jaetut resurssit kuten yhteiskäyttöautot ja muut liikenteen uudet palvelut kasvattavat entisestään kestävästä liikkumisesta vaihtoehtovalikoimaa. Tietoa hyödyntämällä voidaan parantaa palveluiden täyttö- ja käyttöasteita, luoda uusia palvelukokonaisuuksia ja optimoida kuljetuksia esimerkiksi reiteiltään tehokkaammiksi.

Suurin osa kaikista liikkumisen palveluista tuotetaan markkinaehtoisesti, ilman julkista rahoitusta. Markkinaehtoisia palveluja ovat mm. pääosa kaukoliikenteen palveluista (kotimaan lentoliikenne, junaliikenne ja linja-autoliikenne), osa taksiliikenteestä, yhdistämispalvelut ja osa lähiliikenteen palveluista kuten kaupunkipyörä- ja sähköpotkulautajajärjestelmistä. Markkinaehtoisesti tuotettujen palvelujen osuus on 66 %, kun tarkastellaan julkisen rahoituksen osuutta liikevaihdosta.<sup>98</sup>

Julkisesti rahoitettujen palvelujen kokonaisuus koostuu sekä avoimesta joukkoliikenteestä (mm. aikataulun mukainen reittiliikenne sekä kutsu- ja reittipohjaiset palvelulinjat) että kuntien ja valtion järjestämistä lakisääteisistä kuljetus- ja liikkumispalveluista kuten kuntien vammaispalvelulain ja sosiaalihuoltolain mukaisista kuljetuksista sekä valtion sairausvakuutuslain mukaisista kuljetuksista.

Valtion joukkoliikennetukien osuus koko julkisen liikenteen rahoituksessa on noin kymmenen prosenttia. Julkisia varoja käytetään vuosittain vajaan miljardin euron edestä liikenteen palveluihin, joista valtion joukkoliikennetukien osuus on noin 108 miljoonaa euroa vuodessa. Julkiseen liikenteeseen lasketaan juna-, linja-auto-, metro-, raitiotie-, taksi- ja lentoliikenne<sup>99</sup>. Kunnat ja kuntayhtymät rahoittavat liikenteen palveluja noin 880 miljoonalla, josta pääosa käytetään lakisääteisten henkilökuljetusten järjestämiseen ja rahoitukseen. Joukkoliikenteen järjestäminen ei ole Suomessa minikään tahon lakisääteinen velvollisuus, mutta kaupungit ovat nähneet tärkeäksi järjestää ja kehittää joukkoliikennettä kaupunkien toimivuuden, viihtyisyyden ja liikkumisen yhdenvertaisuuden vuoksi.

Liikkumispalvelujen kokonaisuus on ollut vuosina 2005–2015 kasvussa sekä liikevaihtoon että kotitalouksien kulutukseen perustuvilla mittareilla mitattuna. Liikevaihdolla

---

<sup>98</sup> Julkisen liikenteen suoritetilasto 2017, [https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/file/julkisen\\_liikenteen\\_sooritetilasto2017-netti.pdf](https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/file/julkisen_liikenteen_sooritetilasto2017-netti.pdf)

<sup>99</sup> Julkisen liikenteen suoritetilasto 2017, [https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/file/julkisen\\_liikenteen\\_sooritetilasto2017-netti.pdf](https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/file/julkisen_liikenteen_sooritetilasto2017-netti.pdf)

mitattuna voimakasta kasvua on havaittavissa etenkin suurten kaupunkien joukkoliikenteessä sekä taksiliikenteessä. Suurissa kaupungeissa (Helsingin, Tampereen, Turun ja Oulun kaupunkiseudut) joukkoliikenteen matkamäärät kasvoivat vuosina 2013–18 yhteensä 53,3 miljoonalla matkalla eli 13 prosenttia. Keskisuurilla kaupunkiseuduilla joukkoliikenteen käytön kasvu on ollut viime vuosina vielä voimakkaampaa. Vuosina 2014–18 joukkoliikenteen matkamäärät kasvoivat keskisuurissa kaupungeissa noin 5,5 miljoonalla matkalla eli 20 prosenttia<sup>100</sup>.

Kasvusuuntaa, joskin maltillisempaa, on havaittavissa myös pääosin markkinaehtoisesti järjestetyssä kaukoliikenteessä.<sup>101</sup> Kuten edellä kuvattiin, joukkoliikenteen kulkutapaosuus kaikista tehdyistä matkoista on kuitenkin viimeisten vuosikymmenten ajan pysynyt samoissa lukemissa ja osuus kaikista ajetuista kilometreistä pienentynyt. Tämä kertoo siitä, että huolimatta liikkumispalvelujen kysynnän kasvusta, henkilöautoilun kysyntä on kasvanut vielä enemmän.

## Haasteet ja mahdollisuudet vuosille 2030 ja 2045

Kansallisessa energia- ja ilmastostrategiassa (2016) ja Keskipitkän aikavälin ilmastosuunnitelmassa on asetettu tavoitteeksi, että henkilöautojen liikennesuorite kaupunkiseudulla ei enää 2020-luvulla kasvaisi. Kävelyn ja pyöräilyn osalta tavoitteeksi on asetettu, että näiden matkojen yhteenlasketut määrät kasvaisivat 30 % vuoteen 2030 mennessä (verrattuna vuoteen 2017). Keskeisimpiä toimenpiteitä näihin tavoitteisiin pääsemiseksi ovat esimerkiksi liikenteen ja maankäytön yhteensovittaminen, maankäytön, asumisen ja liikenteen sopimukset eli MAL-sopimukset, kävelyn ja pyöräilyn investointiohjelma sekä muut investoinnit kävelyyn ja pyöräilyyn, panostaminen joukkoliikenteen palvelutasoon ja raideliikenteen investoinnit<sup>102</sup>.

Joukkoliikennetoimenpiteiden ilmastovaikutukset ovat suurimmillaan silloin kun ne kytetään tiiviisti osaksi taloudellisia ohjauskeinoja sekä maankäytön, kävelyn, pyöräilyn ja muiden liikkumisen palveluiden suunnittelua. Suurin merkitys joukkoliikenteen suoritteeseen on kaukoliikenteellä ja suurten kaupunkien liikenteellä, joille asetetaan myös kovimmat kasvuodotukset. Keskisuurilla kaupunkiseuduilla on hyvä suhteellinen kehittämispotentiaali, mutta vaikutukset ovat kokonaisuuden kannalta pieniä. Pienissä

---

<sup>100</sup> JUKU 2018, <https://juku.traficom.fi/avoin/>

<sup>101</sup> HUOM: tilastot ennen 2020 kevättä

<sup>102</sup> Energia- ja ilmastostrategia 2016; Keskipitkän aikavälin ilmastosuunnitelma 2017.

kaupungeissa ja ELY-keskusten sopimusliikenteessä on nykyisessä säädösympäristössä kysymys paljolti markkinaehtoisesta liikenteen täydentämisestä ja peruspalvelutason säilyttämisestä, eikä erityistä kasvupotentiaalia ole.<sup>103</sup>

Samanaikaisesti henkilöliikenteen palvelujen kehittämisen kanssa tulisi lisätä mahdollisuuksia kävelyyn ja pyöräilyyn sekä itsenäisinä kulkumuotoina että osana matkaketjuja sekä huolehtia kehittämisen yhteensovittamisesta maankäytön suunnittelun kanssa. Suomalaisista lapsista ja nuorista vain reilu kolmannes, aikuisväestöstä alle viidennes ja ikäihmisistä muutama prosentti liikkuvat terveys-suositusten mukaisesti<sup>104</sup>. Fyysistä aktiivisuutta on mahdollista lisätä kävelyä ja pyöräilyä edistämällä. Henkilöautolla tehtävien matkojen osuus on suuri jo 1-2 kilometrin mittaisilla matkoilla, joilla olisi paljon mahdollisuuksia kävelyn ja pyöräilyn lisäämiseen.

Joukkoliikenteen kilpailukyky henkilöautoliikenteeseen nähden riippuu liikennöintinopeuden ja asiakashinnan lisäksi pitkälti siitä, kuinka saumattomasti asiakasnäkökulmasta matkaketju saadaan toimimaan. Toimiva matkaketju edellyttää matkan alku- ja loppupään edellytysten varmistamista esimerkiksi muiden liikkumispalveluiden, kävelyn, pyöräilyn tai liityntäpysäköinnin avulla. Digitaaliset palvelut osaltaan vauhdittavat matkaketjujen syntymistä. Keskeisessä roolissa asiakkaan kannalta on helposti saatavilla oleva, johdonmukainen ja yhteen koottu matkustajainformaatio, joka mahdollistaa myös matkaketjun ja -pakettien ostamisen yhden luukun periaatteella. Myös liikennepalvelulaki edellyttää viranomaisia suunnittelemaan joukkoliikennepalvelut siten, että ne sovitettaisiin yhteen henkilökuljetusten ja markkinaehtoisesti tuotettujen palvelujen kanssa sekä avaamaan tietojärjestelmien rajapinnat niin, että tiedot ovat käytettävissä kaikissa eri järjestelmissä.

Edellä kuvatut tarpeet yhteensovitetuille matkaketjuille korostuvat henkilöliikenteen solmupisteissä eli matkakeskuksissa, terminaaleissa, asemilla ja keskuspysäkeillä. Pitkillä kotimaan matkoilla keskeisiä solmupaikkoja matkustajan kulkutapavalinnan kannalta ovat rautatie- ja linja-autoasemat sekä lentoasemat. Lyhyemmillä arki- ja vapaa-ajan matkoilla, kuten kaupunkiseutujen reunoilta kaupunkiseutujen ydinalueille suuntautuvilla matkoilla, henkilö- ja yhteiskäyttöautojen ja polkupyörien liityntäpysäköintipaikat lisäävät autoilun, pyöräilyn ja joukkoliikenteen yhdistämismahdollisuuksia.<sup>105</sup> Joukkoliikenteen ja muiden liikennepalveluiden käyttöön voidaan vaikuttaa

<sup>103</sup> Liikenne- ja viestintäviraston julkaisu Taustaselvitys joukkoliikenteen tilakuvasta ja tavoitteellisesta kehityssuunnasta. Traficom julkaisu 25/2019.

<sup>104</sup> Lasten ja nuorten liikuntakäyttäytyminen Suomessa. LIITU –tutkimuksen tuloksia 2018. Valtion liikuntaneuvoston julkaisu 2019:1, toimittanut Kokko – Martin; Valtion liikuntaneuvosto Murto, J. & et. al. (2017). Aikuisten terveys-, hyvinvointi- ja palvelututkimus ATH:n perustulokset 2010-2017.

<sup>105</sup> Liikenne- ja viestintäviraston selvitys Liikennejärjestelmän nykytila ja toimintaympäristön muutokset. Traficom tutkimuksia ja selvityksiä 4/2020, <https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/publication/Liikennej%C3%A4rjestelm%C3%A4n%20nykytila%20ja%20toimintaymp%C3%A4rist%C3%B6n%20muutokset.pdf>

myös kaupunkien muulla pysäköintipolitiikalla. Jos ilmaisia ja/tai helposti saatavilla olevia pysäköintipaikkoja on kaupunkialueella paljon, liikenteen palveluista on vaikea saada käyttäjälle yhtä houkuttelevia kuin oman auton käytöstä.

Tulevaisuutta ajatellen edellytykset kestävien liikkumismuotojen kasvulle ovat olemassa. Yhä suurempi osa väestöstä asuu kasvavilla kaupunkiseuduilla, jossa palvelut ovat lähellä. Myös kuluttajien valmiutta yhteiskäyttöautoihin ja uusiin palveluihin on tutkittu ja valmiutta näyttäisi olevan. Kaupunkiseudulla liikutaan haja-asutusalueita useammin jalan ja pyörällä, sillä monet toiminnot ovat näiden kulkutapojen kantaman sisällä. Toistaiseksi muutokset eivät kuitenkaan ole näkyneet kestävien liikkumismuotojen käyttöosuuksien kasvuna eli lisätoimia tarvitaan.

### Jatkovalmistelussa huomioitavaa / työryhmän suositukset:

- Kestävien liikkumispalveluiden yhteentoimivuutta ja –sovittamista parannetaan yhteistyössä julkisen ja yksityisen sektorin toimijoiden kesken. Huomioidaan uudet, kestävät liikkumismuodot ja –palvelut ovelta-ovella matkaketjujen kehittämisessä ja kannustetaan toimintaympäristöllä ja TKI-panostuksilla uusien innovatiivisten palveluiden kehitykseen. Panostetaan liikenteen erilaisiin solmukohtiin kuten asemiin, matkakeskuksiin ja vastaaviin sujuvien matkaketjujen mahdollistajina.
- Parannetaan tieto-, lippu- ja maksujärjestelmien yhteentoimivuutta, jotta kestävät matkaketjut ovat asiakkaille helppoja ja sujuvia käyttää.
- Liikenteen palveluiden julkisissa hankinnoissa ja julkisten toimijoiden omissa kuljetuksissa otetaan mahdollisuuksien mukaan käyttöön kutsuhjautuvia ja eri kuljetuksia yhdisteleviä palveluita. Tehostetaan tiedon hyödyntämistä osana palveluhankintaa ja hyödynnetään innovatiivisia hankintoja.
- Huolehditaan julkisen liikenteen toimintaedellytyksistä myös poikkeusaikoina. Korona on aiheuttanut joukkoliikenteelle ja muulle julkiselle liikenteelle matkustajakadon ja vaikean rahoituskriisin, jolla on pitkittyessään merkittäviä yhteiskunnallisia vaikutuksia. Tämän kriisin hoitamiseen tarvitaan valtion rahoitusta, jotta joukkoliikenteen palvelutaso ja yritysten toimintaedellytykset pystytään turvaamaan.
- Joukkoliikennepalveluiden parantaminen kaupunkiseuduilla, alueilla ja keskusten välisillä yhteyksillä edellyttää lisäpanostuksia joukkoliikenteen tukemiseen.

#### 2.2.3.4 Logistiikan tehostaminen

Kotimaan tavaraliikenteen kuljetussuorite on viime vuosina ollut noin 35-40 miljardia tonnikipometriä vuosittain.<sup>106</sup> Kuljetetun tavarantoimien määrät riippuvat suuresti taloudellisista suhdanteista: kun talous kasvaa, tavaraa kuljetetaan paljon; talouden taantuessa kuljetetun tavarantoimien määrät vähenevät hyvinkin radikaalisti.

<sup>106</sup> Liikennejärjestelmä-sivusto, [www.liikennejarjestelma.fi](http://www.liikennejarjestelma.fi)

Tieliikenteen osuus kuljetussuoritteista on hallitseva, noin 65 %. Raideliikenteen osuus kuljetussuoritteista on noin 28 % ja vesiliikenteen noin 7 %. Eri kuljetusmuotojen osuudet ovat pysytelleet likimain saman suuruisina viime vuosina.<sup>107</sup>

Rautatieliikenteen osuus kaikesta Suomen tavaraliikenteestä on perinteisesti ollut suurempi kuin EU-maissa keskimäärin. Rautateiden osuus on ollut suuri pitkien välimatkojen ja teollisuuden rakenteen takia. Tavarakuljetukset rautateilla ovat tyypillisesti suurten massojen säännöllisiä kuljetuksia, joita liikennöidään mahdollisimman pitkällä junilla.<sup>108</sup>

Tavaralajeista soran ja muiden maa-ainesten kuljetukset muodostavat runsaan kolmanneksen kaikista kuljetuista tonneista. Niiden keskimääräiset kuljetusmatkat ovat kuitenkin melko lyhyitä, vain noin 20 kilometriä. Suurin osa kuljetusten kilometreistä (kuljetussuoritteesta) syntyy tukki- ja kuitupuuhun liittyvistä kuljetuksista, toiseksi suurin osa kaupan kuljetuksista ja kolmanneksi suurin osa rakennusteollisuuden kuljetuksista.

Kuljetussuoritteiden trendi on viimeisen kymmenen vuoden aikana ollut selvästi nouseva huolimatta siitä, että kuljetetun tavaran määrässä ei ole ollut vastaavaa kasvua. Esimerkiksi verkkokaupan laajeneminen on mahdollisesti kasvattanut kuljetusetsäisyksiä ja lisännyt kuljetettavan kappaletavaran määrää. Myös kotiinkuljetus on saattanut ohentaa kuljetusvirtoja ja vaikuttaa kuljetusten energiatehokkuuteen negatiivisesti. Kuljetussuoritteiden kasvua on tapahtunut etenkin maanteillä. Katujen ja yksityisteiden suorite ei juurikaan ole kasvanut vuoden 2007 jälkeen, joskin katusuoritteen tilastointiin liittyy merkittäviä epävarmuuksia.<sup>109</sup>

Euroopan maissa kuljetetaan huomattava määrä rahtia ns. yhdistettyinä kuljetuksina. Yhdistettyjen kuljetusten määrä on kasvanut Euroopan rautateilla vuodesta 2005 vuoteen 2016 noin 50 % tavaratonneilla mitattuna. Yhdistettyjen rautatiekuljetusten osuus vuonna 2016 oli Euroopan maissa keskimäärin noin 22 % ja Suomessa noin 2 % kaikista tonnikipometreistä. Suomessa yhdistetyt juna-kuorma-autokuljetukset lopetettiin Tampereen ja Oulun välillä vuonna 2011 ja Helsingin Pasilan ja Oulun välillä vuoden

<sup>107</sup> Liikennejärjestelmä-sivusto, [www.liikennejarjestelma.fi](http://www.liikennejarjestelma.fi)

<sup>108</sup> Liikenne- ja viestintäviraston selvitys Liikennejärjestelmän nykytila ja toimintaympäristön muutokset. Traficomien tutkimuksia ja selvityksiä 4/2020, <https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/publication/Liikennej%C3%A4rjestelm%C3%A4n%20nykytila%20ja%20toimintaymp%C3%A4rist%C3%B6n%20muutokset.pdf>

<sup>109</sup> Liikenne- ja viestintäviraston selvitys Liikennejärjestelmän nykytila ja toimintaympäristön muutokset. Traficomien tutkimuksia ja selvityksiä 4/2020, <https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/publication/Liikennej%C3%A4rjestelm%C3%A4n%20nykytila%20ja%20toimintaymp%C3%A4rist%C3%B6n%20muutokset.pdf>

2014 alussa. Syynä lopettamiseen oli yhdistettyjen juna-kuorma-autokuljetusten heikentynyt kysyntä ja huono kannattavuus. Heikentyneeseen kysyntään vaikuttivat rai-deinfran ongelmat toisaalta, ja tieliikenteen ajoneuvoyhdistelmien koon kasvu toisaalta.<sup>110</sup>

Suomessa on sallittu liikenteeseen huomattavasti isompia ajoneuvoyhdistelmiä kuin muualla Euroopassa. Vuonna 2013 tuli voimaan asetus, jonka myötä Suomessa sallittujen mittojen ja massojen ylärajat nousivat. Aikaisemmin liikenteessä oli voinut olla massaltaan enintään 60 tonnin ajoneuvoyhdistelmiä. Uudistuksessa enimmäismassa nousi 76 tonniin. Samalla suurin sallittu korkeus nousi 4,2 metristä 4,4 metriin. Mittoja ja massoja uudistettiin myös tammikuussa 2019. Tammikuun asetusmuutos mahdollisti entistä pidempien, jopa yli 25-metrinen ajoneuvoyhdistelmien tulon yleiseen liikenteeseen. Suomi ja Ruotsi ovat ainoat Euroopan unionin maat, jotka sallivat näiden liikkumisen. Suurempien ajoneuvoyhdistelmien käyttö mahdollistaa saman kuljetuskapasiteetin pienemmällä ajoneuvomäärällä, mikä tuo kustannussäästöjä ja vähentää päästöjä.<sup>111</sup> Taajamaliikenteessä ongelmana kuitenkin on, että HCT-ajoneuvot saattavat heikentää erityisesti kävelijöiden ja pyöräilijöiden liikenneturvallisuutta, koska ka-tuverkko on erityisesti keskusta-alueilla mitoitettu huomattavasti pienemmille ajoneuvoille.

Kuljetuskaluston koko vaikuttaa sähkön käyttömahdollisuuksiin liikenteessä. Kaikkein suurimmat ajoneuvot eivät todennäköisesti tule käyttämään sähköä edes (lähi)tulevaisuudessa, sillä ne on rajattu ulos EU:n autovalmistajia koskevasta raja-arvolainsäädännöstä. Riittävän suurien akkujen lisääminen suuriin ajoneuvoihin on ongelmallista myös teknisistä syistä, sillä suuret akut veisivät osan ajoneuvon hyötykuormasta. Suomessa suurten ajoneuvojen osuus kuljetuksista on suuri. Vuonna 2019 kokonaispainoluokaltaan yli 68 tonnia painavat ajoneuvoyhdistelmät kuljettivat lähes 30 % prosenttia koko kuljetetusta tavaramäärästä. Osuus on kasvanut tasaisesti vuoden 2013 lopulla voimaan tulleen ajoneuvoyhdistelmien massoja ja mittoja koskeneen käyttöasetuksen myötä. Toisaalta alle 54 tonnia painavien ajoneuvoyhdistelmien osuus kuljetussuoritteesta oli myös lähes 30 %. Tämän kokoluokan autoissa sähköistäminen voisi tulevaisuudessa olla mahdollista.

---

<sup>110</sup> VR:n tiedote 1.11.2013, <https://www.vrgroup.fi/fi/vrgroup/ uutishuone/uutiset-ja-tiedotteet/rekkojen-kuljetus-junissa-paattyy-011120130828/>

<sup>111</sup> Liikenne- ja viestintäviraston selvitys Liikennejärjestelmän nykytila ja toimintaympäristön muutokset. Traficom:n tutkimuksia ja selvityksiä 4/2020, <https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/publication/Liikennej%C3%A4rjestelm%C3%A4n%20nykytila%20ja%20toimintaymp%C3%A4rist%C3%B6n%20muutokset.pdf>

Logistiikkakustannukset ovat merkittävä kuluerä yrityksille. Teollisuuden ja kaupan alan logistiikkakustannukset olivat 40,3 mrd. € vuonna 2017, joista Suomeen kohdistui noin 27 mrd. €. Suomen bruttokansantuotteeseen suhteutettuna teollisuuden ja kaupan alan logistiikkakustannukset Suomessa olivat vuonna 2017 noin 12,2 % ja kuljetuskustannusten osuus vientiyritysten liikevaihdosta noin 5 %. Logistiikkakustannukset ovat olleet viime vuosina hieman kasvussa<sup>112</sup>. Logistiikkasektorilla polttoainekustannukset ovat keskeinen kustannustekijä ja siksi kustannuspaine on pitkään suosinut polttoaineenkulutuksen vähentämistä ja sitä kautta päästöjen vähentämistä.<sup>113</sup>

## Haasteet ja mahdollisuudet vuosille 2030 ja 2045

Tiekuljetusten vahvuutena tavaraliikenteessä on joustavuus, mikä mahdollistaa kuljetukset haluttuina määrinä ja oikea-aikaisesti. Tasainen toimitusvirta mahdollistaa raaka-aineille ja valmiille tavaroille pienet varastomäärät. Autokuljetukset mahdollistavat myös pienten ja satunnaisten kuljetuserien suhteellisen edullisen kuljettamisen. Toisaalta alan haasteena ovat usein ohuista ja sirpaleisista kuljetusvirroista sekä pienistä kuljetuseristä koostuvat kuljetukset, paikoitellen heikot täyttöasteet ja tyhjänäajo.<sup>114</sup>

Jakelukuljetuksissa ja citylogistiikassa on monia kehittämismahdollisuuksia, vaikka näiden kuljetusten osuus koko tavaraliikenteen energiankulutuksesta onkin melko pieni. Jakelukuljetuksiin liittyviä liikennevirtoja voitaisiin tehostaa kehittämällä toimitusten yhteisvarastointia ja -kuljetuksia, kehittämällä menetelmiä kuljetusten ja reititysten optimaalisempaan suunnitteluun ja kehittämällä yritysten välistä yhteistyötä. Lisäksi kehitteillä on erilaisia uusia kuljetusmuotoja kuten mm. droonien ja kuljetusrobottien hyödyntämistä jakeluliikenteessä. Kevyempiä kuljetuksia voitaisiin kaupunkiseuduilla toimittaa perille myös tavarapyörillä.

Tavaraliikenteen energiatehokkuutta olisi mahdollista parantaa ja päästöjä sitä kautta vähentää myös siirtämällä tavaraa soveltuvien osien teiltä raiteille. Esimerkiksi yhdistetyt juna-kuorma-autokuljetukset vähentäisivät kuorma-autoliikennettä ja CO<sub>2</sub>-päästöjä tehokkaasti. Ainakin Turun ja Oulun sekä Helsingin ja Oulun yhteysväleillä olisi olemassa riittävä kysyntä (20–25 vaunua/kuorma-autoa arkipäivässä) ja ainakin osa

<sup>112</sup> Logistiikkakustannukset pitävät sisällään myös muita kustannuksia kuin kuljetuskustannuksia, esimerkiksi varastointiin liittyvät kustannukset.

<sup>113</sup> Liikenne- ja viestintäviraston selvitys Liikennejärjestelmän nykytila ja toimintaympäristön muutokset. Traficomien tutkimuksia ja selvityksiä 4/2020, <https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/publication/Liikennej%C3%A4rjestelm%C3%A4n%20nykytila%20ja%20toimintaymp%C3%A4rist%C3%B6n%20muutokset.pdf>

<sup>114</sup> Liikenne- ja viestintäviraston selvitys Liikennejärjestelmän nykytila ja toimintaympäristön muutokset. Traficomien tutkimuksia ja selvityksiä 4/2020, <https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/publication/Liikennej%C3%A4rjestelm%C3%A4n%20nykytila%20ja%20toimintaymp%C3%A4rist%C3%B6n%20muutokset.pdf>

näistä autoista voisi siirtyä käyttämään tavarajunaa, jos hinta olisi kilpailukykyinen suoran tiekuljetuksen kanssa. Yhdistettyjen juna-kuorma-autokuljetusten käynnistäminen uudelleen vaatisi kuitenkin aktiivisia toimenpiteitä ja yhteistyötä ainakin valtiolta, kunnilta, tiekuljetusyrityksiltä, rauta-tieyrityksiltä ja terminaalitoiminnoista vastaavilta yrityksiltä.

Sekä kaupunkien jakeluliikenteen että yhdistettyjen kuljetusten kehittäminen vaatisi merkittäviä panostuksia tavaraliikenteen solmupisteisiin. Tavaraliikenteen solmupisteitä voivat olla muun muassa ratapihat, satamat, lentoasemat, erikokoiset logistiikka-palvelukeskukset, logistiikkakeskukset, terminaalit ja varastot. Myös raskaan tieliikenteen taukopaikkoja ja siirtokuormausalueita lisäämällä ja kehittämällä erityisesti Uudellamaalla voitaisiin vähentää turhaa ajosuoritetta ja siten hiilidioksidipäästöjä.

Tavarankuljetusten energiatehokkuutta olisi periaatteessa mahdollista kasvattaa myös hyödyntämällä entistä enemmän ns. HCT-ajoneuvoja. Näiden kaikkein suurimpien ajoneuvojen osalta on kuitenkin huomattava, että akkusähköön käyttö tällaisten ajoneuvojen käyttövoimana ei näytä pitkälläkään aikavälillä todennäköiseltä vaihtoehdolta. Suuriin ajoneuvoyhdistelmiin voitaisiin mahdollisesti saada sähköä sähköteitä rakentamalla, mutta sähköteitä ei todennäköisesti ole mahdollista rakentaa kuin pääteiden varteen. HCT-rekkojen päästöjen poistaminen täytyy siten tehdä pääsääntöisesti joko uusiutuviin tai synteettisiin polttoaineisiin siirtymällä, jotka molemmat ovat ainakin tällä hetkellä hinnaltaan kalliimpia kuin fossiiliset polttoaineet tai sähkö, ja voivat sitä kautta vaikuttaa myös kuljetusten hintoihin ja Suomen tavaraviennin kustannuskilpailukykyyn.

### **Jatkovalmistelussa huomioitavaa / työryhmän suositukset:**

- Raskaan kaluston energiatehokkuutta ja samalla kustannustehokkuutta parannetaan muun muassa teiden älykystä ja ennakoivaa kunnossapitoa tehostamalla ja Suomessa sallittuja, erityisen suuria ajoneuvoja (HCT) hyödyntämällä.
- Tavarankuljetuksia ja logistiikkaa voidaan tehostaa myös digitalisaation ja automaation keinoin (ks. seuraava luku).
- Selvitetään mahdollisuudet yhdistettyjen kuljetusten uudelleen aloittamiseksi ja/tai osan kuljetuksista siirtämiseksi teiltä raiteille tai vesille.

#### **2.2.3.5 Digitalisaatio ja automaatio**

Erilaisten digitaalisten ratkaisuiden avulla voidaan tehostaa olemassa olevan liikenneinfrastruktuurin käyttöä ja siten parantaa liikenteen energiatehokkuutta ja vähentää liikenteen kasvihuonekaasupäästöjä. Hyviä esimerkkejä digitalisaation liikennettä tehostavista ratkaisuista ovat esimerkiksi liikenteen ohjaamiseen, reittien suunnitteluun



ja tyhjänä ajon välttämiseen liittyvät ratkaisut. Kaupunkiseutujen sisääntuloväylillä ja kehäteillä liikenteen sujuvuutta voidaan merkittävästi parantaa älykkään liikenteen hallinnan keinoin. Ajantasaista liikennetietoa hyödyntämällä liikennettä voidaan ruuhka-aikaan ohjata parhaille mahdollisille reiteille tai vapaana oleville pysäköintialueille. Älykkäällä ja ennakoivalla kunnossapidolla, mm. laserkeilauksella, konenäköä ja tekoälyä hyödyntämällä voidaan pitää väylästää kunnossa nykyistä tehokkaammin, väylien kunnan vaikuttaessa polttoaineen kulutukseen.

Digitaaliset ratkaisut voivat auttaa myös kehittämään kokonaan uudentyyppisiä liikennepalveluja. Integroimalla liikennejärjestelmän eri osa-alueet tehokkaasti toisiinsa tiedon avulla voidaan rakentaa kokonaisvaltaisia eri asiakastarpeisiin vastaavia multimodaaleja ratkaisuja. Näin pystytään tarjoamaan uusia vaihtoehtoja yksityisautoilulle. Lisäksi digitalisaatio on vahvasti mukana liikenteen erilaisiin jaettuihin palveluihin kuten yhteiskäyttöautoihin ja kaupunkipyöriin liittyvän liiketoiminnan kehittämisessä. Osa liikumistarpeista voi digitalisaation myötä myös kokonaan poistua, jos palvelun saa hankitaksi vaikkapa internetin kautta ilman fyysistä liikkumisen tarvetta. Vuoden 2020 koronakevät on osoittanut, että erilaisilla etätyö- ja muilla etäkäytännöillä voidaan hoitaa asioita yllättävänkin monella alalla. Etätyön yleistymisellä saattaa tulevaisuudessa olla kasvava merkitys myös liikenteen päästövähennysten kannalta.

Digitalisaatiolla on potentiaalia myös kuorma-autojen ja muiden tavarankuljetuksia palvelevien liikennevälineiden käyttö- ja täyttöasteen nostamisessa. Esimerkiksi vähentämällä tyhjänä ajoa nykyisestä 23 prosentista 18 prosenttiin, tavaraliikenteen päästöt saataisiin palautetuksi vuoden 2016 tasolle. Tämä edellyttäisi mm. laajamittaista kuljetusten välityspalvelujen käyttöä ja kaupunkien yhteisjakelua. Myös sähköisten rahtikirjojen käyttöönottoa tulisi huomattavasti nopeuttaa. Valtion sääntelyssä tulisi varmistaa mahdollisuudet toiminnan kehittämiseen ja rajapintojen avoimuuteen julkisen sektorin eri järjestelmissä kuten verotuksessa (esim. alv). Keskeistä olisi kuitenkin reittisuunnittelun ja erilaisten välityspalveluiden kehittäminen, jotta kuljetuksia voisi yhdistellä ja näin kehittää täyttöastetta, jolloin keskeisessä roolissa ovat kuljetusten tilaajan valinnat, yritysten liiketoimintaprosessit ja toimintamallit.

Kuten liikenteen digitalisaatiolla, myös liikenteen automaatiolla voidaan vaikuttaa liikenteen energiatehokkuuteen ja päästöihin. Erityisesti on kyse sujuvuuden lisääntymisen ja häiriöiden vähentymisen seurauksena tapahtuvista päästövähennyksistä. Tieliikenteessä automaatio etenee asteittain siten, että yhä suurempi osa ajoneuvon toimintoista siirtyy ihmiseltä koneelle. Tällä hetkellä liikenteessä on ajoneuvoja, joissa on kuljettajaa avustavia järjestelmiä, kuten kaistavahteja. Jatkossa aktiiviset ajotoiminnot siirtyvät ihmiseltä koneelle ja takaisin liikenneympäristöjen ja olosuhteiden vaihdellessa. Ajoneuvojen automaatiikka huolehtii aktiivisista ajotoiminnoista niin sanotun suunnitellun toimintaympäristön (operational design domain, ODD) puitteissa. Se tulee automaation seuraavassa vaiheessa olemaan hyvin rajoitettu, mutta laajentunee

jatkossa. Liikenteen automaatio on edennyt jonkin verran hitaammin kuin muutama vuosi sitten ennustettiin.

Päästöjen vähenemisen kannalta on merkittävää, että monet sujuvuutta lisäävistä ja häiriöitä vähentävistä järjestelmistä ovat käytettävissä jo nykyään tai lähitulevaisuudessa. Erityisesti kyse on siitä, että päästöjen väheneminen ei edellytä täysautomaatiota, vaan osajärjestelmien automaatio riittää. Lisäksi on huomattava, että itse automaatiota suurempi merkitys päästövähennysten saavuttamisessa on liikennevälineiden kytkeytymisellä tietoliikenneverkkoihin ja sen mahdollistamalla tiedon hyödyntämisellä. Kehittyvän tiedonvaihdon myötä erityisen suuri merkitys on reittien ja kapasiteettien optimoinnilla.

## Haasteet ja mahdollisuudet vuosille 2030 ja 2045

Nykyaikaisessa liikennejärjestelmässä tehostaminen ja kehittäminen ovat vahvasti kytköksissä digitalisaatioon. Digitalisaatio voi muuttaa liikennettä kestävämmäksi parantamalla käyttö- ja täyttöasteita, säätämällä liikenteen ohjausta liikennevirtojen mukaan sekä kannustamalla joukkoliikenteeseen, pyöräilyyn ja kävelyyn siirtymistä muun muassa helpottamalla reittivalintoja, lippujen hankintaa, yhteiskäyttöisten ajoneuvojen käyttöä, kuljetusten tilauksia tai vaikkapa lihasvoimin liikuttujen kilometrien määrien seurantaan. Digitalisaatiota tarvitaan myös älykkään sähköautojen latausinfrastruktuurin luomisessa. Lyhyellä aikavälillä käyttövoiman muutoksiin verrattuna yksittäisten digitalisaation keinojen avulla saavutetut päästövähennykset näyttäytyvät pieninä, mutta digitalisaatio on kokonaisuus, jonka vaikutukset muodostuvat usean pienemmän keinon kautta sekä hyödyt voivat jakautua usealle sektorille.<sup>115</sup>

Digitalisaatio vaikuttaa liikenteeseen myös välillisesti erilaisten muutostrendien kautta. Tunnistettuja muutostrendejä ovat muun muassa kaupungistuminen, kaupan rakenteen muutos ja kiertotalous. Esimerkiksi kuluttajaverkkokauppa on kasvanut nopeasti jo useamman vuoden ajan ja kasvu näyttää jatkuvan. Myös yritysten välinen verkkokauppa kasvanee nopeasti. Verkkokaupan kasvu vaikuttaa kaupan rakennemuutoksen kautta logistiikkaan niin, että tuotteet toimitetaan entistä useammin suoraan kuluttajalle tai noutopisteisiin vähittäiskauppojen sijasta. Verkkokaupan kasvu voi vähentää henkilöautoliikennettä, mutta lisätä vastaavasti jakeluliikennettä. Tällä voi olla oma vaikutuksensa liikenteen energiatehokkuuteen.

---

<sup>115</sup> Logistiikan digitalisaation ilmastovaikutuksia koskeva selvitys. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisu 2020:8, <http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/162319>

Myös jakamispalvelut ja kulkutapojen yhdistäminen sekä liikenteen palvelut (esim. liikkuminen palveluna, MaaS) voivat muuttaa merkittävästi liikkumistottumuksia ja vähentää päästöjä resurssien tehokkaammalla käytöllä, vauhdittamalla ajoneuvokannan uusiutumista sekä vähentämällä materiaalitarvetta ja pienentämällä siten valmistuksen päästöjä. Digitalisaation, matkaketjujen kehittämisen ja jakamispalveluiden vaikutuksista liikkumiseen on tehty paljon tutkimusta. Tutkimuslähteet perustuvat pääosin mallinnukseen tai erilaisiin pilotointeihin. Tehdyissä simulaatioissa palveluiden potentiaali on huomattava, mutta kokonaisvaltaista mallinnusta Suomen osalta ei kuitenkaan ole tehty. Tällaiselle on tarvetta jatkotyössä.

Automaation merkitys liikenteen päästövähennystoimena liittyy erityisesti liikenteen sujuvuuden lisääntymiseen. Automaattiliikenteessä arvioidaan tapahtuvan vähemmän niin sanottua kuminauhailmiötä, eli kiihdytysten ja jarrutusten tarve vähenee, mikä vähentää polttoaineen kulutusta. Tässä suhteessa jo kuljettajaa avustavat järjestelmät tuottavat usein päästövähennyksiä, sillä adaptiiviset nopeudensäätimet tasoittavat ajoneuvon kulkua. Suomessa autokannan hidas uusiutumismuutos hidastaa näiden järjestelmien yleistymistä. Tämä on haasteellista myös siksi, että automaation odotetaan lisäävän liikenneturvallisuutta. Vähentyvien onnettomuuksien myötä häiriötilanteet vähenevät, mikä osaltaan lisää sujuvuutta.

Tieliikenteen automaatio etenee keihäänkärjissä, joista eräitä keskeisimpiä ovat automaattiset (etäohjatut) pienlinja-autot. Niiden avulla arvioidaan voitavan tehostaa muun muassa joukkoliikenteen syöttöliikennettä (niin sanotun ensimmäisen ja viimeisen kilometrin ongelman ratkaiseminen) ja siten parantaa joukkoliikenteen houkuttelevuutta ja vähentää yksityisautoilua. Automaattiset pienlinja-autot ja myöhemmin käyttöön tulevat robottitaksit voivat myös parantaa joukkoliikenteen kannattavuutta ja tarjontaa haja-asutusalueilla. Myös kuljettajan taloudellista ajotapaa parantavat digitaaliset järjestelmät, digitalisaation mahdollistama ajoneuvoyhdistelmien letka-ajo (ajoneuvojen ilmanvastuksen pienentäminen) ja sähköiset kuljetusasiakirjat ovat keinoja vähentää liikenteen CO<sub>2</sub>-päästöjä.

Tieliikenteen automaatioon liittyy myös eräitä uhkakuvia liikenteen päästövähennysten näkökulmasta. Eräs skenaario on, että automaattiliikenne tekee yksityisestä henkilöliikenteestä niin houkuttelevaa, että yksityisautoilun määrä kasvaa. Kehitystä on siksi pyrittävä ohjaamaan suuntaan, jossa joukkoliikenteen houkuttelevuus ja ajoneuvojen yhteiskäyttöisyys kasvaa ja liikenteen päästöt saadaan laskemaan tavoitteita vastaavalla tavalla.

## Jatkovalmistelussa huomioitavaa / työryhmän suositukset:

- Tiedon saatavuutta ja hyödyntämistä parantamalla sekä digitaalisia teknologioita ja automaatiota hyödyntämällä voidaan optimoida reittejä ja kuljetuskapasiteettia, yhdistellä kuljetuksia ja optimoida jakelua. Automaattiliikenteellä voi olla vahva rooli myös tulevaisuuden joukkoliikenteen syöttöliikenneratkaissa.
- Päästövähennysten toteutuminen edellyttää, että kuljetusketjujen reaaliaikaista seuranta- ja päästötietoa olisi saatavilla kansainvälisesti yhteismitallisessa muodossa. Panostetaan reaaliaikaisen tiedon saatavuuteen ja älykkääseen infrastruktuuriin liikenteenohjauksen tehostamiseksi ja automatisaation mahdollistamiseksi kaikissa liikennemuodoissa.
- Määritellään yhteistyössä julkisen ja yksityisen sektorin kesken tiedon jakamisen ja hyödyntämisen periaatteet, prosessit ja roolit sekä vastuunjako, ottaen huomioon EU-lainsäädännön kehitys.
- Hyödynnetään laajasti etätyökäytäntöjen ja teknologioiden mahdollisuudet liikenteen päästöjen vähentämiseksi.

## 2.2.4 Liikenteen hinnoittelu ja verotus

### 2.2.4.1 Liikenteen verotus

Suomen nykyinen energiaverotus perustuu polttoaineen energiasisältöön, polton päästöön ja polttoaineen elinkaarenaikaiseen hiilidioksidipäästöön, joten verojärjestelmään sisältyy huomattavaa taloudellista ohjausta päästöjen vähentämiseksi ja energian säästöön kannustamiseksi. Liikenteen veroissa eli auto-, ajoneuvo- ja polttoaineveroissa on nykytilassa merkittävää taloudellista ohjausta ja esimerkiksi polttoaineveron laskentaperusteena oleva CO<sub>2</sub>-tonnin arvo on elokuusta 2020 alkaen tasolla 77 €/t CO<sub>2</sub>. Ennen korotusta CO<sub>2</sub>-tonnin arvo oli 66 €/t CO<sub>2</sub> ja moottoribensiinin CO<sub>2</sub>-veron taso 17,38 snt/l<sup>116</sup>.

Lisäksi auto- ja ajoneuvoverotuksen tasot on porrastettu ajoneuvojen päästöjen mukaan. Autoveroa alennettiin vaiheittain vuosina 2016–2019 niin, että veronalennukset painottuvat pienipäästöisiin autoihin<sup>117</sup>. Ominaiishiilidioksidipäästön mukaan porrastettu autovero suosii nykyisin voimakkaasti täyssähköautoja ja ladattavia hybridejä. Täyssähköauton tai muun nollapäästöisen auton veroprosentti on nyt 2,7. Ladattavien hybridien autoveroprosentti on tällä hetkellä keskimäärin 3,7 kun taas uusien bensiinimoottoriautojen keskimääräinen veroprosentti on noin 14,6 ja dieselautojen keskimää-

<sup>116</sup> HE 66/2019 vp.

<sup>117</sup> HE 33/2015 vp.

rin noin 19,4. Uusien kaasuautojen autovero on nykyisin keskimäärin noin 8,6 prosenttia. Laskelmassa huomioidaan vain ne autot, joihin autovero kohdistuu täysimääräisesti ilman palautuksia.

Henkilö- ja pakettiautojen ajoneuvoveroa alennettiin vuoden 2020 alusta 50 miljoonalla eurolla. Suurin veronkevennys kohdistuu täyssähköautoille ja muille nollapäästöisille autoille, joiden vuotuinen vero aleni noin 106 eurosta 53 euroon. Veronkevennys vähenee asteittain auton ominaispäästötason kasvaessa. Keskipäästöisen henkilöauton vuotuinen vero on tällöin noin 216 euroa. Lisäksi auto- että ajoneuvoverotus muutettiin vuonna 2018 pohjautumaan CO<sub>2</sub>-päästöjen uuteen WLTP-mittaustapaan.

Polttomoottoriautot saivat aiemmin huomattavaa veroetua vanhasta NEDC-mittauksesta, sillä autovalmistajien ilmoittamat mitatut päästöt alenivat erityisesti vuodesta 2007 lähtien selvästi nopeammin kuin todelliset ajonaikaiset päästöt. Uusi mittaus tapa antaa aikaisempaa realistisemmän kuvan ajoneuvon todellisesta polttoaineen kulutuksesta ja mahdollistaa siten luotettavamman pohjan polttomoottoriautojen päästöjen verotukselle.

## Haasteet ja mahdollisuudet vuosille 2030 ja 2045

Polttoaineerotus vähentää nykytilanteessa fossiilisten polttoaineiden käyttöä ja siten päästöjä teknologianeutraalisti suhteessa siihen, että verotaso olisi alempi. Lisäksi polttoaineerotus vaikuttaa auton valintaan siten, että se ohjaa yrityksiä ja kotitalouksia valitsemaan ajoneuvoja, jotka eivät kuluta niin paljon fossiilista polttoainetta, minkä lisäksi polttoaineerotus antaa kannustimen siirtyä vaihtoehtoihin käyttövoimiin alempien käyttökustannusten vuoksi. Lisäksi polttoaineerotus ohjaa uusimaan ajoneuvokantaa vähäpäästöisemmäksi.

Toisaalta polttoaineerotus ei luo kuluttajille tai yrityksille selkeää pitkän aikavälin näkymää polttoaineen hintakehitykseen, sillä polttoaineeron pitkän aikavälin tasosta ei tehdä nykytilanteessa sitovia päätöksiä. Lisäksi ympäristön kannalta haitalliset verotuet, kuten dieselöljyn alennettu verokanta, vähentävät verotuksen ympäristöohjausta. Henkilöautojen kohdalla alennettu verokanta tosin kompensoidaan dieselkäyttöisten henkilöautojen käyttövoimaverolla, mutta kuorma-autojen käyttövoimaverolla ei ole vastaavaa kompensointitavoitetta, sillä verotuella pyritään tukemaan vientiteollisuutta ja hyötyliikennettä.

Dieselöljyn verotuen poistosta valmistui alkuvuodesta 2020 VN TEAS -tutkimus, jossa arvioitiin yleisen tasapainon FINAGE-mallilla verotuen poiston sekä samanaikaisen käyttövoimaveron poiston vaikutuksia liikenteen päästöihin sekä talouskasvuun ja

kustannuskilpailukykyyn<sup>118</sup>. Tutkimuksessa havaittiin, että verotuen poistolla saavutettiin noin 3 prosentin pysyvä vähennys kotimaan liikenteen päästöihin siten, että vientiteollisuuden kustannuskilpailukyky heikkenisi verrattain vähän.

Dieselin hinnannousu johtaisi tutkimuksen mukaan kuljetuspalveluiden hintojen nousuun, joiden hintojen arveltiin nousevan noin 3,3 prosentilla verotuen poiston jälkeen. Vientiteollisuuden näkökulmasta välituotteiden, kuten raakapuun, hintojen ennakoitiin nousevan maltillisesti, mikä johtaisi viennin laskuun arviolta 0,25 prosentilla perusuraan verrattuna.

Tutkimuksen mukaan muutoksen vaikutukset voitaisiin kompensoida kotitalouksille joko alentamalla ansiotuloverotusta tai tulonsiirtoina. Molemmat kompensatiomekanismit tasaisivat muutoksen epätasaisia alueellisia vaikutuksia kotitalouksien kohdalla, sillä dieselin hinnannousu verotuen poiston myötä vaikuttaisi erityisesti alueilla, joilla ajetaan keskimäärin pidempiä matkoja.

Muutoksen vaikutukset vientiteollisuuden kilpailukykyyn riippuisivat osaltaan siitä, kuinka tehokkaasti verotuen poisto siirtyisi dieselin pumppuhintaan. Vuonna 2016 valmistuneessa VN TEAS -tutkimuksessa<sup>119</sup> arvioitiin vuonna 2011 tehdyn dieselin veronkorotuksen läpimenoa ja havaittiin, että veronkorotuksesta keskimäärin noin 70 prosenttia siirtyi kuluttajien maksettavaksi kohonneina kuluttajahintoina.

Kun arvioidaan polttoaineiden verotuksen vaikutusta vientiteollisuuden kilpailukykyyn, tulee muodostaa kuva kilpailijamaiden verotasoista. Tämä on haastavaa siksi, että eri maissa on erilaisia alennus- tai palautusjärjestelmiä sekä toisistaan poikkeavia polttoaineiden biosekoitusosuuksia. Euroopan komission energiapäösasto on pyrkinyt saattamaan polttoaineiden verotuksen eri EU-maissa vertailukelpoiseksi polttoainepumpulla<sup>120,121</sup>. Vertailun perusteella dieselin verotaso Suomessa on noin samalla tasolla kuin keskeisissä kilpailijamaissa eli Ruotsissa ja Saksassa. Tanskassa verotaso on jonkin verran matalampi, kun taas Alankomaissa jonkin verran korkeampi. Luvut eivät sisällä 1.8 voimaan tullutta polttoaineveron korotusta, eivätkä parafiinisen dieselin verotuen poistoa. Luvut eivät toisaalta myöskään kilpailijamaiden vastaavia lyhyen aikavälin toimenpiteitä.

---

<sup>118</sup> Dieselin verotuen vaikutusten arviointi, Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 2020:4.

<sup>119</sup> Vuoden 2011 energiaverouudistuksen arviointia, Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 2016:61.

<sup>120</sup> Euroopan unionin komission Weekly Oil Bulletin, [https://ec.europa.eu/energy/data-analysis/weekly-oil-bulletin\\_en](https://ec.europa.eu/energy/data-analysis/weekly-oil-bulletin_en)

<sup>121</sup> Energiaverotyöryhmän loppuraportti, Valtiovarainministeriön julkaisuja 2020:62

Keskeisten EU-kilpailijamaiden on lisäksi vähennettävä taakanjakopäätöksen perusteella taakanjakosektorinsa päästöjä linjassa Suomen tavoitteen kanssa, joka on -39 prosenttia vuonna 2030 verrattuna vuoden 2005 tasoon. Esimerkiksi Ruotsin vähennystavoite on -40 prosenttia, Tanskan -39 prosenttia ja Saksan -38 prosenttia vastaavalla ajanjaksolla.

Polttoaineen hintajousto taas kertoo, kuinka paljon sen kysyntä muuttuu sen hinnan muuttuessa. Valtiovarainministeriö arvioi vuonna 2019 tuoreimman tutkimustiedon perusteella<sup>122</sup>, että bensiinin lyhyen aikavälin hintajousto on noin -0,3 ja hyötyliikenteen hintajousto on lyhyellä aikavälillä joustamatonta. Polttoaineen kysyntä on lyhyellä aikavälillä melko joustamatonta, mutta päästövähennysten näkökulmasta olennaista on pitkän aikavälin hintajousto.

Tutkimuskirjallisuudessa on viitteitä siitä, että myös hyötyliikenteen polttoaineen kysyntä olisi joustavaa erityisesti pitkällä aikavälillä. Yhdysvaltalais tutkimuksessa<sup>123</sup> on arvioitu, että hyötyliikenteen kysynnän hintajousto asettuu -0,5 ja -1,5 välille siten, että jouston arvo riippuu voimakkaasti rahdin kohteena olevasta hyödykkeestä, matkan pituudesta sekä mallinnuksen yksityiskohdista. Polttoaineiden hintajoustosta on tehty myös laaja metatutkimus<sup>124</sup>, jonka perusteella on havaittu, että hyötyliikenteen kysynnän hintajousto asettuu pitkällä aikavälillä noin tasolle -1,2. Pitkällä aikavälillä hyötyliikenne sopeutuu hinnannousuun muun muassa investoimalla energiatehokkaampiin ajoneuvoihin sekä uusiin käyttövoimiin.

Oleellista polttoaineiden kysynnän hintajoustoista keskustellessa onkin tutkimusten mukaan syytä erottaa lyhyen ja pitkän aikavälin vaikutukset toisistaan. Pitkällä aikavälillä edellä mainitun metatutkimuksen mukaan bensiinin ja dieselin (hyöty- sekä yksityisliikenteen) hintajoustot ovat selvästi suurempia kuin lyhyellä aikavälillä, itseisarvoltaan jopa yli yhden.

Yleisesti ottaen veronkorotuksilla on arvioitu olevan selvästi muuta hinnannousua, kuten öljyn maailmamarkkinahinnan muutoksia, korkeampia hintajoustoestimaatteja. Mahdollisia selityksiä ilmiölle on esimerkiksi se, että veromuutoksista tiedotetaan hyvissä ajoin ja kuluttajat sekä yritykset varautuvat muutoksiin sekä tulkitsevat muutokset pysyväisluonteisiksi, toisin kuin lyhyen aikavälin maailmanmarkkinahinnan muutokset.

---

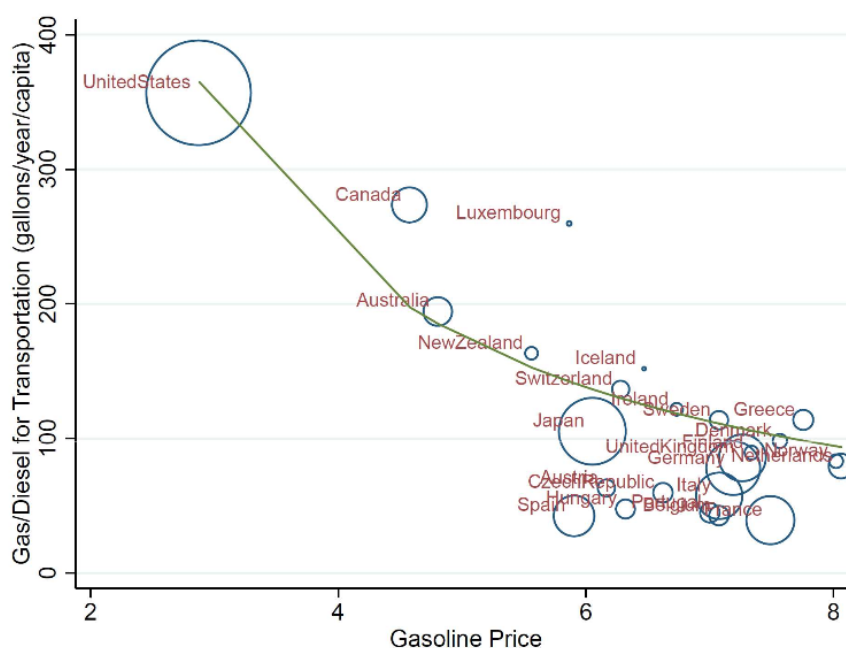
<sup>122</sup> HE 66/2019 vp.

<sup>123</sup> Graham & Glaister (2004).

<sup>124</sup> Labandeira ym. (2017): A meta-analysis on the price elasticity of energy demand.

Polttoaineverotuksen CO<sub>2</sub>-komponentin noston vaikutuksia voidaan karkeasti arvioida hyödyntämällä biopolttoaineiden jakeluelvoitteen kustannustehokkaasta toimeenpanosta tehtyä tutkimusta<sup>125</sup>. Työryhmässä arvioitiin kyseisen tutkimuksen pohjalta, että polttoaineveron CO<sub>2</sub>-komponentin kaksinkertaistaminen 62 €/t CO<sub>2</sub>-tasolta tasolle 125 €/t CO<sub>2</sub> nostaisi keskimäärin bensiinin ja dieselsekotteiden hintaa noin 12 – 14 prosenttia jakeluelvoitteen vaikutusten lisäksi.

Tämä vähentäisi karkean arvion mukaan bensiinin kysyntää noin 10 prosentilla ja dieselin kysyntää noin 5 prosentilla suhteessa siihen, että veronkorotusta ei tehtäisi perustuen kyseisten polttoaineiden pitkän aikavälin hintajoustoihin laajan meta-analyysin perusteella.<sup>126</sup> Näiden arvioiden mukaan vuonna 2030 muutoksen voidaan arvioida vähentävän liikenteen CO<sub>2</sub>-päästöjä noin 0,5 Mt liikenteen perusuraan verrattuna. Polttoaineverotusta on pidetty lievästi regressiivisenä eli että se kohdistuisi jonkin verran voimakkaimmin alimpiin tulodesiileihin<sup>127</sup>. Tässä on kuitenkin huomioitava se, että kaikkein matalampien tulodesiilien bensiinin ja dieselin kulutus on suhteellisesti selvästi pienempää kuin ylemmillä tulodesiileillä<sup>128</sup>.



Kuva 3. Polttoaineen hintatason ja sen per-capita kulutuksen suhde (Lähde: Aalto-yliopisto 2019, Knittel 2012).

<sup>125</sup> Biopolttoaineiden kustannustehokkaat toteutuspolut vuoteen 2030. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 2018:63.

<sup>126</sup> Labandeira ym. (2017): A meta-analysis on the price elasticity of energy demand.

<sup>127</sup> Kts. esim. HE 66/2019 vp.

<sup>128</sup> Tilastokeskus, vuoden 2012 kulutustutkimus.



Joustoestimaattien arviointi on teknisesti haastavaa ja erityisesti yksittäisiin mallinnustuloksiin ja niiden yleistettävyyteen voi liittyä epävarmuuksia. Tämän takia estimaattien tarkastelussa tulisi painottaa useisiin tutkimuksiin perustuvia (meta-)analyyssejä. Pitkällä aikavälillä pääomakanta kuitenkin sopeutuu voimassa olevaan sääntely-ympäristöön ja maakohtaisesta vertailusta huomataan esimerkiksi se, että maissa, joissa polttoaine, tässä tapauksessa bensiini, on suhteellisesti edullista, sitä myös kulutetaan henkeä kohden enemmän. Tämä riippuvuus on esitetty yllä kuvassa 3.

Oleellista on kuitenkin hahmottaa se, että edellä mainitut joustoestimaatit on tehty aineistoilla, jotka koskevat aikaa, jolloin vaihtoehtoisia käyttövoimia liikenteessä, ja erityisesti henkilöliikenteeseen, ei ollut juurikaan tarjolla. Tämä voi aiheuttaa tiedossa oleviin estimaatteihin harhaisuutta suhteessa nykytilanteeseen, missä vaihtoehtoisten käyttövoimien saatavuus paranee jatkuvasti EU-tason raja-arvosääntelyn myötä, mikä kasvattaa polttoaineen kysynnän hintajoustopäätöksiä. Tarkkoja estimaatteja vaikutuksen kokoluokasta ei kuitenkaan ole käytettävissä.

Suomessa käytössä oleva autoveron määrä (veroprosentti) riippuu auton arvosta (hankintahinnasta) sekä sen laskennallisista CO<sub>2</sub>-päästöistä päästöihin. Arvoon perustuva verotus ohjaa autokauppaa halvempiin ajoneuvoihin, kun taas CO<sub>2</sub>-päästöjen mukaan määräytyvä veroprosentti ohjaa autokauppaa kohti energiatehokkaampia eli vähemmän polttoainetta käyttäviä autoja. Ensimmäinen komponentti ohjaa autokauppaa halvempiin ajoneuvoihin, sillä veron määrä riippuu auton arvosta. Toinen komponentti taas ohjaa autokauppaa kohti energiatehokkaampia eli vähemmän polttoainetta käyttäviä autoja.

Arvion mukaan autovero johtaa mahdollisesti siihen, että Suomessa hankitaan edullisempia ja energiatehokkaampia autoja kuin tilanteessa, missä autoveroa ei kerättäisi, kuten esimerkiksi Ruotsissa. Pohjoismainen maavertailu autokannan arvosta vuonna 2014 indikoi, että auton arvoon sidottu autoveron komponentti on voinut alentaa autokannan arvoa Suomessa suhteessa verrokkimaihin Ruotsiin ja Norjaan. Lisäksi autoverotuksen muutos CO<sub>2</sub>-pohjaiseksi on voinut lisätä diesel-autojen kysyntää<sup>129</sup>. Autokannan arvoon vaikuttaa kuitenkin autoverotuksen lisäksi monet taloudelliset tekijät, kuten esimerkiksi kuluttajien ostovoima.

CO<sub>2</sub>-päästöjen mukaan määräytyvä autovero ohjaa ajoneuvojen päästöjä samaan suuntaan, kuin EU:n valmistajille asettama uusien autojen raja-arvosääntely. Näiden

---

<sup>129</sup> Palkansaajien tutkimuslaitos: Liikenteen verotuksen vaikutukset autokantaan, <https://labour.fi/t&y/liikenteen-verotuksen-vaikutukset-autokantaan/>, viitattu 21.10.2018

kahden mekanismin vaikutusten erottaminen toisistaan on haastavaa, mutta erään arvion<sup>130</sup> mukaan EU-tason sääntelyn vaikutus kuitenkin dominoi, eikä kotimaisella autoverotuksen muutoksella CO<sub>2</sub>-pohjaiseksi olisi ollut merkittävää vaikutusta päästökehitykseen. Suomessa, Ruotsissa ja Norjassa uusien autojen CO<sub>2</sub>-päästöt ovat vähentyneet voimakkaasti sen jälkeen, kun paljon CO<sub>2</sub>-päästöjä aiheuttavia ajoneuvoja on alettu verottamaan entistä raskaammin<sup>131</sup>, mutta autoveron vaikutuksen osuus kehityksestä on arvioiden mukaan maltillinen.

Myös ajoneuvoverotus on Suomessa sidottu ajoneuvojen CO<sub>2</sub>-päästöihin ja sillä voidaan arvioida olevan päästöjä laskeva vaikutus, sillä verotus ohjaa hankkimaan ja omistamaan vähäpäästöisempiä autoja. Erään arvion mukaan ajoneuvoveron muutokset ovat mahdollisesti autoverotusta heikompi kannustin vähentää ajoneuvojen CO<sub>2</sub>-päästöjä<sup>132</sup> mahdollisesti siksi, että ajoneuvoverotuksen kokonaiskustannus jakautuu autoveroa pidemmälle aikavälille, jolloin sen huomiointi ostopäätöksissä voi osoittautua vaikeammaksi.

Liikenteen verotuksen kehittämistä selvitetään parhaillaan valtiovarainministeriön vetämässä työryhmässä<sup>133</sup>. Työssä huomioidaan sekä liikenteen päästövähennystavoitteet, että pitkän aikavälin veropohja.

### Jatkovalmistelussa huomioitavaa / työryhmä suosittelee:

- Hallitusohjelman mukaisesti käynnissä on valtiovarainministeriössä kestävä liikenteen vero- ja maksu-uudistus, joka vähentää liikenteen päästöjä. Työssä otetaan huomioon sosiaalinen oikeudenmukaisuus ja alueellinen tasa-arvo samalla, kun päästövähennykset tiukentuvat. Työryhmä antaa toimenpidesuosituksia keväällä 2021.
- Varmistetaan, että auton käyttövoiman konversiot, jotka mahdollistavat vähäpäästöisemmän liikkumisen, otetaan huomioon niin auto, ajoneuvo- kuin käyttövoimaverotuksessa.

---

<sup>130</sup> Stitzing: "Essays on Empirical Microeconomics". Aalto University publication series doctoral dissertations, 209/2016.

<sup>131</sup> Valtioneuvoston julkaisu Studying Fuel and Car Tax Policies Using Micro Data: Evidence from Finland, Sweden and Norway, Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 70/2018.

<sup>132</sup> Palkansaajien tutkimuslaitos: Liikenteen verotuksen vaikutukset autokantaan, <https://labour.fi/t&y/liikenteen-verotuksen-vaikutukset-autokantaan/>, viitattu 21.10.2018

<sup>133</sup> Valtioneuvoston tiedote Työryhmä selvittämään liikenteen verotuksen kehittämistä pitkällä aikavälillä 30.8.2019, [https://valtioneuvosto.fi/artikkeli/-/asset\\_publisher/10623/tyoryhma-selvittamaan-liikenteen-verotuksen-kehittamista-pitkalla-aikavaliilla](https://valtioneuvosto.fi/artikkeli/-/asset_publisher/10623/tyoryhma-selvittamaan-liikenteen-verotuksen-kehittamista-pitkalla-aikavaliilla)

- Vuoden 2021 kehysriiheen mennessä jatkovalmistellaan työsuhde-etujen verotuksen uudistamista siten, että verotus ohjaisi valitsemaan työsuhdeautoksi vähäpäästöisen auton. Samalla huomioidaan liikkumispalvelujen nykyistä tasapuolisempi kohtelu työsuhde-etujen piirissä.
- Siirretään liikenteen verotuksen painopistettä nykyistä voimakkaammin autojen hankinnasta autojen käyttöön, mutta säilytetään hankintavaiheen päästöohjaus.

#### 2.2.4.2 Liikenteen päästökauppa

Aalto-yliopiston tutkijat selvittivät vuonna 2019 eri mahdollisuuksia saavuttaa kansalliset liikenteen päästövähennystavoitteet<sup>134</sup>. Tutkimusryhmä suositteli, että Suomeen luotaisiin päästökauppajärjestelmä, joka muistuttaa pääpiirteiltään EU:n yleistä päästökauppaa. Järjestelmä toimisi kuitenkin yleisestä päästökaupasta erillisenä ja se olisi niin kutsuttua upstream-sääntelyä, missä kiintiöinti ulotettaisiin jakeluketjun alkupäähän, mikä varmistaa hintasignaalin ulottumisen tehokkaasti kaikille polttoaineen loppukäyttäjille.

Järjestelmässä polttoaineen jakelijoiden (myyjien) tulisi ostaa valtiolta säännöllisesti järjestettävistä huutokapoista jokaista myytävää fossiilista polttoainelitraa varten sen hiilisisältöön sidottu jakeluoikeus. Huutokaupattavien oikeuksien määrä vähenisi vähitellen niin, että vuonna 2030 liikenteessä syntyisi 50 prosenttia vähemmän päästöjä kuin vertailuvuonna 2005. Jakeluoikeuksia laskettaisiin alkuvuosina liikkeelle suhteellisesti enemmän kuin myöhempinä vuosina, mikä mahdollistaa sen, että taloudellinen rasitus jakautuu eri vuosille tasaisesti.

Lisäksi Euroopan komission on tiedonannossaan<sup>135</sup> Euroopan vihreän kehityksen ohjelmasta eli Green Dealista todennut, että liikenteen hinnat on suhteutettava sen ympäristö- ja terveysvaikutuksiin. Liikenteestä olisi saatava huomattavasti vähemmän saastuttavaa ja tiedonannossa todetaan, että yhtenä toimenpiteenä komissio harkitsee päästökauppajärjestelmän soveltamista tieliikenteeseen. Tämä toimisi täydentävänä toimenpiteenä henkilö- ja pakettiautojen hiilidioksidinormeista annetun lainsäädännön tarkistukselle. Komissio ei ole toistaiseksi antanut esitystä aiheesta.

---

<sup>134</sup> Aalto-yliopiston uutinen 22.10.2019 tieliikenteen päästöjen puolittamisesta vuoteen 2030 mennessä, <https://www.aalto.fi/fi/uutiset/taloustieteilijat-ehdottavat-nain-suomi-puolittaa-tieliikenteen-paastot-vuoteen-2030>

<sup>135</sup> COM(2019) 640 final

## Haasteet ja mahdollisuudet vuosille 2030 ja 2045

Etuna järjestelmässä olisi se, että tavoitteen saavuttaminen voitaisiin varmistaa asettamalla huutokaupattavien oikeuksien määrä halutulle tasolle. Tällöin tavoitteen saavuttaminen voitaisiin vähäisen kuluttajatuonnin vuoksi varmistaa huolimatta muusta kehityksestä. Toisena merkittävänä etuna järjestelmällä olisi kustannustehokkuus, sillä järjestelmä asettaa hintasignaalin suoraan polttoaineen ongelmalliselle komponentille eli sen sisältämälle hiilelle. Hintasignaalin myötä fossiilisen polttoaineen hinta nousisi tasolle, joka olisi riittävän korkea tavoitteiden saavuttamisen näkökulmasta, mutta ei kuitenkaan tarpeettoman korkea, jolloin kielteiset vaikutukset taloudelliselle toimeliaisuudelle olisivat tarpeettoman suuria. Huutokauppamekanismin ansiosta hinta asettuisi toisin sanoen optimaaliselle tasolle.

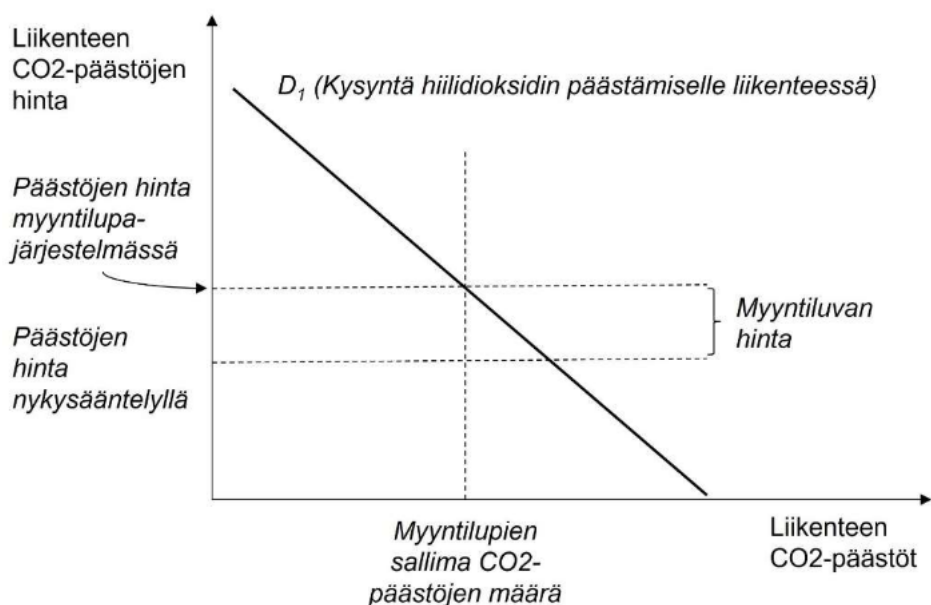
Järjestelmässä epävarmuutta aiheuttaa oikeuksien mahdollisesti voimakkaasti vaihtelevat huutokauppahinnat, jotka voisivat aiheuttaa vaihtelua myös kuluttajahinnoissa. Toisaalta polttoaineen jakelijoiden lukumäärä Suomessa on vähäinen ja hintaspekulaation mahdollisuutta voidaan vähentää edellyttämällä ostajilta rekisteröitymistä. Päästöoikeuksille olisi myös mahdollista joko etu- tai jälkikäteen asettaa lattia- ja kattohintaa, mikä lisäisi ennustettavuutta.

Hintasignaali ohjaa kaikkia kuluttajia ja yrityksiä tekemään omasta näkökulmastaan edullisimmat ratkaisut päästöjen vähentämiseksi sen sijaan, että heitä ohjattaisiin yksittäisiin ratkaisuihin. Lisäksi järjestelmä ohjaa vähentämään päästöjä niillä toimialoilla ja niiden kotitalouksien keskuudessa, joille vähennykset ovat edullisimpia. Esimerkiksi kaupunkiseuduilla asuvilla kotitalouksilla on haja-asutusalueiden kotitalouksia enemmän mahdollisuuksia siirtyä joukkoliikenteen käyttöön tai vaihtaa henkilöauton käyttövoima päästöttömään vaihtoehtoon.

Järjestelmän toimivuus ei edellyttäisi muutoksia nykyiseen liikenteen ilmastopolitiikkaan liittyvään sääntelyyn, kuten CO<sub>2</sub>-pohjaiseen verotusjärjestelmään tai biopolttoaineen jakeluvelvoitteeseen. Nykyisen sääntelyn päästöjä vähentävä vaikutus vaikuttaa sen sijaan pienentää jakeluoikeuden markkinahintaa ja siten vähentää kustannuspainetta, mikä järjestelmästä syntyy niille kotitalouksille ja yrityksille, jotka eivät pysty esimerkiksi vuoteen 2030 mennessä siirtymään vähä- tai nollapäästöisiin käyttövoimiin. Mikäli nykyiseen sääntely-ympäristöön ei tehtäisi merkittäviä muutoksia, toimisi jakeluoikeusjärjestelmä perälautana sille, että päästövähennystavoitteet todella saavutetaan.

Sen sijaan muilla toimenpiteillä, jotka vähentävät fossiilisen polttoaineen kysyntää, voidaan vaikuttaa jakeluoikeuden ja siten bensiinin ja dieselin markkinahintaan. Mikäli muilla toimenpiteillä saadaan nopeutettua henkilöautoilun sähköistymistä tai biokaa-

sun käyttöä, vähenee fossiilisen polttoaineen kysyntä ja siten sen hinta loppukäyttäjille. Kuva 4 alla havainnollistaa tilannetta, jossa liikenteen päästövähennystavoitteita ei saavutettaisi ilman hintaohjausta.

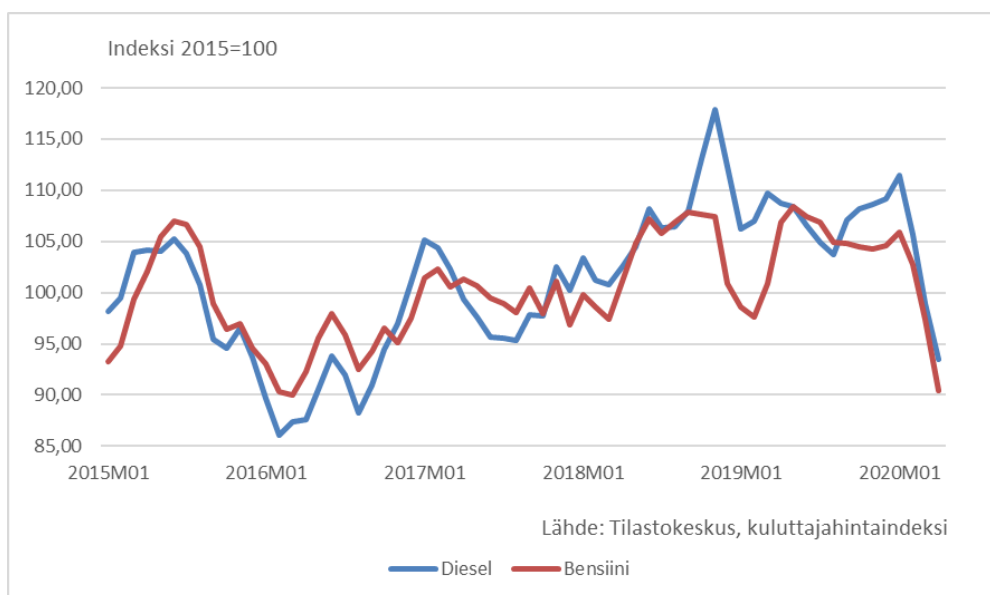


Kuva 4. Jakeluoikeuden hinnanmuodostus tilanteessa, missä jakeluoikeusjärjestelmän hinta myyntiluvalla on korkeampi kuin nykysääntelyn mukainen hinta. Jakeluoikeuden hinnaksi muodostuu näiden erotus. (Lähde: Aalto-yliopisto 2019).

Kuten yllä todettiin, järjestelmän merkittävin haaste on sen hintatason epävarmuus, sillä päästöoikeuksien hinta määräytyisi huutokauppojen sekä jälkimarkkinoiden kautta ja toisin kuin verotuksessa, ei hintatasosta tällöin ole varmuutta. Toisaalta tulee huomioida se, että polttoaineen hintaan vaikuttaa hyvin merkittävällä tavalla myös muut tekijät kuin kotimainen sääntely, joista erityisen suuri vaikutus on raakaöljyn maailmanmarkkinahinnalla.

Esimerkiksi alkuvuonna 2020 öljyn maailmanmarkkinahinnan romahtaessa bensiinin ja dieselin hinnat ovat laskeneet Suomessa noin 15 prosentilla tammi-huhtikuussa, vaikka kotimaisessa sääntely-ympäristössä ei ole tapahtunut muutoksia<sup>136</sup>. Vuodesta 2015 alkaen bensiinin ja dieselin hintatasossa onkin ollut paljon vaihtelua, kuten kuvasta 5. nähdään, ja onkin mahdollista, että suhteessa raakaöljyn maailmanmarkkinahinnan vaihteluihin kotimaisen jakeluoikeusjärjestelmän aiheuttama hintavaihtelu jäisi maltilliseksi.

<sup>136</sup> Tilastokeskus, huhtikuun kuluttajahintaindeksi (viitattu 25.5.2020).



Kuva 5. Benssiinin ja dieselin hintakehitys 2015M01 – 2020M04 (Lähde: Tilastokeskus, kuluttajahintaindeksi).

Lisäksi kuluttajat sekä yritykset kohtaavat joka tapauksessa vain yhden ns. pumppuhinnan, eikä jakeluoikeusjärjestelmä siten aiheuttaisi polttoaineen loppukäyttäjälle hallinnollisia muutoksia nykytilanteeseen. Järjestelmä olisikin siitä näkökulmasta yksinkertainen toteuttaa, että yleisen päästökaupan piirissä olevat toimialat, kuten sähkötuotanto, kohtaavat vastaavaa sääntelyä jo nykytilanteessa ja vastaavista huutokaupoista on yleisen päästökaupan myötä Suomessa kokemusta.

Järjestelmän aiheuttamia polttoaineen hinnannousulla olisi polttoaineverotuksen taivoin merkittäviä kansantaloudellisia ja tulojaollisia vaikutuksia. Kuljetusintensiivisen teollisuuden kustannukset voisivat nousta ja alueelliset tai tulotasolliset erot sopeutusmahdollisuuksissa uuteen sääntely-ympäristöön voivat olla merkittäviä. Toisaalta on hyvä huomioida, että kustannustehokas ratkaisu minimoi päästöjen vähentämisestä syntyvät kustannukset kotitalouksille ja yrityksille sekä lopulta kansantaloudelle. Muut ratkaisut ovat lähtökohtaisesti kalliimpia, jolloin taloudellinen rasitus yrityksille ja kotitalouksille muodostuisi myös suuremmaksi.

Taloudellinen rasitus näkyisi esimerkiksi vaihtoehtojen rajallisuutena, mikäli kotitalouksia ja yrityksiä ohjattaisiin esimerkiksi käyttämään yhtä käyttövoimaa, tai korkeampina veroina tulevaisuudessa, mikäli päästövähennystavoitteita pyrittäisiin saavuttamaan hyvin merkittävin julkisin varoin rahoitettavin tukitoimin. Vähennystavoitteita voitaisiin pyrkiä saavuttamaan myös merkittävin veronalennuksin siltä osin kuin niillä on todennettavissa olevia päästövähennysvaikutuksia. Tämä näkyisi kotitalouksille ja yrityksille joko heikentyneinä palveluina tai korkeampina veroina muilla yhteiskunnan osa-alueilla.

Työryhmässä keskusteltiin siitä, että järjestelmä olisi sisämarkkinoiden kilpailutilanteen kannalta tasapuolinen koko EU:n laajuisena, eikä jäsenmaakohtaisena. Tällöin kotimaisten kuljetusyritysten tai vientiteollisuuden hintakilpailukyky ei heikkenisi suhteessa verrokkimaihin, mikäli hintasignaali kattaisi koko Euroopan talousalueen. Toisaalta keskipitkällä ja pitkällä aikavälillä Suomi voisi saavuttaa kilpailuetua sillä, että liikenteen päästöjen kehitys saataisiin käännettyä tavoitteiden mukaiselle trendille muita jäsenmaita nopeammin. Tällöin sopeutumiselle olisi myös enemmän aikaa, eikä Suomessa jouduttaisi tilanteeseen, missä vuoden 2030 tavoitetason lähentyessä liikenteen päästöt jouduttaisiin vähentämään hyvin voimakkaasti lyhyellä aikavälillä. Tutkimuksissa on myös havaittu, että energiakustannusten nousu esimerkiksi hiilidioksidin verotuksen tai EU:n päästökaupan myötä ei ole juurikaan vaikuttanut yritysten kilpailukykyyn<sup>137</sup> tai aiheuttanut hiilivuotoa<sup>138</sup>.

Liikenteen päästökauppa ja polttoaineverotus ovat vaikutuksiltaan hyvin samankaltaisia, joten arviot polttoaineverotuksesta pätevät myös liikenteen päästökauppaan, sillä molemmat nostavat fossiilisten polttoaineiden hintaa ja siten vähentävät tehokkaalla tavalla liikenteen aiheuttamia CO<sub>2</sub>-päästöjä.

### Jatkovalmistelussa huomioitavaa / työryhmän suositukset:

- Tämän hetken arvioiden mukaan näyttää siltä, hiilidioksidin nykyistä voimakkaampaa hinnoittelua tullaan tarvitsemaan liikenteeseen vuoden 2030 päästövähennystavoitteiden saavuttamiseksi.
- Selvitetään mahdollisuudet ottaa käyttöön liikenteen kansallinen päästökauppajärjestelmä, jonka avulla varmistetaan tavoitteiden saavuttaminen jäljelle jäävin osin mahdollisimman pienin yhteiskunnallisista kustannuksista. Vaihtoehtona päästökauppajärjestelmälle tavoitteiden saavuttamiseksi ovat vastaavan suuruiset polttoaineveron korotukset.
- Selvitetään samalla kansallisen päästökaupan suhde mahdolliseen EU-tason tieliikenteen päästökauppaan pitkällä aikavälillä.
- Liikenteen kansallisen päästökauppajärjestelmän päästövähennys- ja polttoaineiden hintaa nostava vaikutus riippuu suoraan muiden toimenpiteiden vaikutuksista sekä kotitalouksien ja yritysten sopeutumisesta uuteen sääntely-ympäristöön. Mikäli ihmiset ja yritykset siirtyvät oletettua nopeammin käyttämään vaihtoehtoisia käyttövoimia ja/tai liikkumis- ja kuljettamismuotoja, polttoaineiden hintoihin ei kohdennu samanlaista nousupainetta kuin tilanteessa, jossa sopeutumistoimia ei tehtäisi.

---

<sup>137</sup> Kts. esim VATT Policy Brief 2-2016: Suomen energiaverotus suosii energiantensiivisiä suur-yrityksiä.

<sup>138</sup> Kts. esim Naegele & Zaklan (2019).

- Päästökauppajärjestelmän mahdollisen käyttöönoton yhteydessä varmistetaan väliaikaisin tukitoimenpitein (tulonsiirto tai veronalennuksin), että sosiaalinen ja alueellinen oikeudenmukaisuus toteutuvat kotitalouksien välillä siten, että polttoaineen hankintaan kuuluva tulo-osuus ei kasva kohtuuttoman suureksi millään väestöryhmällä.
- Samalla selvitetään ja huomioidaan vaikutukset yrityssectorilla, sekä polttoaineiden mahdollisen hinnannousun vaikutusten kompensointi, jotta hiilidioksidin nykyistä voimakkaampi hinnoittelu ei aiheuta kohtuuttomia kustannuksia tai tehokkuustappioita yrityssectorilla.
- Valtion tulee käytettävissään olevin keinoin tukea ja vauhdittaa oikeudenmukaista siirtymää eri puolilla Suomea (ks. edellä esitetyt kohdat erilaisista tuista, investoinneista jne.).

### 2.2.4.3 Tiemaksut ja ruuhkamaksut

Toisin kuin monissa Euroopan maissa, Suomessa ei tällä hetkellä ole käytössä tiemaksuja yleisillä teillä. Tiemaksuja voidaan periä joko aika- tai kilometriperusteisina eri maantieteellisiltä alueilta, kuten yksittäiseltä moottoritieltä tai sillalta tai laajemmin yleiseltä tieverkolta. Tyypillisin Euroopassa perittävä tiemaksu on niin kutsuttu vinjetti, joka tarkoittaa aikaan perustuvaa kiinteähintaista maksua tien käytöstä. Lisäksi joissakin Euroopan maissa peritään erillisiä ruuhkamaksuja tyypillisesti kaupunkiseutujen sisääntuloliikenteeltä.

Hallitusohjelman mukaisesti tällä hallituskaudella säädetään kuitenkin laki, joka mahdollistaa kaupunkiseutujen liikenteen hallintaan tähtäävien ruuhkamaksujen käyttöönoton. Lisäksi valmistellaan raskaan liikenteen vinjettimaksu ottaen huomioon vaikutukset kuljetusalan kustannusrakenteeseen ja suhde EU:n lainsäädännön valmisteluun.

Työryhmä on arvioinut tie- ja ruuhkamaksujen hyödyntämistä päästövähennysnäkökulmasta. Näiden kahden toimenpiteen erottavana tekijänä voidaan pitää alueellista kattavuutta siten, että tiemaksuista tai kilometriverotuksesta puhuttaessa tarkoitetaan laajempaa alueellista kokonaisuutta kuin ruuhkamaksuista, jotka tyypillisesti tarkoittavat esimerkiksi yhdeltä kaupunkiseudulta perittäviä maksuja, joiden tavoitteena on ruuhkien hillintä tilanteessa, missä tieinfrastruktuurin kysyntä ylittää sen tarjonnan.



## Haasteet ja mahdollisuudet vuosille 2030 ja 2045

Kilometrivotusta on Suomessa selvitetty perusteellisimmin Jorma Ollilan vetämässä työryhmässä vuonna 2013<sup>139</sup>, jonka keskeisenä johtopäätöksenä oli, että liikenteen verojärjestelmää tulisi kehittää nykyistä enemmän ajoneuvon käyttöön kohdistuvaksi ilmasto- ja liikenteellisten tavoitteiden saavuttamiseksi. Keskeisenä implementoinnin haasteena pidettiin yksityisyydensuojaan liittyviä kysymyksiä sekä järjestelmän mahdollisesti korkeahkoja keruu- ja investointikustannuksia suhteessa kerättyihin verotottoihin sekä nykyiseen liikenteen verojärjestelmään.

Päästöjen vähentämisen näkökulmasta kilometrivero toimii lyhyellä aikavälillä osin polttoaineveron tavoin, sillä maksujen taso on sidottu suoraan ajettuihin kilometreihin siten, että suoritteen kasvaessa myös maksun kokonaistaso kasvaa. Vaikutukset riippuvat kuitenkin järjestelmän yksityiskohdista sekä siitä, kuinka hyvin kilometriverotuksessa pystyttäisiin huomioimaan ajoneuvojen todellisten ja ominaispäästöjen erot esimerkiksi ladattavien hybridien tai biokaasua käyttävien autojen tapauksessa. Pitkällä aikavälillä kilometriverotus voi korvata nykyisen CO<sub>2</sub>-pohjaisen verojärjestelmän menetyksiä liikenteen uusien käyttövoimien yleistyessä. Samalla maksuja voitaisiin säädellä esimerkiksi ruuhkautumisen mukaan aluekohtaisesti nykyteknologian avulla.<sup>140</sup>

Ruuhkamaksujen päästövaikutuksia on kattavimmin arvioitu Helsingin seudulla<sup>141</sup>. Ehdotetussa porttimalliin perustuvassa ratkaisussa liikenteen päästöjen on arvioitu laskevan noin 0,06 Mt vuoden 2030 tasossa, mikä on koko maan tavoitetason kannalta pieni. Toisaalta tämä on todennettavissa oleva vähenemä, sillä vastaavia tuloksia on saatu muilta kaupunkiseuduilta Euroopassa, joissa ruuhkamaksuja on otettu käyttöön, kuten Tukholmassa. Ruuhkamaksujen ensisijainen tavoite onkin liikenteen ohjaus tilanteessa, missä jonkin tieinfrastruktuurin käytöstä syntyvä yksityinen hyöty on pienempi kuin sen aiheuttama yhteiskunnallinen kustannus eli toisin sanoen kyseinen tieinfrastruktuuri ruuhkautuu. Ruuhkautumisen vähentymisen myötä myös esimerkiksi melu- ja lähipäästöhaitat vähentyvät. Liikenteen ohjauksen myötä myös liikenteen päästöt vähenevät.

---

<sup>139</sup> Oikeudenmukaista ja älykästä liikennettä. Työryhmän loppuraportti. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 2013:37.

<sup>140</sup> Liikenneinfrastruktuurin rahoittamiseen tarvitaan uusia välineitä, ETLA muistio 70.

<sup>141</sup> Ajoneuvoliikenteen hinnoittelun teknillistoiminnallinen selvitys. HSL:n julkaisuja 2016:4.

Keskustelua raskaan liikenteen vinjettimaksusta on käyty vähemmän kuin muista tie- maksujen muodoista. Raskaan liikenteen vinjetin päästövaikutuksia on arvioitu vuonna 2018<sup>142</sup> <sup>143</sup>, jolloin arvioitiin, että valmistelussa olleen vinjettimaksun päästövähennysvaikutus olisi välillinen ja todennäköisesti päästöt eivät juuri muuttuisi.

### **Jatkovalmistelussa huomioitavaa / työryhmä suosittelee:**

- Hallitusohjelman mukaisesti säädetään laki, joka mahdollistaa kaupunkiseutujen liikenteen hallintaan tähtäävien ruuhkamaksujen käyttöönoton. Ruuhkamaksujen käyttöönotto on kaupunkiseutujen omassa päätäntävallassa.
- Kilometrivotusta ei suositella lyhyen aikavälin päästövähennystoimeksi, sillä liikenteen päästökauppajärjestelmällä voidaan varmistaa tavoitteen saavuttaminen. Kilometrivotus nähdään kuitenkin pidemmällä aikavälillä mahdollisena toimenpiteenä.

---

<sup>142</sup> HE 314/2018 vp.

<sup>143</sup> Raskaan liikenteen aikaperusteinen tienkäyttömaksu (vinjetti), Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 2018:1.

## 3 Raideliikenne

### 3.1 Raideliikenteen kasvihuonekaasupäästöt Suomessa 2005–2020

Raideliikenteen osuus kotimaan liikenteen kasvihuonekaasupäästöistä on hyvin pieni, alle yhden prosentin (ks. kuva 1 luvussa 2.1). Raideliikenteen päästöistä liikenteen päästöiksi lasketaan mukaan vain dieselkäyttöinen raideliikenne. Sähkökäyttöisen raideliikenteen vaatiman sähköntuotannon päästöt lasketaan osaksi päästökauppaa. Koska suurin osa henkilöliikenteestä kulkee sähkövedolla, valtaosa raideliikenteen päästöistä, yhteensä noin 85 prosenttia aiheutui tavaraliikenteestä.

Raideliikenteen kasvihuonekaasupäästöt vuonna 2018 olivat yhteensä noin 0,06 miljoonaa tonnia. Raideliikenteen päästöt ovat vuodesta 2005 vuoteen 2018 pudonneet noin 50 prosenttia.

### 3.2 Raideliikenteen kasvihuonekaasupäästöjen arvioitu kehitys vuosiin 2030 ja 2045

Liikenteen kasvihuonekaasupäästöjen perusennusteessa oletetaan, että raideliikenteen kasvihuonekaasupäästöt pysyvät vuosina 2020-2045 samalla tasolla kuin ne ovat tällä hetkellä.

### 3.3 Raideliikenteen päästövähennystavoitteet 2030 ja 2045/2050

Dieselvetoista raideliikennettä koskevat samat päästövähennystavoitteet kuin tieliikennettäkin, sillä dieselvetoinen raideliikenne kuuluu osaksi taakanjakosektoria Suomessa. Ks. taakanjakosektorin päästövähennystavoitteista lisää luvussa 2.1.3.1.

Pitemmällä aikavälillä myös dieselvetoisen raideliikenteen kasvihuonekaasupäästöt tulee poistaa, jos tavoitteena on kotimaan liikenteen päästöjen poistaminen vuoteen 2045 mennessä (ks. pitkän aikavälin kansalliset tavoitteet luvussa 2.1.3.2).

## 3.4 Keskeiset päästövähennyskeinot raideliikenteessä

### 3.4.1 Vaihtoehtoiset käyttövoimat

#### 3.4.1.1 Sähkö

Junamatkoista noin 94 % tehdään sähkövetokalustolla. Henkilöliikenteessä dieselkäyttöä on edelleen rataosuuksilla Karjaa-Hanko (sähköistys valmistuu 2023), Ylivieska-Iisalmi (sähköistys valmistuu 2023), Tampere-Haapamäki-Seinäjoki, Jyväskylä-Haapamäki, Parikkala-Savonlinna, Pieksämäki-Joensuu, Joensuu-Nurmes ja Oulu-Kemi-Kolari<sup>144</sup>. Näillä osuuksilla liikenne hoidetaan Dm12-moottorivaunuilla eli ns. kiskobusseilla, paitsi Kolarin radalla junat vedetään dieselveturilla<sup>145</sup>.

Suomessa toimivista raideliikenteen tavaraliikenteen liikennöitsijöistä vain VR Transpoint käyttää tällä hetkellä sähkövetoa. VR Transpointin tavaraliikenteestä 79% kulkee sähkövetovoimalla. Käynnissä olevat ja päätetyt sähköistykset lisäävät tämän VR:n osuuden noin 82-83 prosenttiin. Väyläviraston selvityksessä<sup>146</sup> on arvioitu, että rautatieliikenteen dieselkaluston CO<sub>2</sub>- päästöt olivat vuonna 2019 noin 66 900 tonnia. Päästöjen määrä on vähentynyt n. 30% verrattuna vuoteen 2011 johtuen dieselkaluston käytön vähentymisestä ja sen päästöjen vähentymisestä.

Rautateiden tavaraliikenne avattiin kilpailulle 2007. Rautateiden tavaraliikenteen liikennöitsijöistä 2016 aloittanut Fenniarail ja syksyllä 2020 aloittava Operail käyttävät tällä hetkellä vain dieselkalustoa. Kummankin suunnitelmissa on myöhemmin hankkia myös sähkövetokalustoa. Siten kilpailun avautuminen tulee ainakin uusien operaattoreiden toiminnan alkuvaiheessa vähentämään hieman sähkön käyttöä, koska uudet operaattorit liikennöivät dieselkalustolla suurelta osin radoilla, jotka on jo sähköistetty.

Sähköistetty rata tarjoaa varsinaisen junaliikenteen energiansyötön rinnalla kustannustehokkaan tavan syöttää energia infran järjestelmiin, kuten vaihteiden lumensulatukseen. Sähköinen liikenne lasketaan tilastoissa aina päästöttömäksi, sillä sähkön tuotannon päästöt lasketaan tuotannon puolelle.

<sup>144</sup> Oulu-Kemi-väli on sähköistetty, mutta Kolarin juniin vaihdetaan dieselveturi jo vetureiden varikkoasemalla Oulussa.

<sup>145</sup> Dieselvetoisen matkustajaliikenteen osalta on huomattava, että VR kompensoi sähköistämättömien reittien polttoainepäästöt.

<sup>146</sup> Rataverkon toimenpiteiden liikennejärjestelmä- ja ilmastovaikutukset, Väyläviraston julkaisu 39/2020, [https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/178049/VJ%2039-2020\\_978-952-317-793-2.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/178049/VJ%2039-2020_978-952-317-793-2.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Sähköä käytetään lisäksi kaupunkiraideliikenteessä Helsingin metrossa ja raitiovaunuissa, sekä Tampereen tulevalla raitiovaunulinjalla. Helsingin metroliikenteen sähkönkulutus vuonna 2019 oli 69,64 GWh ja raitiotieliikenteen 29,06 GWh.

### **Haasteet ja mahdollisuudet 2030**

Väyläviraston arvion mukaan potentiaalisia ratoja, joiden sähköistämistä ei ole vielä päätetty ovat Imatra tavara – Imatrankoski raja, Niirala-Säkäniemi, Joensuu-Uimaharju, Joensuu-Siilinjärvi, Laurila-Kolari, Elijärvi-Lautiosaari, Tornio-Röyttä sekä mahdollisesti myöhemmin Uimaharju-Kontiomäki, Viinijärvi-Pieksämäki sekä Kontiomäki-Pesiökylä. Näiden rataosuuksien osuuksien sähköistäminen palvelisi etenkin tavaraliikennettä, mutta osuuksien sähköistämällä saataisiin myös valtaosa tällä hetkellä dieselvetoisesta henkilöliikenteestä sähkövedolle.

Sähköistykselle vaihtoehtona ovat kuitenkin myös muut, vaihtoehtoihin käyttövoimiin perustuvat tulevaisuuden ratkaisut (ks. luku 6.1.2), uusiutuvan dieselin käyttö ja rataverkon tehokkaampi hyödyntäminen akselipainoja ja junakokoja kasvattamalla.

### **Haasteet ja mahdollisuudet 2045**

Koko junaliikenteen rataverkko on mahdollista sähköistää. Euroopan maista näin on toimittu mm. Sveitsissä. Vaikka kaikkien osuuksien liikenne ei ole kovin vilkasta, täyssähköistäminen mahdollistaisi yhtenäisen vetokaluston ja myös suurimman osan vaihtotöistä hoitamisen sähkövetokalustolla. Täyssähköistämällä varmistettaisiin ennen kaikkea koko rautatiejärjestelmän tehokkuus, vaikka viimeisten linjojen sähköistämisen ei enää vähennä oleellisesti päästöjä. Toisaalta viimeisetkin sähköistämättä jääneet rataosuudet estävät usein pidempien linjaosuuksien vetämisen sähköllä. Lisäsähköistämisen ratkaisuista päätettäessä tulisi analysoida tavara- ja matkustajaliikennevirrat kokonaiskuljetusten näkökulmasta, huomioiden erityisesti kaluston käytön tehokkuus.

### **Jatkovalmistelussa huomioitavaa / työryhmä suosittelee:**

- Jatketaan raideliikenteen sähköistämistä. Tavoitteena on, että raideliikennesuorite tuotettaisiin vuonna 2045 mahdollisimman pitkälti sähköllä.
- Selvitetään mahdollisuudet kehittää ratamaksujen ohjaavuutta niin, että ne kannustaisivat entistä enemmän sähkövetoon.

### 3.4.1.2 Muut uusiutuvat ja päästöttömät käyttövoimat raideliikenteessä

VR tutkii ja testaa mahdollisuutta uusiutuvan dieselin käyttöön kalustoon kuuluviissa Dv12-vetureissa. Uusissa (vuosina 2021-25 käyttöön otettavissa) Dr19-vetureissa voi käyttää 100 % uusiutuvaa dieseliä tai vastaavaa polttoainetta. Dr19-veturit tulevat korvaamaan valtaosan nykyisistä VR:n dieselvetureista. Dieselöljyn vaihtoehdoksi raskaaseen tavaraliikenteen sopisi myös nesteytetty maakaasu LNG, jolla hiilidioksidipäästöjä pystyttäisiin vähentämään noin 25-30 % tai nesteytetty biokaasu LBG, jolla päästöt putoisivat vielä enemmän. Nesteytetyn kaasun käyttö edellyttäisi kuitenkin sen käyttöön suunniteltua vetokalustoa ja toisaalta toimivaa ja riittävän laajaa jakeluverkostoa. Jakeluverkosto puolestaan edellyttäisi riittävää nesteytetyn kaasun käyttöä jakeluverkoston taloudellisuuden takaamiseksi. Esimerkiksi Yhdysvalloissa ja Venäjällä on tutkittu LNG:n käyttöönottoa raideliikenteessä, mutta laajoja investointipäätöksiä ei ole tehty. Virossa suunnitellaan otettavan vuoden 2020 lopussa koekäyttöön yksi LNG:lle muutettava veturi. Suomessa nesteytetty kaasu voisi sopia sähköistämättömille raskaan tavaraliikenteen reiteille, joilla on oma vakiovetokalustonsa.

Uusia käyttövoimia ja erilaisia hybridiratkaisuja on jo tarjolla erityisesti raiteiden henkilöliikenteeseen vaihtoehdoksi sekä sähkölle että dieselvedolle. Vety voi mahdollisesti vaikuttaa merkittävästi tulevaisuudessa rautatieliikenteen päästöjen vähentämiseen, mutta vetyratkaisuihin on toistaiseksi vähän tietoa. Muutama maa<sup>147</sup> on jo tehneet vetyperusteisia kalustotilauksia. Vety voi olla käyttökelpoinen ratkaisu sähköistykseen verrattuna, kun sen valmistukseen käytettävää sähköä on edullisesti saatavissa, eikä liikenne ole kuitenkaan erityisen vilkasta ja raskasta. Toisaalta vedyn valmistamiseen tarvitaan jopa kolminkertainen määrä energiaa verrattuna siihen, kuinka paljon sähköistetyn radan kautta energiaa junaliikenteeseen kuluisi. Siksi vety sopii parhaiten kevyeen moottorivaunukalustoon, jonka energiankulutus ei ole kovin suuri. Vetyä käytettäessä radan sähköistämiseen ei tarvitsisi investoida.

Myös akkuteknologia voi tuoda vaihtoehtoja raiteille. Rautateiden akkuteknologia on sinänsä ollut käytössä jo pidempään, mutta akkujen pieneneminen ja keventyminen on mahdollistanut niiden käytön käyttövoimana. Akkukäyttöisiä moottorivaunuja on hankittu Keski-Euroopassa useammallekin rautatielle.

Hybridikäyttö on lisääntymässä erityisesti moottorivaunuissa. Hybridimoottorivaunuja on mahdollista toteuttaa seuraavilla ratkaisuilla: diesel-akku, ajojohto-akku, ajojohtodiesel ja vety-akku. Yleisimmäksi vaihtoehdoksi muodostunee moottorivaunu, joka kulkee sekä ajojohdon virralla että akkukäytöllä. Esimerkiksi Saksan Pfalzin alueella

---

<sup>147</sup> Saksa, Itävalta, Etelä-Korea, Kiina, Japani ja Englanti.

kaikki nykyiset dieselmoottorivaunut korvataan tällä hybridikalustolla kolmessa vaiheessa 2024-2026. Hybridiratkaisussa akut latautuvat sinä aikana, kun vaunut ovat sähköistetyillä radoilla. Saksassa on arvioitu<sup>148</sup>, että maan kaikkien dieselkäyttöisten ratojen henkilöliikenne voitaisiin hoitaa 2038 mennessä yhteensä 2500 hybridimoottorivaunulla; suuri määrä pudottaisi myös niiden hankintahintaa merkittävästi. Myös esimerkiksi Ranska selvittää dieselmoottorivaunujen korvaamista tulevaisuudessa akku- tai hybridikalustolla tai vetykäyttöisellä kalustolla. Väyläviraston arvion mukaan myös Suomesta voisi löytyä rataosuuksia, joilla modernit akku- tai hybridimoottorivaunut sopisivat henkilöliikennekäyttöön, esimerkiksi Haapamäen ympäristö ja Savonlinnan henkilöliikenne.

Myös vetureja toteutetaan yhä enemmän hybridiratkaisuuina. VR:llä käytössä olevassa sähkövetoisessa Sr3-veturissa on jo käytössä ajojohto-diesel-ratkaisu. Hybridiveturit yleistyvät kuitenkin eniten vaihtotöissä ja kevyessä linja-ajossa. Esimerkiksi Saksassa Deutsche Bahn on tilannut sähköistämättömille radoille vuoden 2020 alussa yhteensä 100 uutta vaihtotöiden ja kevyen linjaliikenteen veturia, joissa on kaksi 120 kWh tehoista SCiB (Super Charge Ion Battery) -akkuja ja kaksi dieselmoottoria. Tarvittaessa veturi voidaan varustaa myös kattovirroittimella sähköradoilla käyttöä varten. Deutsche Bahnin mukaan vetureilla päästään erittäin merkittävään polttoaineen säästöön.

## Haasteet ja mahdollisuudet 2030/2045

Teknologiakehityksessä on panostettu uusien käyttövoimien hyödyntämiseen ja tulevina vuosina markkinoilla on tarjolla lukuisia vaihtoehtoisia käyttövoimia varsinkin taa-jamajunaliikenteeseen sekä vaihtotöihin. Haasteina voivat olla investointihalukkuus kalustoon ja niiden energian/polttoaineen jakelujärjestelmiin. Haasteena on myös kilpailu liikennesektorin sisällä ja muiden sektoreiden välillä samoista rajallisista resursseista, kuten biomassasta ja akkuminaaleista. Uusien käyttövoimien osalta tulisi samalla huomioida niiden käyttöön mahdollisesti liittyvät uudet riskit, kuten esimerkiksi LNG:n käytön, tuotannon ja kuljetuksen aikana mahdollisesti syntyvät metaanipäästöt<sup>149</sup>.

## Jatkovalmistelussa huomioitavaa / työryhmä suosittelee:

- Korvataan fossiilista dieseliä raideliikenteessä uusiutuvilla tai muilla vaihtoehtoisilla polttoaineilla siellä, missä sähkön käyttö ei ole mahdollista. Tavoitteena on, että raideliikenteessä ei enää vuonna 2045 käytettäisi fossiilista dieseliä lainkaan.

<sup>148</sup> Institut für Fahrzeugkonzepte des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt.

<sup>149</sup> Bannon: Transport running on fossil gas is as bad for the climate as diesel, petrol and marine fuel – report 24.8.2018, <https://www.transportenvironment.org/press/transport-running-fossil-gas-bad-climate-diesel-petrol-and-marine-fuel-%E2%80%93-report>

## 3.4.2 Liikennevälineiden ja rataverkon energiatehokkuuden parantaminen

### Liikennevälineet

Liikennevälineiden nykyinen energiatehokkuus perustuu kaluston ikään ja käyttövoimaan. Vuonna 2019 VR:n energiatehokkuus oli tavaraliikenteessä 0,16 MJ/tonnikm ja matkustajaliikenteessä 0,33 MJ/henkilökm. Suomessa käytössä oleva dieselvetokalusto on tällä hetkellä varsin vanhaa. Dieselvetoa käytetään enemmän tavaraliikenteessä, joten tavaraliikenteen heikompi energiatehokkuus johtuu melko runsaasta tavaraliikenteestä sähköistämättömillä radoilla sekä ratapihojen vaihtotöistä. Ylivoimaisesti suurilukuisin dieselveturisarja Suomessa ovat Dv12-veturit, joita käytetään paljon sekä linja-ajossa että vaihtotyössä. Näitä vetureita valmistettiin 1963-1984 yhteensä 192, joista noin 150 on yhä jäljellä. VR on tilannut 60 uuden sukupolven Dr19-dieselveturia, joiden toimitukset alkavat 2021. Ne ovat huomattavasti energiatehokkaampia ja vähempipäästöisiä kuin nykyiset veturit, ja mahdollistavat uusiutuvan dieselin käytön. Muilla operaattoreilla tulee olemaan Suomessa 2021 mennessä yhteensä 15 dieselveturia (kuusi sarjaa Dr18 ja yhdeksän sarjaa Dr20), jotka myös ovat energiatehokkuudeltaan selvästi Dv12-vetureita parempia.

VR:n sähkökalustoon kuuluvista sähkövetureista Sr1-veturit eivät syötä jarrutusenergiaa takaisin verkkoon, mutta uudemmat Sr2- ja Sr3-veturit tekevät tämän. Lisäksi uudemman automaattisen säätötekniikan ansiosta uudemmat sähköveturit ovat Sr1-vetureita jonkin verran energiatehokkaampia. Parhailaan on käynnissä 80 tilatun uuden Sr3-sähköveturin toimitukset, mikä parantaa myös sähkökaluston energiatehokkuutta. Uusien sähkömoottorijunien hankinta on käynnistymässä, mutta dieselmoottorivaunujen uusimisesta ei ole vielä päätöstä.

Kaluston uusiminen voi tulla ajankohtaiseksi myös muista syistä. Useilla sähköistämättömillä osuuksilla käytössä olevat Dm12-malliset moottorivaunut eivät esimerkiksi täytä nykyisiä esteettömyyden lähtökohtia. Useissa maissa on jo määrätty ajankohdat, mihin mennessä taajamaliikennekaluston on oltava esteetöntä, mikä voi aiheuttaa tarpeen uusien kalusto.

### Rataverkko

Nykyisen liikennöidyn rataverkon pituus oli vuoden 2020 alussa 5 923 km, josta 3 331 km oli sähköistetty. Yksiraiteista rataa oli 5 230 km. Suurimmalla osalla rataverkkoa sallitaan 225 kN akselimassa, mutta noin 1 300 kilometrillä suurin akselimassa on 250



kN<sup>150</sup>. Henkilöjunien suurin sallittu nopeus on 220 km/h ja tavarajunien 120 km/h käytetystä kalustosta ja rataosuudesta riippuen. Suomesta on raideyhteydet Ruotsiin Tornion kautta ja Venäjälle Vainikkalasta, Imatrankoskelta, Niiralasta sekä Vartiuksesta.<sup>151</sup>

Rataverkosta pääväyliin kuuluu noin 3 400 km, joka on 57 % koko rataverkon laajuudesta. Pääväyliillä tapahtuu noin 85 % kaikkien rautateiden henkilöliikenteen suoritteista sekä noin 90 % tavaraliikenteen suoritteesta. Rautateiden pääväylien rataosuudet luokitellaan henkilöliikenteen ja tavaraliikenteen ratoihin niiden pääasiallisen liikenneprofiilin perusteella. Henkilöliikenteen radoilla nopeus on pääsääntöisesti vähintään 120 km/h. Tavaraliikenteen radoilla nopeus on pääsääntöisesti vähintään 80 km/h ja akselimassa vähintään 225 kN. Pääväylät täyttävät edellä mainitut palvelusvaatimukset.<sup>152</sup>

Rautateiden pääväylät ovat tällä hetkellä pääosin kohtuullisessa kunnossa, mutta erityisesti vähäliikenteisten rataosien kunto on huono. Pääväylille, ml. ratapihat, korjausvelkaa on kertynyt mm. turvalaitejärjestelmiin sekä päällysrakenteen, siltojen ja tunnelien osalta. Rahoitusta on kohdistettu ensisijaisesti pääväylille liikennöitävyyden varmistamiseksi, muun rataverkon jäädessä vähemmälle huomiolle. Toistaiseksi koko rataverkko on pystytty pitämään liikennöitävänä, mutta liikenteelle on jouduttu asettamaan nopeus- ja muita rajoituksia rataverkon kaikilla osilla. Erilaiset rajoitukset heikentävät raideliikenteen kilpailukykyä verrattuna muihin liikennemuotoihin.

Rautatieliikennepaikkoja on 345, josta henkilöliikenteessä 109, tavaraliikenteessä 145 sekä henkilö- ja tavaraliikenteessä 91. Asema-alueella tarkoitetaan junien pysähtymispaikkaa laitureineen, palveluineen ja liityntäliikennealueineen. Liikennepaikoilla on tärkeä rooli sekä rautatieliikenteen että liikennejärjestelmän solmupisteinä, joissa matka- ja kuljetusketjut yhdistyvät. Rautateiden tavaraliikenteen ratapihat muodostuvat pääasiassa järjestely- ja seisontaraiteista.<sup>153</sup>

Viime vuosina kaukoliikenteen matkustajamäärä on ollut kasvussa, mikä on ollut seurausta sekä yleisen taloustilanteen paranemisesta, että junalippujen hinnoittelun muutoksesta. Kasuvat matkustajamäärät vaatisivat uusia investointeja rataverkkoon, sillä

---

<sup>150</sup> kN=kilonewton. Yksi newton on voima, joka antaa yhden kilogramman massalle kiihtyvyyden 1 m/s<sup>2</sup>. Newton on siis johdannaisyksikkö, jonka määritelmä perustuu perusyksikköjen kilogramma, metri ja sekunti määritelmiin. Käytännössä newton on se voima, jolla maapallo vetää pinnallaan olevaa noin 102-grammaista kappaletta puoleensa – voima on kappaleen paino.

<sup>151</sup> Liikenne- ja viestintäviraston selvitys Liikennejärjestelmän nykytila ja toimintaympäristön muutokset. Traficomien tutkimuksia ja selvityksiä 4/2020.

<sup>152</sup> Liikenne- ja viestintäviraston selvitys Liikennejärjestelmän nykytila ja toimintaympäristön muutokset. Traficomien tutkimuksia ja selvityksiä 4/2020.

<sup>153</sup> Liikenne- ja viestintäviraston selvitys Liikennejärjestelmän nykytila ja toimintaympäristön muutokset. Traficomien tutkimuksia ja selvityksiä 4/2020.

viikkaimmilla reiteillä raidekapasiteetti on jo kokonaan käytössä eikä uusia junavuoroja ole mahdollista lisätä. Rautateiden tavarakuljetusten kustannustehokkuus on kehittänyt myönteiseen suuntaan muun muassa rataverkon 250 kN akselimassan yhteysvälien ja sähköistuksen laajenemisen ansiosta. Sähköistamisestä on hyötynyt myös henkilöliikenne.

Suomessa rataverkon liikenteen ohjauksen energiatehokkuutta parannetaan mm. kuljettajien taloudellisen ajotavan koulutuksella sekä välittämällä kuljettajille optimaalista ajonopeustietoa kulkureitin vapautumistietojen mukaan, jolloin turhia jarrutuksia tai pysähdyksiä voidaan välttää (ns. Kupla-DAS järjestelmä). Rautatieliikenteen kansallinen sääntely perustuu pääosin EU-sääntelyyn. EU-sääntely ohjaa myös raideliikenteen hallinnan ja kulunvalvontajärjestelmän uusimista.

Raideliikennelain mukaisesti Väylävirasto perii ratamaksun, joka perustuu rautatieliikenteen harjoittamisesta aiheutuviin radanpidon kustannuksiin. Ratamaksun perusosassa Väylävirasto erottelee sähkövetoisen ja muun liikenteen hinnat perustuen lain-tulkintaan rautatiemarkkinadirektiivistä<sup>154</sup> ja komission täytäntöönpanoasetuksesta<sup>155</sup>. Ratamaksut nousevat vuonna 2021 suuremmin sähkövetoisella liikenteellä kuin dieselvetoisella liikenteellä, mikä johtuu sähköisen raideinfrastruktuurin kalliimmasta rakentamisen hinnasta. Ratamaksu kallistuu matkustajaliikenteessä + 7,0 % ja tavaraliikenteessä + 6,3 %, jolloin sähkövetoisen liikenteen ratamaksu on 12% dieselvetoa kalliimpaa. Tämän voi katsoa kannustavan taloudellisesti dieselvetoiseen raideliikenteeseen.

Väyläviraston mukaan ympäristökustannusten sisällyttäminen ratamaksuihin on rautatiemarkkinadirektiivin mukaan sallittua ainoastaan siinä tapauksessa, että vastaavia maksuja sovelletaan myös maanteiden tavaraliikenteeseen. Vastaavana maksuna maanteillä voitaisiin pitää ns. vinjettidirektiivin mukaista tienkäyttömaksua, joka on porrastettu ajoneuvojen europäästöluokkien mukaan. Suomessa raskaita ajoneuvoja koskevaa ajoneuvoveron käyttövoimaveroa ei ole kuitenkaan porrastettu vastaavalla tavalla päästöjen mukaisesti. Sähkövetoisen raideliikenteen ilmastovaikutukset on kuitenkin Suomessa otettu huomioon rautatieliikennettä suosivasti energiaverotuksessa rautatieliikenteen sähkö-verovapautuksella. Väylävirasto on katsonut, että ilmastonäkökulma voitaisiin raideliikenteessä huomioida paremmin muilla instrumenteilla, kuten mahdollisilla rata- tai ympäristöveroilla.

<sup>154</sup> Direktiivi 34/2012/EU yhtenäisestä eurooppalaisesta rautatiealueesta, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/fi/TXT/?uri=CELEX%3A32012L0034>.

<sup>155</sup> Komission täytäntöönpanoasetus 909/2015/EU, [https://eur-lex.europa.eu/eli/reg\\_impl/2015/909/oj/?locale=fi](https://eur-lex.europa.eu/eli/reg_impl/2015/909/oj/?locale=fi).

## Kaupunkiraideliikenne

Helsingin metrolienteessä on käytössä tällä hetkellä M100-, M200- ja M300-mallisia junia. Vuodesta 2028 alkaen käyttöön suunnitellaan tulevan M400- junat. Samalla vanhimmat, M100-junat jäisivät pois käytöstä. M400-junien käyttöönoton aikaan 2020-luvun loppupuolella ajankohtaista voi olla myös metrolienteen automaatio. Automaatio mahdollistaa käyttöasteen kasvattamisen ja vuorovälien lyhentämisen nykyisestä 2,5 minuutista kahteen minuuttiin.

Raitiovaunuliikenteen kaluston käyttöaste<sup>156</sup> vuonna 2020 on arviolta 76 % ja metron 80 %. Automaation ja uusien junavaunujen myötä metron käyttöaste kasvaisi lähemmäs 90 prosenttia vuodesta 2029 alkaen. Raitiovaunujen käyttöasteen oletetaan kasvavan lähivuosina lähemmäs 90 prosenttia.

HKL:n Helsingin ja Espoon alueella liikennöimä metrolinja koostuu tällä hetkellä 25 asemasta pääteasemien Espoon Matinkylässä ja Helsingin Vuosaarella/Mellunmäessä välillä. Metron linjaradan pituus on 21,1 km. Lisäksi varikko- ja järjestelyrataa on noin 18 km. Metroasemia tulee viisi lisää, kun länsimetron Matinkylä-Kivenlahti – osuus valmistuu arviolta vuonna 2023.

Lisäksi Helsingin seudulla on rakenteilla Itäkeskuksesta Keilaniemeen kulkeva ns. Raide-Jokeri, jonka tavoitteena on aloittaa liikennöinti 2024. Raide-Jokerin radan kokonaispituus on noin 25 km. Laajasalon Hakaniemen kautta keskustaan yhdistävän 10 km pitkän Kruunusillat-raitiotien rakentamisen suunnitellaan alkavan vuonna 2021 ja hankkeen arvioidaan tällä hetkellä valmistuvan 2026.

Helsingin seudulla pikaraitiotieverkkoa suunnitellaan kehitettävän MAL2019 –suunnitelman mukaisesti yhteyksillä Mellunmäki-Tikkurila-Aviapolis-Lentoasema (ns. Vantaan ratikka), Vihdintien pikaraitiotie Pohjois-Haagaan, Viikin-Malmin pikaraitiotie, Tuusulanväylän pikaraitiotie ja Matinkylä-Suurpelto-Kera-Leppävaara (ns. Espoon ratikka).

Keväällä 2020 neuvotelluissa valtion ja kaupunkiseutujen välisissä maankäytön, asumisen ja liikenteen sopimuksissa (MAL-sopimukset) vuosille 2020-2031 on sovittu raitiotiehankkeista Helsingissä, Tampereella ja Turussa. Helsingin seudun MAL-sopimuksessa on sovittu Helsingin ja Vantaan kaupunkien ja valtion kesken Vihdintien pikaraitiotien toteutuksesta sekä Vantaan ratikan ja Viikin-Malmin pikaraitiotien suunnittelusta.<sup>157</sup>Tampereelle on rakenteilla raitiotie ensimmäisessä osassa Pyynikintorilta

<sup>156</sup> Käyttöaste = kaluston maksimitarve : kaluston kokonaismäärä.

<sup>157</sup> MAL 2019: Helsingin seudun maankäyttö, asuminen ja liikenne, [https://www.hsl.fi/sites/default/files/uploads/liite1\\_mal2019\\_suunnitelmaraportti\\_28032019.pdf](https://www.hsl.fi/sites/default/files/uploads/liite1_mal2019_suunnitelmaraportti_28032019.pdf).

Hervantaan ja Sorin aukiolta yliopistolliselle sairaalalle (Tays). Ensimmäistä osaa jatketaan Hatanpään haaralla, joka kulkee Hämeenkadulta linja-autoasemalle. Ensimmäisen osan liikennöinti alkaa elokuussa 2021. Toisessa osassa raitiotie on tarkoitus jatkaa Pyyrikintorilta Lentävänniemeeseen vuosina 2021-24. Toinen osa mukaan laskettuna raitiotietä tulee yhteensä noin 23 kilometriä. Tampereen seudun kunnat ovat myös laatimassa yleissuunnitelmaa raitiotien seudullisesta laajentamista. Myös Turku on selvittänyt raitiotien rakentamista. Huhtikuussa 2020 Turun kaupunginvaltuusto päätti jatkaa raitiotien suunnittelua laatimalla Tiedepuiston ja Sataman linjojen yleis- ja toteutussuunnitelmat. Yleissuunnittelua on jo aiemmassa vaiheessa tehty erilaisille ensimmäisen linjan vaihtoehdoille, joka kaikki lähtevät Varissuolta.

Valtio osallistuu MAL-sopimusten mukaisesti kaupunkiseutujen raitiotiehankkeiden suunnitteluun ja toteutukseen 30 prosentin osuudella. Kunnat ja valtio-osapuoli hyväksyvät MAL-sopimukset lopullisesti syksyn 2020 aikana.

## Haasteet ja mahdollisuudet 2030/2045

Vuonna 2030 suuri osa dieselveureista ja osa sähköveureista on korvattu aikaisempaa energiatehokkaammilla, ja vuoteen 2045 mennessä koko sähkö- ja dieselveutokalu on oletettavasti uusittu.

Raide- ja raitioliikennettä tukemalla voidaan vähentää liikenteen päästöjä silloin, kun siirtymä tapahtuu fossiilisia polttoaineita käyttävästä tieliikenteestä sähkökäyttöiseen tai muuten päästöttömäksi laskettavaan raideliikenteeseen. Raideliikenne on usein tieliikennettä energiatehokkaampi vaihtoehto ja sen kuljetuskapasiteetti on parempi myös suurilla matkustaja- ja tavaramäärillä ajatellen. Suurimmat kaupungit (Helsinki, Espoo, Vantaa, Turku ja Tampere) suunnittelevat tulevaisuuden kaupunkiliikenteeseen kasvavissa määrin raitioliikennettä.

Nykyisten rautateiden energiatehokkuutta ja rataverkon läpäisykykyä voidaan parantaa kalustoteknologian rinnalla myös liikenteenohjausjärjestelmällä. Suomessa tällä hetkellä käytössä oleva raideliikenteen JKV-kulunvalvontajärjestelmä tulee käyttökänsänsä päähän jo 2020-luvun lopussa. Samaan aikaan EU-sääntely velvoittaa jäsenvaltiot varustamaan TEN-ydinverkon rataosat ns. ERTMS (European Rail Traffic Management System) -järjestelmällä. LVM:n kolle kutsuma laaja Digirata-foorumi käynnisti 2019 ERTMS-järjestelmän käyttöönotosta selvityksen. Huhtikuussa 2020 valmistunut selvityksen loppuraportti suosittaa paitsi ERTMS-järjestelmän käyttöönottoa, myös Suomen rautatieliikenteen kokonaisvaltaista digitalisaatiota eli ns. digirataa.<sup>158</sup>

---

<sup>158</sup> Kohti digitaalista ja älykästä rautatieliikennettä : Digirata-selvityksen loppuraportti. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisu 6/2020, <http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/162151>

Selvityksen mukaan digirata on välttämätöntä ottaa käyttöön heti, jotta liikenne Suomen rataverkolla voi jatkua edes nykyisessä laajuudessaan sujuvasti ja turvallisesti myös 10-15 vuoden kuluttua. Uudella ohjausjärjestelmällä liikennettä saadaan sujuvoitettua niin, että liikenne kulkee mahdollisimman vähäisillä jarrutuksilla ja niitä seuraavilla kiihdytyksillä. Turvallisuuden ohessa digirata lisää rataverkon energiatehokkuutta sekä mahdollistaa korkeamman rautatieliikenteen saavutettavuuden ja paremman palvelutason. Rautatieverkon kehittämisen kokonaiskuvasta, ml. digirata-järjestelmästä, linjataan osana Liikenne 12 –työtä.

Nykyisellä rataverkolla on energiantarvetta lisääviä tilapäisiä ja pysyviä nopeusrajoituksia mm. tasoristeyksistä ja huonokuntoisista osuuksista johtuen. Näiden nopeusrajoitusten turvallinen poistaminen nostaisi liikennöintinopeuksia, parantaisi täsmällisyyttä ja rataverkon läpäisykykyä ja sitä kautta raideliikenteen kilpailukykyä. Lisäksi parantamishankkeiden yhteydessä voidaan nostaa tarvittaessa akselipainoja, jotka tehostavat kuljetusten energiatehokkuutta junamäärän vähenemisen kautta.

Helsingin seudulla pikaraitiotieverkkoa suunnitellaan kehitettävän yhteyksillä Mellunmäki-Tikkurila-Aviapolis-Lentoasema (ns. Vantaan ratikka), Vihdintien pikaraitiotie Pohjois-Haagaan, Viikin-Malmin pikaraitiotie, Tuusulanväylän pikaraitiotie ja Matinkylä-Suurpelto-Kera-Leppävaara (ns. Espoon ratikka).

## Jatkovalmistelussa huomioitavaa / työryhmä suosittelee:

### Liikennevälineet

- Varaudutaan raideliikenteen kalustohankinnoissa siihen, että pitemmällä aikavälillä myös raideliikenteen dieselvedossa voitaisiin siirtyä uusiutuvan dieselin tai muiden vaihtoehtoisten käyttövoimien käyttöön.

### Rataverkko

- Toteutetaan Digiratahanke eli junien kulunvalvontajärjestelmän uusiminen. Digiratahanke on keskeinen edellytys rautatieliikenteen toimivuudelle tulevaisuudessa. Hankkeella säästetään myös perusväylänpitoon tulevaisuudessa käytettävää rahaa.
- Parannetaan raideliikenteen energiatehokkuutta myös panostamalla rataverkon kunnossapitoon erityisesti työnkäynnin ja elinkeinoelämän kannalta merkittävimmillä osuuksilla sekä toteuttamalla yksittäisiä parantamishankkeita, joilla tähdätään esimerkiksi akselipainojen nostoon tavaraliikenteen junakuljetusten tehostamiseksi.

### 3.4.3 Liikennejärjestelmän energiatehokkuuden parantaminen

Tavaraliikenteen yhdistetyt kuljetukset päättyivät kannattavuussyistä vuonna 2014<sup>159</sup>. Tavaraliikennettä voidaan tulevaisuudessa suunnitella tuotavaksi tehokkaasti raiteille erityisesti uusien tuotantolaitosten investointien ja suunnittelun yhteydessä. Raideliikenteen potentiaali tavaraliikenteen kuljetusmuotona tulisi tällöin huomioida jo varhaisessa tuotantolaitoksen suunnittelun vaiheessa.

Nostamalla rautateiden ja muutoinkin rautatieliikenteen markkinaosuutta voidaan yhteiskunnan päästöjä laskea. Maahenkilöliikenteen kulkumuotojakautumat (henkilökilometreissä) verrattuna Ruotsiin, Sveitsiin ja Euroopan unioniin ovat seuraavat:

	EU	Suomi	Ruotsi	Sveitsi
Henkilöautot	81,8	83,6	81,7	77,3
Linja-autot	8,5	10,3	7,0	5,0
Rautatiet	7,8	5,4	9,4	16,8
Raitiotiet ja metrot	1,8	0,7	1,9	0,9

Taulukko 1. Lähde: EU, Transport in figures 2019

Taulukko kuvaa tilannetta 2018. Vuonna 2019 Suomessa päästiin rautateillä ennätyselliseen 6,2 %:n matkustajaosuuteen. Esimerkiksi Sveitsiin, mutta myös Ruotsiin verrattuna Suomen rautateillä on kuitenkin selkeää kasvupotentiaalia henkilöliikenteessä. Lisäksi Suomessa raitioteiden ja metron osuus tulee kasvamaan johtuen jo rakenteilla olevista (Länsimetron jatko, Tampereen raitiotiet, Raide-Jokeri) radoista ja suunnitelluista linjoista (Laajasalon rata, Vantaan raitiotiet, Turun raitiotiet).

Kasvupotentiaalia on eniten suurten kaupunkien välisessä henkilöjunaliikenteessä sekä alueellisessa raideliikenteessä pääkaupunkiseudulla, Tampereella ja Turussa. Junien matka-aikojen merkittävä lyhentäminen ja junatarjonnan parantaminen lisäävät junamatkustajien määrää. Matkustajamäärän kehitys riippuu kuitenkin myös paljon junamatkan hinnasta suhteessa henkilöautomatkan kustannuksiin sekä matkaketjujen toimivuudesta lähtö- ja määräpäässä. Jos siirtymä tieliikenteestä on suuri, ei nykyisellä rataverkolla pystytäkään takaamaan riittävää palvelutasoa. Tämän takia rautateiden välityskykyä ja kapasiteettia lisäävät investoinnit ovat tarpeellisia. Lisäksi alueellisen liikenteen tehokas järjestäminen (muualla kuin HSL-alueella) vaatisi lainsäädännön muutoksen. Rataverkon kehittämistä kokonaisuutena tarkastellaan valtakunnallisessa liikennejärjestelmäsuunnitelmassa (Liikenne 12).

<sup>159</sup> Ks. enemmän yhdistetyistä kuljetuksista luvusta 2.2.3.4 Logistiikan tehostaminen

Rataverkon välityskyvyn lisäämisessä on huomioitava myös teknologinen kehitys. Kiinteään infrastruktuuriin kohdistettavien investointien rinnalla voidaan hyödyntää tietoon ja automaatioon perustuvia uutta teknologiaa hyödyntäviä ratkaisuja. Rataverkon kehittämishankkeiden yhteiskuntataloudelliset hyödyt koostuvat pääosin muista tekijöistä kuin CO<sub>2</sub>-päästöjen vähentämisestä (esim. vaikutukset työmarkkinoihin ja maankäyttöön). Jos siirtymä henkilöautoliikenteestä olisi esimerkiksi miljoona matkaa vuodessa, vähentäisi tämä CO<sub>2</sub>-päästöjä noin 9 600 tonnia vuodessa.<sup>160</sup> Lisäksi ratahankkeet tiivistäisivät maankäyttöä ja vähentäisivät myös tätä kautta liikenteen CO<sub>2</sub>-päästöjä.

Suomen rautatietoimialaan kohdistuu monenlaisia muutospaineita. Esimerkiksi kasvava ympäristötietoisuus, kestävä kehityksen vaatimukset sekä ilmastomuutoksen torjuminen edellyttävät liikkumisen ja logistiikan kokonaisvaltaista muuttamista. Alueiden ja seutujen saavutettavuus on myös Suomen kilpailukyvyn ja menestyksen kannalta keskeistä. Suuret ratahankkeet, kuten Turun tunnin juna, Suomi-rata sekä idän nopea yhteys yhdistäisivät maakuntia ja olisivat koko Suomen kannalta strategisia hankkeita. Paras hyöty valtakunnallisista raideyhteyksistä saadaan silloin, kun kaupunkiseutujen sisäinen joukkoliikenne toimii hyvin niihin integroituna.

Liikenne- ja viestintäministeriön johdolla aloitettiin marraskuussa 2019 Turun tunnin juna -hankeyhtiön sekä Suomi-rata-hankeyhtiön perustamisesta hankkeista hyötyvien kuntien ja muiden julkisomisteisten yhteisöjen kanssa. Neuvottelutulos saavutettiin helmikuussa 2020 ja hankeyhtiöitä käsiteltiin 3.3.2020 talouspoliittisessa ministerivaliokunnassa. Talouspoliittinen ministerivaliokunta puolsi, että Suomen valtio, edustajanaan liikenne- ja viestintäministeri, voi hyväksyä Suomi-rata-hankeyhtiön sekä Turun tunnin juna -hankeyhtiön osakassopimukset sekä hankeyhtiöiden perustamisen yhdessä vähemmistöosakkaiden kanssa. Kuntien sekä Finavia Oyj:n osalta päätöksenteko etenee helmi-toukokuun aikana. Suomi-rata-hankeyhtiön tarkoituksena olisi edistää Helsingin ja Tampereen välisen Helsinki-Vantaan lentoaseman kautta kulkevan raideyhteyden suunnittelua rakentamisvalmiuteen asti. Turun tunnin juna -hankeyhtiön tarkoituksena olisi vastaavasti edistää Espoo-Salo -oikoradan sekä Salo-Turku -ratavälin suunnittelua rakentamisvalmiuteen asti.

Kaupunkiraideliikenne on osa suurimpien kaupunkien liikennejärjestelmää. Helsingissä raitoliikennettä käytti vuonna 2019 56,8 miljoonaa matkustajaa ja metroa 92,6 miljoonaa matkustajaa. Raitioteiden käyttöaste oli 16 % ja metron 21,1 %. Käyttöasteeseen on laskettu matkustajakilometrit suhteessa tarjottuihin paikkakilometreihin.

---

<sup>160</sup> ILMO45. Toimenpideohjelma hiilettömään liikenteeseen 2045. Toimenpideohjelma hiilettömään liikenteeseen 2045: Liikenteen ilmastopolitiikan työryhmän loppuraportti, <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/161210>

Heikkoa lukua selittää HSL:n mukaan osaltaan se, että ruuhka-aikoina liikenne on painottunut selvästi yhteen suuntaan. Esimerkiksi vuorovälien lyhentäminen ei välttämättä kasvattaisi enää joukkoliikenteen tehokkuutta. Uusilla suunnitteilla olevilla raitiotiehankkeilla tehostetaan liikennejärjestelmiä ennestään.

## Haasteet ja mahdollisuudet 2030/2045

Raideliikenteen kulku- ja kuljetusmuoto-osuudet voivat kasvaa merkittävästikin tulevaisuudessa, jos tieliikenteen hinnat esimerkiksi veronkorotusten, ruuhkamaksujen tai uusiutuvien polttoaineiden käytön vuoksi nousevat ja eri liikennemuotojen kysyntä sitä kautta muuttuu. ILMO45-työssä vuonna 2018 asetettiin tavoitteeksi, että henkilöauto liikenteen suoritteiden kasvu taittuisi viimeistään vuonna 2025 ja pienenesi tämän jälkeen muutaman prosentin vuoteen 2050 mennessä. Näinkin pieni muutos henkilöautojen suoritteessa johtaisi siihen, että raideliikenteen, linja-autoliikenteen, pyöräilyn ja kävelyn yhteenlaskettu matkustussuorite kaksinkertaistuisi vuoden 2017 tasosta vuoteen 2050 mennessä. Raideliikenteen matkustussuorite kasvaisi 143 %, linja-autoliikenteen 84 %, pyöräilyn 87 % ja kävelyn 75 % vuoteen 2050 mennessä. Henkilöliikenteen päästöt perusennusteeseen, eli ilman uusia politiikkatoimia tapahtuvaan kehitykseen, verrattuna vähenisivät 11 % (n. 0,5 Mt vuodessa) vuonna 2050.<sup>161</sup>

Matkamäärinä raideliikenteen matkat kasvaisivat vuoden 2016 noin 114 miljoonasta 284 miljoonaan vuonna 2050, linja-autoliikenteen matkat puolestaan 241 miljoonasta 534 miljoonaan, pyöräilyn 400 miljoonasta 624 miljoonaan ja kävelyn 1,1 miljardista 1,6 miljardiin. Vuonna 2050 raideliikenteen matkoista 245 miljoonaa (102 milj. 2016) olisi pääkaupunkiseudun sisäisiä matkoja ja 33 miljoonaa (9 milj. 2016) seutukuntien välisiä matkoja. Tämä ei ole mahdollista ilman mittavia infrastruktuuri-investointeja (ml. kaupunkiseutujen raitiotieinvestoinnit). Näiden investointien pääasiallinen tarkoitus olisi siis lisätä raideliikenteen kapasiteettia, jotta voitaisiin vastata muuttuneeseen kysyntään, ei niinkään luoda uutta kysyntää.<sup>162</sup>

Raideliikenteen osuuksia olisi tulevaisuudessa mahdollista kasvattaa myös tavaraliikenteen puolella. Jos uudet tuotantolaitokset saataisiin entistä useammin sijoitetuiksi olemassa olevien raideliikenneyhteyksien lähistölle, niiden aiheuttamat uudet kuljetustarpeet saataisiin hoidetuksi raideliikenteellä eivätkä ne näin ollen kasvattaisi tiekuljetusten määrää. Raideliikenteen houkuttelevuuteen tulevaisuudessa olisi mahdollista

<sup>161</sup> ILMO45. Toimenpideohjelma hiilettömään liikenteeseen 2045. Toimenpideohjelma hiilettömään liikenteeseen 2045: Liikenteen ilmastopolitiikan työryhmän loppuraportti, <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/161210>

<sup>162</sup> ILMO45. Toimenpideohjelma hiilettömään liikenteeseen 2045. Toimenpideohjelma hiilettömään liikenteeseen 2045: Liikenteen ilmastopolitiikan työryhmän loppuraportti, <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/161210>



vaikuttaa muun muassa kaavoituksella ja muulla maankäytön suunnittelulla, liikenneinfran investoinneilla sekä liikenteen hinnoittelulla ja muulla liikennepolitiikalla.

Uusien ratojen rakentamisen ja kunnossapidon kohdalla on huomioitava myös rakennustöiden aiheuttamat päästöt. Raideliikenteessä rakennustöiden aiheuttamat päästöt ovat tiehankkeiden aiheuttamia päästöjä suuremmat, ja niiden kompensoiminen kulutapasiirtymillä kestää kauan. Nopeampia ilmastovaikutuksia saadaan panostamalla suurten kaupunkiseutujen ratojen välityskykyyn, nykyisen rataverkon kunnossapitoon (ml. korjausvelan tuomat häiriöt ja rajoitukset) sekä pienillä nykyisten ratojen parannushankkeilla kuten lisäraiteilla tai kohtauspaikoilla. Keskeistä on myös ratapihojen toimivuus ja mahdollinen kehittäminen tuleviin tarpeisiin. Lisäksi digitalisaatio tuo uusia mahdollisuuksia niin logistiikan tehostamiseen kuin liikenteen ohjaukseen kuten Digirata- selvitys osoittaa. Toisin kuin varsinaisilla raideinfranhankkeilla, Digiradan rakentamisella ei ole merkittävää hiilijalanjälkeä.

Raideliikenteen markkinaosuutta voidaan edelleen lisätä kaupunkiratoja sekä raitiotiejärjestelmiä toteuttamalla. Toimenpiteitä ovat mm. Espoon kaupunkiradan, Helsingin bulevardiraitioteiden, Vantaan raitioteiden ja Turun raitioteiden toteuttaminen. Kaukoliikenteessä osuutta voidaan lisätä Digirata-turvallisuustekniikalla sekä runkoyhteyksiä nopeuttamalla varmistamalla kuitenkin tiheä taajamaliikenne samoilla alueilla.

### **Jatkovalmistelussa huomioitavaa / työryhmä suosittelee:**

- Tavoitteena on kasvattaa raideliikenteen osuuksia sekä henkilö- että tonnikilometreistä. Keskeisimpiä toimia kulku- ja kuljetusmuotojakaumiin vaikuttamiseksi ovat luvussa 1.2 mainitut taloudelliset ohjaukeinit sekä investoinnit raideliikenteeseen. Myös raideliikenteen ostoliikenne-rahastusta lisäämällä voidaan kasvattaa junamatkustamisen markkinaosuutta.
- Hallitusohjelman mukaisesti raideinvestointien määrää kasvatetaan nykytasosta. Pittemällä aikavälillä raideliikenteen investoinneilla varaudutaan kasvattamaan raideliikenteen kapasiteettia samalla, kun muilla toimenpiteillä ohjataan kysyntää raitteille.
- Panostetaan suurten kaupunkiseutujen välisten ratojen välityskykyyn nykyisen rataverkon parannuksilla. Kehitetään suurten kaupunkiseutujen lähiliikennettä. Selvitetään alueellisen junaliikenteen kehittämistarpeita ja mahdollisuuksia.

## 4 Lentoliikenne

### 4.1 Lentoliikenteen kasvihuonekaasupäästöjen nykytila ja arvioitu kehitys

#### 4.1.1 Johdanto

Lentoliikenteen kasvihuonekaasupäästöjen vähentämisessä on erityisenä haasteena ollut muita liikennemuotoja suppeampi keinovalikoima ja voimakkaasti kasvanut liikennesuorite. Muiden sektoreiden ja liikennemuotojen vähentäessä päästöjään, on riskinä, että tulevana vuosikymmeninä lentoliikenteen osuus globaaleista CO<sub>2</sub>-päästöistä kasvaa huomattavasti nykyisestä noin 2,5 prosentista. Kansainvälinen siviili-ilmailujärjestö ICAO on arvioinut, että energiatehokkuuden vuosittaisesta parantumisesta huolimatta kansainvälisen lentoliikenteen (noin 65 prosenttia kaikesta lentoliikenteestä) polttoaineen kulutus lisääntyy vuoden 2015 tasosta vuoteen 2045 mennessä 2,2-3,1-kertaiseksi<sup>163</sup>. EU:ssa lentoliikenteen osuus kaikista CO<sub>2</sub>-päästöistä oli 3,6 prosenttia ja liikennesektorin päästöistä 13,4 prosenttia vuonna 2017. Päästöt olivat kasvaneet 16 prosenttia vuodesta 2005 ja vuoteen 2040 mennessä niiden odotetaan kasvavan vielä 21-37 prosenttia lisää<sup>164</sup>.

Lentoliikenteestä syntyy hiilidioksidin lisäksi muitakin päästöjä, kuten typen ja rikin oksideja, palamattomia hiilivetyjä, pienhiukkasia ja vesihöyryä, joista osa vaikuttaa ilmastoa lämmittävästi ja osa viilentävästi. Kun kaikki lentoliikenteen päästöt otetaan huomioon, on lentoliikenteen päästöjen osuus ilmakehän lämpenemiseen arvioitu uusimmissa tutkimuksissa noin viideksi prosentiksi<sup>165</sup>. Hiilidioksidi on tällä hetkellä kuitenkin ainoa lentoliikenteen päästö, jonka määriä ja vaikutuksia ilmakehässä pystytään varmuudella arvioimaan. Tämän vuoksi tässä työssä keskitytään hiilidioksidipäästöihin, joiden vähentämisellä on pääosin myönteinen vaikutus myös muihin lentämisestä aiheutuviin päästöihin.

Kasvihuonekaasujen raportoinnissa Pariisin ilmastopimukselle huomioidaan Hallitustenvälisen ilmastomuutospaneeli IPCC:n raportointiohjeiden mukaan vain kotimaan lentoliikenteen päästöt Suomen liikenteen päästöiksi (kansainvälisen lento- ja

<sup>163</sup> Fleming – de Lépinay: Environmental Trends in Aviation to 2050 (2019).

<sup>164</sup> EASA: European Aviation Environmental Report (2019).

<sup>165</sup> Jungbluth – Meili: Recommendations for calculation of the global warming potential of aviation including the radiative forcing index -The current state of scientific understanding of the non-CO<sub>2</sub> effects of aviation on climate (2018).

meriliikenteen päästöt raportoidaan erikseen ns. bunkkeripäästöinä). Tiekarttatyössä arvioidaan kuitenkin myös Suomesta lähtevän kansainvälisen lentoliikenteen päästöjä ja keinoja niiden vähentämiseksi sekä muodostetaan työryhmän näkemys molemmat liikennetyypit kattavasta päästövähennyspotentiaalista vuosiin 2030 ja 2045 mennessä. Tämä on perusteltua siksi, että kansallisilla toimilla voidaan vaikuttaa myös suureen osaan Suomesta lähtevän kansainvälisen liikenteen päästöihin, jotka ovat huomattavasti kotimaan lentoliikennettä suuremmat.

Raportti valmistuu keskellä koronavirusepidemiaa, joka on aiheuttanut lentoliikenne-toimialalle sen historian suurimman kriisin niin globaalisti kuin myös Suomessa. Lentoliikenteen määrä on vähentynyt erittäin voimakkaasti<sup>166</sup> eikä toipumisen aikataulusta ole täyttä varmuutta. Tämä lisää liikennesuoritetta ja päästöjen kehitystä koskevien ennusteiden epävarmuutta. Uusimpien lentoliikennetoimialan tekemien arvioiden mukaan globaali lentoliikenne toipuisi vuoden 2019 tasolle vuonna 2024 ja vuosittainen kasvu jatkuisi tämän jälkeen<sup>167</sup>. Finnair on arvioinut oman toimintansa palautuvan vuoden 2019 tasolle mahdollisesti jo vuonna 2023<sup>168</sup>.

ICAO:n ympäristökomitea<sup>169</sup> on arvioinut lentoliikenteen toipumista kolmen skenaarion kautta ja niiden pohjalta on mahdollista muodostaa suuntaa antava käsitys lentoliikenteen tilanteesta tiekarttatyön näkökulmasta merkityksellisellä pidemmällä aikavälillä. Kahdessa skenaariossa kansainvälisen lentoliikenteen määrä on vuonna 2030 hyvin lähellä koronavirusepidemiaa edeltäneitä arvioita ja yli 1,5-kertainen vuoteen 2019 verrattuna. Kolmannessa skenaariossa lentoliikenteen kehitys jää pysyvästi epidemiaa edeltäneestä tasosta, mutta vuosittainen kasvu kuitenkin jatkuu niin, että liikenne on lähes 1,5-kertaistunut ajanjaksolla 2019-2035 (kahdessa edellisessä skenaariossa liikenne lähes kaksinkertaistuu vuoteen 2035 mennessä). Näistä ennusteista ei voida tehdä tarkkoja johtopäätelmiä Suomen lentoliikenteen kehityksestä, mutta on selvää, että lentoliikenteen määrä tulee koronavirusepidemian aiheuttaman vakavan markkinahäiriön jälkeen jatkamaan kasvuaan niin Suomessa kuin globaalisti. Suomessa lentoliikenne on 2000-luvulla lisääntynyt huomattavasti esimerkiksi muuta Eurooppaa voimakkaammin, mutta tästä huolimatta on edellä mainitut epävarmuustekijät ja muut asiasta esitetyt arviot huomioiden perusteltua ottaa tiekarttatyön tarkastelun pohjaksi liikenteen kasvun selvä hidastuminen jaksossa 1.1.3 tarkemmin kuvatulla tavalla.

---

<sup>166</sup> Huhti-syyskuussa 2020 Helsinki-Vantaan lentoaseman lentoliikenteen matkustajamäärä oli -93% ja liikenneilmailun operaatiomäärä -81% verrattuna edellisen vuoden vastaavaan jaksoon.

<sup>167</sup> IATA (*International Air Transport Association*): ICAO Stocktaking Seminar on aviation in-sector CO<sub>2</sub> emissions reductions (8.-11.9.2020).

<sup>168</sup> Finnairin toimitusjohtaja Topi Mannerin haastattelu YLE:llä 25.8.2020.

<sup>169</sup> IATA: ICAO Stocktaking Seminar on aviation in-sector CO<sub>2</sub> emissions reductions (8.-11.9.2020).

## 4.1.2 Lentoliikenteen päästöjen nykytila

Kotimaan lentoliikenteen päästöt olivat vuonna 2018 alle kaksi prosenttia liikenteen kokonaispäästöistä ja päästöjen määrä on vähentynyt noin 30 prosenttia vuodesta 2005 vuoteen 2018. Kotimaan lentoliikenteen päästöjen ei myöskään odoteta kasvavan merkittävästi tulevaisuudessa, koska liikennesuoritteiden ennustetaan pysyvän suunnilleen nykyisellä tasolla. On arvioitu, että kotimaan lentoliikenne lisääntyy hieman Pohjois-Suomen lentoasemilla, pysyy nykytasolla Keski-Suomen alueella ja vähentyy Etelä-Suomessa.

Suomesta lähtevän kansainvälisen lentoliikenteen määrä ja päästöt ovat kasvaneet merkittävästi ja olivat vuonna 2018 noin 12-kertaiset kotimaan lentoliikenteen päästöihin verrattuna. Vuodesta 2005 vuoteen 2018 päästöt lisääntyivät 63 prosenttia, mikä johtui erityisesti Aasian ja Pohjois-Amerikan kaukolentoreittien lisääntymisestä sekä Helsinki-Vantaan lentoaseman kasvusta merkittäväksi eurooppalaiseksi vaihtolentoasemaksi (vaihtomatikustajien osuus 38,6 prosenttia vuonna 2019<sup>170</sup>). Kokonaisuudessaan kotimaan ja Suomesta lähtevän kansainvälisen lentoliikenteen päästöt olivat vuonna 2018 2,625 Mt CO<sub>2</sub><sup>171</sup>. Raportin valmistumisajankohtana ei ollut saatavissa Tilastokeskuksen lentoliikenteen vuoden 2019 päästötilastoa, mutta Finnairin lentotoiminnasta aiheutuneiden päästöjen kehityksestä voidaan päätellä päästöjen kasvun jatkuneen suhteellisen voimakkaana vuonna 2019<sup>172</sup>.

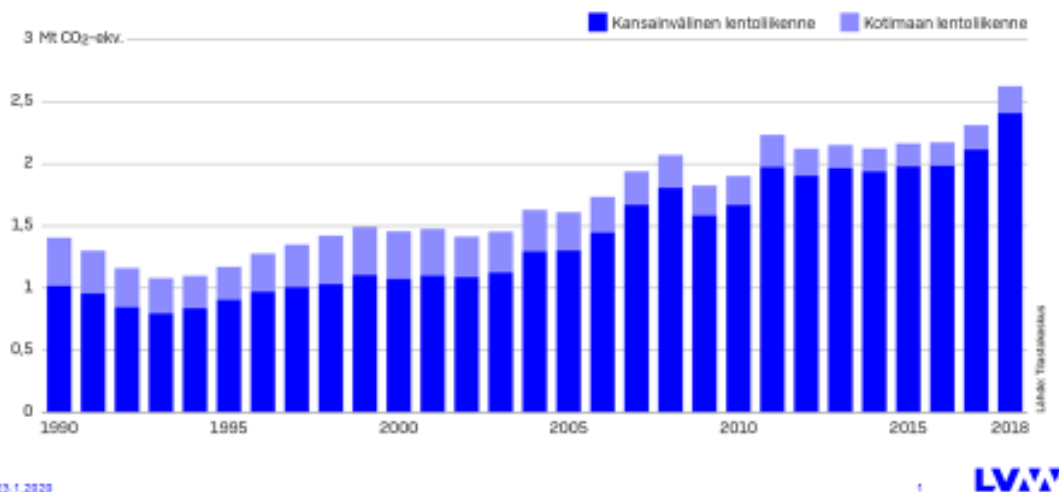
---

<sup>170</sup> Finavian lentoasemilla 26 miljoonaa matkustajaa vuonna 2019 – lentoliikenteessä oli maltillisen kasvun vuosi 10.01.2020, <https://www.finavia.fi/fi/uutishuone/2020/finavian-lentoasemilla-26-miljoonaa-matkustajaa-vuonna-2019-lentoliikenteessa-oli>.

<sup>171</sup> Suomen virallinen tilasto (SVT) – Suomen kasvihuonekaasupäästöt 2018. Tilastokeskus 2018. [http://www.stat.fi/til/khki/2018/khki\\_2018\\_2019-12-12\\_kat\\_001\\_fi.html](http://www.stat.fi/til/khki/2018/khki_2018_2019-12-12_kat_001_fi.html).

<sup>172</sup> Finnairin lentotoiminnasta aiheutuneet päästöt lisääntyivät 9,8 % vuoteen 2018 verrattuna. Finnair Annual Report 2019.

## Lentoliikenteen päästöt 1990-2018



23.1.2020

Kuva 6. Kotimaan ja lähtevän kansainvälisen lentoliikenteen hiilidioksidipäästöt Suomessa 1990-2018.  
Lähde: Tilastokeskus

Lentoliikenteen matkustajamäärä lisääntyi Suomessa 2010-luvulla merkittävästi. Samaan aikaan lentojen ja päästöjen määrä pysyi useita vuosia samalla tasolla ennen vuosina 2017 ja erityisesti 2018 tapahtunutta päästöjen kasvua. Syynä vuotta 2017 edeltäneeseen kehitykseen oli uusien isompien ja energiatehokkaampien lentokoneiden käyttöönotto ja matkustamokapasiteetin käyttöasteen kasvu. Matkustajamäärän voimakas kasvu näkyy kuitenkin lopulta myös päästöjen kasvuna, mikä konkretisoitui vuosikymmenen loppupuolella. Päästöjen kasvun odotetaan nykykehityksellä jatkuvan, mutta viime vuosia hitaammin.

### 4.1.3 Lentoliikenteen ja sen aiheuttamien päästöjen arvioitu kehitys Suomessa

Eurocontrol on arvioinut, että lentojen määrä lisääntyisi Suomessa vuosittain keskimäärin 1,4 prosenttia vuoteen 2040 saakka. Arviossa on mukana ennakoitua päästövähennystoimia, kuten uusi lentokoneteknologia ja kansainväliset markkinamekanismit (EU:n päästökauppa ja ICAO:n hyväksymä kansainvälisen lentoliikenteen päästöjen hyvitysjärjestelmä CORSIA, Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation) sekä talousennusteet. Liikenteen kasvun ennakoidaan olevan voimak-

kaampaa Euroopassa 2020-luvulla kuin 2030-luvulla<sup>173</sup>. Finavia varautuu lentoasemaverkostollaan neljän prosentin vuotuiseseen matkustajamäärän<sup>174</sup> kasvuun, mikä nostaisi Helsinki-Vantaan matkustajamäärän nykyisestä 21,9 miljoonasta 30 miljoonaan vuoteen 2030 mennessä (kasvua 4,9 prosenttia vuonna 2019). Vuonna 2019 Finavian operoimilla lentoasemilla oli yhteensä 26 miljoonaa matkustajaa (kasvua 4,2 prosenttia). Vuosina 2005–2017 lentoliikenteen päästöt kasvoivat Euroopassa selvästi matkustajamäärän kasvua hitaammin, mutta hieman lentojen määrän kasvua nopeammin<sup>175</sup>. Kehitystä selittää kaukolentojen ja entistä suurempien sekä energiatehokkaampien koneiden osuuden kasvu.

Eurocontrolin arvio Suomen lentoliikenteen kehityksestä on tehty ennen koronavirusepidemiaa, mutta ottaen huomioon raportin johdannossa kuvatut uusimmat ennusteet kansainvälisen lentoliikenteen toipumisesta sekä pidemmän aikavälin kehityksestä, ja toisaalta kokonaistilanteeseen liittyvät epävarmuudet, voidaan Eurocontrolin arviota edelleen käyttää pohjana arvioitaessa kehitystä Suomessa pidemmällä aikavälillä. Eurocontrolin ennusteen pohjalta voidaan arvioida Suomen kotimaan ja lähtevän kansainvälisen liikenteen lentojen lisääntyvän vuoteen 2030 mennessä 15–20 prosenttia ja päästöjen 20–25 prosenttia verrattuna vuoden 2018 tasoon, jos uusia päästöjä vähentäviä keinoja ei oteta käyttöön. Ottaen huomioon ennakoitu liikenteen kasvun hidastuminen 2030-luvulla ja lentokoneiden sähköistymiskehitys, voidaan arvioida lentojen määrän lisääntyvän vuoteen 2045 mennessä 30–40 prosenttia ja päästöjen 25–40 prosenttia verrattuna vuoden 2018 tasoon.

Lentoliikenteen voimakkaimman kasvuvaiheen ennakoidaan siis olevan Suomessa ohi, mutta supistumista ei ole näköpiirissä, jos tilapäisiä markkinahäiriöitä, kuten koronavirusepidemiaa, ei huomioida. On tosin mahdollista, että koronavirusepidemialla on myös pidempiaikaisia lentoliikennettä vähentäviä vaikutuksia esimerkiksi matkailutottumusten muutosten tai etätyöskentelykulttuurin kehittymisen myötä. Finnairin osuus Suomen lentoliikenteestä on myös niin iso (noin 2/3), että yhtiön linjauksilla voi olla merkittäviä vaikutuksia ennusteiden toteutumiseen. Liikennesuoritteen ja erityisesti päästöjen kehittymiseen voidaan myös vaikuttaa kansainvälisillä määräyksillä sekä valtion politiikkatoimilla. Lisäksi ennusteiden epävarmuutta lisäävät mahdolliset muut muutokset kulutuskäyttäytymisessä, kuten siirtymä liikennemuotojen välillä.

<sup>173</sup> Eurocontrol: European Aviation in 2040 - The Challenges of Growth (2018).

<sup>174</sup> Matkustajilla tarkoitetaan saapuvia, lähteviä ja vaihtomatkustajia. Matkustajatilastot eivät sisällä syylilapsia tai transitmatkustajia (matkustaja, joka ei vaihda konetta). Matkustajamäärä ei tarkoita edestakaisten matkojen määrää. Esimerkiksi reitillä Oulu-Helsinki-Tukholma tämä matkustaja lasketaan kotimaassa lähteväksi sekä saapuvaksi matkustajaksi ja lisäksi ulkomaille lähteväksi kansainväliseksi vaihtomatkustajaksi, eli yhteensä kolme kertaa.

<sup>175</sup> EASA: European Aviation Environmental Report (2019).

## 4.2 Lentoliikenteen kasvihuonekaasupäästöjen vähennystavoitteet

ICAO:ssa on kansainväliselle lentoliikenteelle sovittu tavoitteeksi hiilineutraali kasvu vuodesta 2020 eteenpäin ja kahden prosentin vuosittainen polttoainetehokkuuden parannus vuoteen 2050 saakka. ICAO on kuitenkin arvioinut, että molempien saavuttaminen näyttää tällä hetkellä epätodennäköiseltä<sup>176</sup>. ICAO:n vuoden 2019 yleiskokouksessa sovittiin myös pitkän aikavälin päästövähennystavoitteen ja sen saavuttamisen edellyttämien toimenpiteiden valmistelun käynnistämisestä tarkoituksena päästä niistä sopuun vuoden 2022 yleiskokouksessa.

Lentoliikennetoimiala on asettanut tavoitteekseen puolittaa CO<sub>2</sub>-päästöt vuoden 2005 tasosta vuoteen 2050 mennessä. Lisäksi tavoitteena oli parantaa energiatehokkuutta 1,5 prosenttia vuodessa vuodesta 2009 vuoteen 2020, minkä toimiala on saavuttanut.

EU:lla ei ole varsinaista lentoliikenteen päästövähennystavoitetta, mutta toistaiseksi ainoana liikennemuotona lentoliikenne kuuluu päästökaupan piiriin ja siten se on osa päästökaupasektorin päästövähennystavoitetta (43 prosenttia vuoden 2005 tasosta vuoteen 2030 mennessä). EU:n 2030-päästövähennystavoitteiden kiristämisestä keskustellaan vuoden 2020 aikana.

Lentoliikenne on hyvin kansainvälinen liikennemuoto eikä Suomella ole varsinaista kansallista päästövähennystavoitetta lentoliikenteelle, mutta tiekarttatyössä työryhmä arvioi ennakoitujen liikenne- ja päästökehityksen sekä käytettävissä olevien päästövähennyskeinojen pohjalta mahdollisuudet päästöjen vähentämiseen.

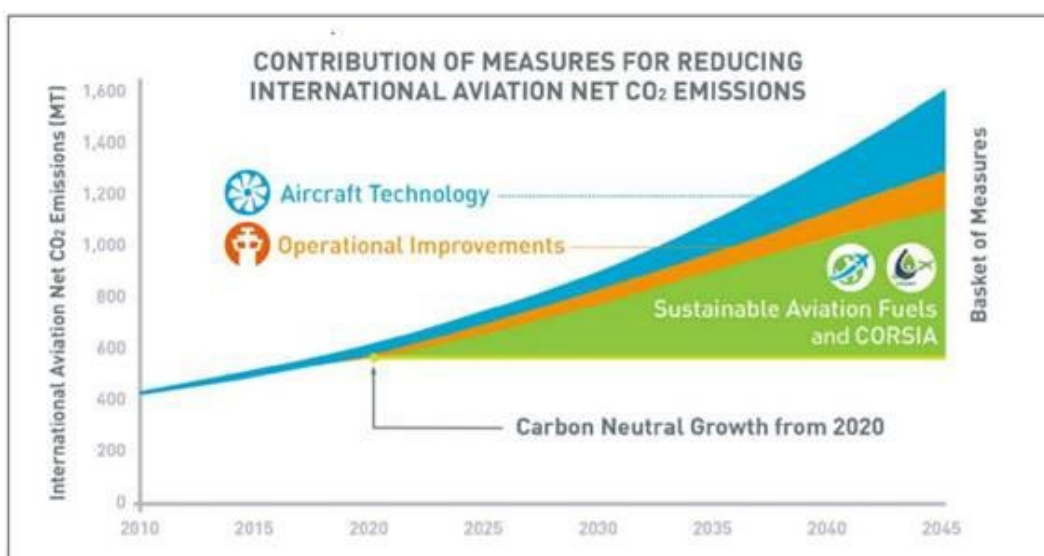
## 4.3 Keskeiset päästövähennyskeinot

Lentoliikenteen päästöjen vähentäminen on erityisen haasteellista, koska vaihtoehtoisia käyttövoimia ei ole vastaavassa määrin käytettävissä kuin esimerkiksi tieliikenteessä ja lentoliikenteen määrän ennustetaan pitkällä aikavälillä jatkavan kasvuaan. Lentoliikenteen päästöjen vähennyskeinoiksi luetaan vakiintuneesti uuden teknologian käyttöönotto (uusi konesukupolvi voi olla jopa 25 % energiatehokkaampi kuin edeltäjänsä), operationaaliset parannukset (mm. ilmatilanhallinnan ja kenttätoimintojen kehittäminen) sekä uusiutuvat lentopolttoaineet. Lisäksi päästöjä voidaan pyrkiä vähentämään hinnoittelun keinoin joko erilaisten verojen tai markkinamekanismien kautta.

---

<sup>176</sup> Fleming – de Lépinay: Environmental Trends in Aviation to 2050 (2019).

Lentoliikenne on korostuneen globaalisti kilpailtu toimiala, joten globaalit toimet Kansainvälisen siviili-ilmailujärjestö ICAO:n piirissä ovat vaikuttavimpia ja vääristävät vähiten kilpailua. On kuitenkin osoittautunut vaikeaksi päästä ICAO:ssa sopuun Pariisin ilmasopimuksen tavoitteita vastaavista päästövähennystoimista. Tämän vuoksi globaaleja toimia voidaan, ja tulee, tarvittaessa täydentää alueellisilla (esimerkiksi EU) ja kansallisilla toimenpiteillä. ICAO on perinteisesti ryhmitellyt edellä mainitut päästövähennyskeinotyypit neljään osaan niin kutsutussa toimenpidekorissa (Basket of Measure):



**SOURCE:** ICAO website, [www.icao.int](http://www.icao.int)

Kuva 7. Kansainvälisen lentoliikenteen päästövähennyskeinojen vaikuttavuus. Lähde: ICAO.

## 4.3.1 Vaihtoehtoiset käyttövoimat

### 4.3.1.1 Uusiutuvat lentopolttoaineet

#### Johdanto

Lentoliikenteessä vaihtoehtoisten käyttövoimien puute ja akkujen energiatihedysten riittämättömyydestä johtuva sähköistymisen hitaus korostavat uusiutuvien lentopolttoaineiden käyttöönoton tärkeyttä. Tämän hetken tietojen mukaan nestemäisiä lentopolttoaineita käytetään laajamittaisesti ainakin 2050-luvulle saakka, joten päästöjen vähentämiseksi on välttämätöntä pyrkiä korvaamaan fossiilisen kerosiinin käyttöä uusiutuvilla lentopolttoaineilla mahdollisimman nopeasti. ICAO onkin useissa yhteyksissä kehottanut jäsenvaltioitaan ottamaan käyttöön tehokkaita politiikkatoimia päästöjen



vähentämiseksi uusiutuvien lentopolttoaineiden avulla, mutta globaaleja velvoitteita niiden käyttöönottoon ei lähivuosina ole ICAO:sta odotettavissa.

Uusiutuvia lentopolttoaineita voidaan tuottaa usealla eri menetelmällä, mutta niiden on ennen kaupallista käyttöönottoa saatava amerikkalaisen standardointijärjestö ASTM:n hyväksyntä<sup>177</sup>. Lentopolttoaineiden vaatimukset ovat turvallisuussyistä hyvin tiukat ja käytännössä lyhyellä ja keskipitkällä aikavälillä uusiutuvat lentopolttoaineet ovat niin sanottuja drop in –polttoaineita, jotka ominaisuuksiltaan ovat vähintäänkin fossiilisen kerosiinin veroisia ja niitä voidaan suoraan sekoittaa keskenään. Tämän ansiosta lentokalustoon tai polttoaineen jakeluinfrastruktuuriin ei tarvitse tehdä muutoksia, mikä mahdollistaa uusiutuvien lentopolttoaineiden nopean käyttöönoton ja alentaa käyttöönottokustannuksia.

Tällä hetkellä hyväksytyjä valmistusmenetelmien ja raaka-aineiden yhdistelmiä on seitsemän. Näistä vain HEFA (Hydro-processed Esters and Fatty Acids; raaka-aineena pääosin käytetyt rasvapitoiset jätteet ja tähteet muunnetaan vedyn avulla uusiutuvaksi dieseliiksi ja jatkojalostettuna lentopolttoaineeksi) sekä FT-SPK (Fischer-Tropsch Synthetic Paraffinic Kerosene; biomassaa muunnetaan synteettiseksi kaasuksi ja edelleen lentopolttoaineeksi) ovat kaupallisessa tuotannossa. Näiden lisäksi on useita muita valmistusmenetelmiä kehitteillä ja ASTM:n hyväksyntäprosessissa. Raaka-aineiden luokittelua ja kestävyyskriteerejä sääntelee EU:ssa uusiutuvan energian direktiivi. Valmistusmenetelmästä ja raaka-aineesta riippuen polttoaine on hyväksytty käyttöön tietyllä enimmäissekoitusasteella fossiilisen kerosiinin kanssa. Neste Oyj valmistaa uusiutuvaa lentopolttoainetta HEFA-menetelmällä, jolla tuotettua polttoainetta voidaan sekoittaa enintään 50 prosenttia fossiilisen kerosiinin joukkoon. Neste on arvioinut, että elinkaarilaskettuna jätteistä ja tähteistä valmistettu HEFA vähentäisi noin 80 prosenttia lentämisen päästöjä fossiiliseen kerosiiniin verrattuna. Nesteen verkkosivuilla myös todetaan, että HEFA:n energiasisältö on hieman fossiilista kerosiinia korkeampi ja Lufthansan käyttökokemusten perusteella uusiutuvan lentopolttoaineen kulutus on prosentin fossiilista vastinettaan alhaisempi.

## Kansainvälinen tilanne

Ruotsissa valmistaudutaan ottamaan vuonna 2021 käyttöön hieman Suomen hallitusohjelman tavoitteeksi asettamaa jakelovelvoitetta tiukempi lentopolttoaineen tuottajiin kohdistuva kasviuonekaasupäästöjen vähennysvelvoite. Siinä velvoitteen kohteena ei ole uusiutuvan lentopolttoaineen määrä, vaan vähennettävät CO<sub>2</sub>-päästöt. Vuonna 2030 Ruotsissa tankattavan lentopolttoaineen tulisi sisältää 30 prosenttia vähemmän

---

<sup>177</sup> Polttoaineiden on täytettävä ASTM D7566 standardin ja sen liitteiden vaatimukset.

elinkaarilaskettuja CO<sub>2</sub>-päästöjä, minkä toivotaan kannustavan lentoyhtiöitä käyttämään mahdollisimman suuren elinkaaripäästövähennemän omaavia ja siten erityisen kestävinä pidettäviä uusiutuvia polttoaineita. Päästövähennysveloitteen vaikutuksia arvioitiin vuonna 2019 valmistuneessa laajassa selvityksessä<sup>178</sup>. Jos lentoyhtiöt siirtäisivät lisäkustannuksen kokonaisuudessaan lentolipun hintaan, olisi hintavaikutus kotimaan lennoilla noin 0,30-4,10 euroa, Euroopan lennoilla 0,60-7,80 euroa ja kaukolennoilla 1,90-25,00 euroa arvioituna päästövähennysveloitteen aloitusvuoden (2021) yhden prosentin veloitetasolla ja päätyn 30 prosentin veloitetasoon vuonna 2030. Selvityksessä uusiutuvan lentopolttoaineen hinnan arvioitiin olevan aluksi kaikkein korkein ja laskevan tuotantomäärien lisääntyessä ja tuotantomenetelmien kehittyessä (vuoden 2021 hintana käytettiin kolminkertaista fossiilisen kerosiinin hintaa, vuonna 2025 2,33-kertaista hintaa ja 2030 kaksinkertaista hintaa. Selvityksessä arvioitiin ilmastohyötyjen syntyvän lähinnä fossiilisen polttoaineen korvautumisesta uusiutuvalla eikä niinkään lentolipun hinnan nousun vähäiseksi arvioidusta vaikutuksesta matkustajamääriin. Arviona selvityksenä oli, että Ruotsista lähtevän lentoliikenteen matkustajamäärä kasvaisi päästövähennysveloitteen käyttöönotosta huolimatta 27 prosenttia 2017-2030, mutta samaan aikaan veloitteen käyttöönoton ansiosta päästöjä pystyttäisiin vähentämään 24 prosenttia nykytasoon verrattuna. Selvityksessä myös todettiin, että uusiutuvien lentopolttoaineiden käyttö ei tule riittävästi lisääntymään vapaaehtoisten toimien kautta, joten veloittavat politiikkatoimet ovat välttämättömiä lentoliikenteen päästöjen vähentämiseksi.

Norja otti vuoden 2020 alusta käyttöön 0,5 prosentin jakeluelvoitteen uusiutuville lentopolttoaineille ja osuutta on tarkoitus kasvattaa 30 prosenttiin vuoteen 2030 mennessä. Lisäksi ainakin Ranska, Espanja, Iso-Britannia, Saksa ja Alankomaat ovat joko päättäneet eritasoisten jakeluelvoitteiden käyttöönotosta tai suunnittelevat niiden käyttöönottoa vuoteen 2025 mennessä.

EU:n komissio on ilmoittanut valmistelewansa ReFuelEU Aviation -kokonaisuutta uusiutuvien lentopolttoaineiden käytön lisäämiseksi. Maaliskuussa 2020 komissio julkaisi alustavan aikataulun ja tiiviin vaihtoehtokuvailun<sup>179</sup> hankkeesta ja korosti siinä yhteydessä uusiutuvien lentopolttoaineiden hyvin vähäisen käytön (0,05 prosenttia lentopolttoaineesta vuonna 2017<sup>180</sup>) lisäämisen olevan lisäkustannuksista huolimatta vält-

---

<sup>178</sup> Statens Offentliga Utredningar (SOU 2019:11): Biojet för flyget.

<sup>179</sup> Euroopan komissio: Proposal for a regulation: Sustainable aviation fuels – ReFuelEU Aviation Roadmap (2020).

<sup>180</sup> Euroopan komissio: Proposal for a regulation: Sustainable aviation fuels – ReFuelEU Aviation Roadmap: Inception impact assessment (2020).

tämätöntä jo lähivuosina, jotta sektorin päästöjä voidaan vähentää. Komission lainsäädäntöehdotukset oli tarkoitus antaa joulukuussa 2020, mutta viimeisimpien tietojen mukaan ehdotusten antamista lykätään koronavirusepidemian johdosta vuoteen 2021.

## Tilanne Suomessa

Marinin hallitusohjelmassa lentoliikenteen päästöjä pyritään vähentämään ottamalla käyttöön uusiutuvien lentopolttoaineiden sekoitevelvoite ja tavoitteeksi on asetettu 30 prosentin osuus uusiutuvia vuonna 2030. Työ- ja elinkeinoministeriö valmistelee jake-luvelvoitelainsäädännön muutoksia hallitusohjelman kirjauksen toteuttamiseksi.

Kotimaisilla toimijoilla on huomattavaa osaamista uusiutuvien lentopolttoaineiden kehittämisessä, joskin merkittävä osa tuotannosta tulee tämän hetken tietojen mukaan sijoittumaan ulkomaille. Nesteen tuotantokapasiteetiksi Porvoon, Rotterdamin ja Singaporen jalostamoilla arvioidaan noin 1,5 Mt vuoteen 2025 mennessä, mikä on nykytiedon valossa suurin yksittäisen yhtiön tuotantomäärä maailmassa. ST1 Oy on rakentamassa Göteborgiin jalostamoja, joka kykenee tuottamaan uusiutuvia lentopolttoaineita tai muita liikenteen uusiutuvia polttoaineita 0,2 Mt. Myös eräillä muilla yhtiöillä on Suomessa joko käynnissä tai suunnitteilla uusiutuvaa dieseliä tuottavia jalostamoja, joita voisi hyödyntää myös lentopolttoaineiden tuotannossa. Lisäksi synteettisiin sähköpolttoaineisiin (PtL, Power to Liquid tai PtX, Power to X) liittyvää teknologiaa on Suomessa kehittänyt esimerkiksi Lappeenrannan-Lahden teknillinen yliopisto (LUT), joka yhteistyössä suomalaisten yritysten kanssa arvioi kaupallisen mittakaavan tuotannon aloittamista Joutsenossa jo lähivuosina. LUT:n arvion mukaan tuotettava sähköpolttoaine olisi hinnaltaan kilpailukykyistä muiden uusiutuvien polttoaineiden kanssa, koska erityisesti tuulivoiman tuotantokustannukset ovat laskeneet merkittävästi viime vuosina. Kansainvälisissä arvioissa sähköpolttoaineita pidetään kuitenkin vielä selvästi muita uusiutuvia polttoaineita kalliimpina ja todennäköisesti sähköpolttoaineet vaikuttavat laajamittaisemmin lentoliikenteen päästöjen vähentämiseen vasta 2030-luvulla.

Finnair aikoo osana vuoteen 2045 tähtäävää hiilineutraalisuusstrategiaansa käyttää vuoden 2025 loppuun mennessä vuosittain noin kymmenen miljoonaa euroa uusiutuviin lentopolttoaineisiin.

## Haasteet ja mahdollisuudet 2030

### Uusiutuvien lentopolttoaineiden kysyntä, tarjonta ja hintataso

Uusiutuvia lentopolttoaineita pidetään yleisesti keskeisen tärkeänä keinona lentoliikenteen päästöjen vähentämisessä tulevina vuosikymmeninä, mutta siitä huolimatta niiden käyttö on nykyisin hyvin vähäistä niin Suomessa kuin maailmallakin (alle 0,1

prosenttia lentopolttoaineen globaalista kokonaiskulutuksesta vuonna 2018<sup>181</sup>). Syinä tähän on erityisesti uusiutuvan polttoaineen selvästi fossiilista kerosiinia korkeampi hinta. Fossiilisen kerosiinin hinta on normaalioloissa noin 600–700 €/t<sup>182</sup>, kun taas EASA on arvioinut käytetystä paistorasvasta valmistetun uusiutuvan lentopolttoaineen hinnaksi noin 950–1.015 €/t<sup>183</sup>. Myös selvästi korkeampia hinta-arvioita on esitetty ja edellä mainitussa Ruotsissa tehdyssä selvityksessä käytettiin 2–3-kertaista hintaa vaikutusarviointien pohjana. On arvioitu, että hinta on nyt tuotantomäärien ollessa pieniä korkeampi ja laskee tuotannon tehostuessa kohti vuotta 2030. Polttoainekustannukset ovat yleensä lentoyhtiöiden suurin yksittäinen operatiivinen kuluerä (20–30 prosenttia toimintamenoista<sup>184</sup>), joten kilpailuilla markkinoilla yhtiöiden on vaikea yksipuolisesti lisätä kustannuksiaan samoilla reiteillä lentäviin kilpailijoihin nähden. Osa lentoyhtiöistä on tarjonnut lentolipun oston yhteydessä kuluttajille mahdollisuutta ostaa tietty määrä uusiutuvaa lentopolttoainetta lennolleen, mutta vapaaehtoiset järjestelyt eivät ole johtaneet merkittäviin muutoksiin uusiutuvien polttoaineiden käytössä.

Vähäisen kysynnän vuoksi myös uusiutuvien lentopolttoaineiden tarjonta on ollut vähäistä. Tilanteeseen ei ole odotettavissa merkittävää muutosta, jos uusiutuvien lentopolttoaineiden tuotannon lisäämistä ei kannusteta uskottavilla ja pitkäjänteisillä politiikkatoimilla<sup>185</sup> kansallisesti tai kansainvälisesti. Poliittikkatoimia ja lentoliikenteen päästöjen vähentämisen aikataulua arvioitaessa tulee huomioida, että tuotantokapasiteetin merkittävä kasvattaminen tapahtuu hitaasti. Jalostamon saattaminen investointipäätöksestä tuotantovalmiuteen kestää noin neljä vuotta ja uusien raaka-aineiden tai tuotantomenetelmien kehittäminen tuotantovalmiuteen ja kaupalliseen käyttöön hyväksyttäminen voivat viedä noin vuosikymmenen. Hyväksyntäprosessin vaatima aika ja kustannus voi kannustaa polttoainetuottajia suuntaamaan uusiutuvien polttoaineiden tuotantonsa muiden liikennemuotojen käyttöön. Investointien merkittävyyden vuoksi niihin ei ryhdytä, ellei pidempiaikaisesta kysynnästä ole varmuutta. Toisaalta erityisesti velvoittavia politiikkatoimia harkittaessa on tärkeää arvioida tuotantomäärien ennakoitu kasvu, jotta ehkäistäisiin tarjonnan niukkuudesta todennäköisesti aiheutuvaa uusiutuvan lentopolttoaineen hinnan nousu. Hintakehitykseen ja saatavuuteen vaikuttavat myös tieliikenteen piirissä tehdyt linjaukset vaihtoehtoisista käyttövoimista ja laajemmin liikenteen hinnoittelusta, sillä uusiutuva lentopolttoaine on seuraavan vuosikymmenen pääosin uusiutuvan dieselin jatkojalostustuote. Tieliikenteen siirtyminen sähkökäyttöisiin ajoneuvoihin todennäköisesti vapauttaisi uusiutuvaa dieseliä

<sup>181</sup> Le Feuvre: Are aviation biofuels ready for take off? 18.3.2020.

<sup>182</sup> Koronavirusepidemian aiheuttama poikkeustilanne on laskenut hinnan alle 150€/t tasolle.

<sup>183</sup> EASA: European Aviation Environmental Report (2019).

<sup>184</sup> Keskimäärin 23,7 prosenttia vuonna 2019, ATAG: Facts and Figures (2020).

<https://www.atag.org/facts-figures.html>

<sup>185</sup> Asiaa on korostanut myös EU:n komissio ReFuelEU Aviation -hankkeen Inception impact assessment'ssa 2020.

enemmän lentoliikenteen käyttöön ja siten mahdollistaisi suuremmat päästövähennykset niin Suomessa kuin globaalisti.

Uusiutuvien lentopolttoaineiden tuotannossa käytettävien kestävien raaka-aineiden määrä on rajallinen ja samoja raaka-aineita hyödynnetään myös tieliikenteen uusiutuvien polttoaineiden valmistuksessa, minkä takia uusia raaka-aineita ja valmistusmenetelmiä tutkitaan ja kehitetään. Lisäksi tuotannossa hyödynnettävien tähteiden ja jätteiden keruumenetelmiä parannetaan. Nykyisten ja 2020-luvulla käyttöön otettavien uusien raaka-aineiden ja valmistusmenetelmien avulla ei kuitenkaan ole mahdollista saavuttaa merkittäviä globaalin tason päästövähennyksiä ennen esimerkiksi sähköpolttoaineiden tuotannon kehittymistä. Uusiutuvien lentopolttoaineiden kysyntä painottuu kuitenkin 2020-luvulla todennäköisesti Eurooppaan ja Pohjois-Amerikkaan, joten alueellisesti tai kansallisesti tilanne voi olla toinen. ICAO arvioi vuonna 2019, että uusiutuvien lentopolttoaineiden tuotantomäärä olisi 5 Mt vuonna 2025 ja 6,5 Mt vuonna 2030<sup>186</sup>. Arvio voi osoittautua liian pieneksi, sillä usea erityisesti eurooppalainen valtio on viimeisen vuoden aikana ilmoittanut ottavansa käyttöön velvoittavia uusiutuvia lentopolttoaineita koskevia toimia seuraavan viiden vuoden kuluessa, minkä odotetaan lisäävän tuotantokapasiteettiä ja mahdollisesti siirtävän uusiutuvan dieselin käyttöä tieliikenteestä lentoliikenteeseen. Jälkimmäiseen voidaan vaikuttaa myös erityisesti EU:n politiikkatoimilla, jotka voivat olla joko suoria käyttö- tai jakeluvelvoitteita tai erilaisia kannustimia, kuten esimerkiksi uusiutuvan energian direktiivin liikennemuoto-kohtaisten kannustinkertoimien muutoksia. Sähköpolttoaineiden kehitys voi myös osaltaan lisätä tuotantokapasiteettiä 2020-luvun loppua kohti ICAO:n arvioimien bio- ja jättepohjaisten polttoaineiden lisäksi. ICAO päivittää arvionsa syksyyn 2020 mennessä. Globaali lentokerosiinin kulutus oli lähes 300 Mt ja EU:ssa (EU27) lähes 47 Mt vuonna 2018.

### **Kansainvälinen tilanne**

Korostetun kansainvälisenä toimialana globaalista näkökulmasta tehokkaimpia ovat, ja alan kilpailua vähiten vääristävät, globaalit ratkaisut ICAO:n piirissä. Uusiutuvien lentopolttoaineiden osalta ei kuitenkaan ole realistista odottaa ICAO:sta velvoittavia toimenpiteitä lähitulevaisuudessa. Lentoyhtiöiden on mahdollista vähentää kansainvälisen lentoliikenteen päästöjen hyvitysjärjestelmä CORSIA:ssa (Carbon Off-setting and Reduction Scheme for International Aviation) hyvitysvelvoitteidensa määrää uusiutuvien lentopolttoaineiden käytöllä vuoden 2021 alusta lukien, minkä tarkoituksena on tukea siirtymää fossiilista polttoaineista uusiutuviin. Ottaen kuitenkin huomioon kansainvälisten päästöyksiköiden nykyisen ja todennäköisesti lähitulevaisuudessa jatkuvan alhaisen hinnan, on erittäin todennäköistä, ettei CORSIA ainakaan nykyisessä

---

<sup>186</sup> ICAO: SAF (Sustainable Aviation Fuels) Stocktaking Seminar (4/2019).

muodossaan ole riittävä kannustin uusiutuvien lentopolttoaineiden käytön lisääntymiseen 2020-luvulla. Uusiutuvien lentopolttoaineiden käytöstä on saanut etua myös EU:n lentoliikenteen päästökaupassa, mutta päästöoikeuksien hintatasosta johtuen tämäkään kannustin ei ole edistänyt uusiutuvien käyttöönottoa.

Usea Euroopan talousalueen valtio, mukaan lukien lähes kaikki suurimmat EU:n jäsenvaltiot, on päättänyt ottaa uusiutuvan lentopolttoaineen jakeluelvoitteen käyttöön tai harkitsevat sitä. Tämän, ja uusiutuvien heikosti edenneen vapaaehtoisin käyttöönoton vuoksi EU:n komissio on ryhtynyt valmistelemaan ehdotuksia unioninlaajuisista toimenpiteistä. Komissio arvioi, että ilman niitä uusiutuvien lentopolttoaineiden osuus EU:n alueella tankattavasta lentopolttoaineesta olisi ainoastaan 2,8 prosenttia vuonna 2050. Komissio on esitellyt harkinnassa olevia vaihtoehtoja, joita ovat muun muassa jakeluelvoite, kannustimien vahvistaminen esimerkiksi uusiutuvan energian direktiivissä, raaka-aineiden priorisointi uusiutuvien lentopolttoaineiden tuotantoon ja tuotannon tukeminen rahoitusmekanismilla<sup>187</sup>. Komission arvioidaan antavan ehdotukset viimeistään vuonna 2021 ja alustavien arvioiden mukaan se saattaa sisältää keskeisenä toimenpiteenä uusiutuvien lentopolttoaineiden jakeluelvoitteen, jonka osalta komissio jo esitteli alustavaa selvitystä<sup>188</sup>. Selvityksessä ehdotettiin vaihtoehtoksi kahden prosentin (sisältää 0,5 prosenttia sähköpolttoaineita) jakeluelvoitetta vuodelle 2025 ja viiden prosentin (sisältää kaksi prosenttia sähköpolttoaineita) velvoitetta vuodelle 2030. Näiden velvoitteiden edellyttämä uusiutuvan polttoaineen määrä vastaa suunnilleen nyt tiedossa olevia Euroopan valtioiden suunnittelemien jakeluelvoitteiden edellyttämää polttoainetarvetta (noin 4 Mt). Erillinen alavelvoite sähköpolttoaineille tukisi niiden kehitystä ja tarjonnan lisääntymistä. Toistaiseksi on kuitenkin epäselvää, onko selvityksessä kuvatut osuudet sähköpolttoaineille mahdollisia jo vuoteen 2030 mennessä. Ehdotusten antamisen jälkeen alkaisi normaali unionin lainsäädäntömenettely, joten mahdollinen jakeluelvoite ei todennäköisesti tulisi voimaan ennen vuotta 2025. Unionin laajuinen jakeluelvoite edistäisi uusiutuvien lentopolttoaineiden käytön laajuutta ja osaltaan vähentäisi kansallisten jakeluelvoitteiden mahdollisia kielteisiä kilpailuvaikutuksia. Ottaen kuitenkin huomioon tässä raportissa esitetyt arviot jakeluelvoitteen suhteellisen vähäisestä vaikutuksesta lentolipun hintaan, olisi jäsenvaltioiden niin halutessaan mahdollista soveltaa kansallisesti korkeampaa jakeluelvoitteen tasoa, kuten Suomi nykyisin tekee tieliikenteessä. Tulee tosin huomioida, että lentoliikenne toimialana on äärimmäisen kilpailtu ja kilpailutilanne määrää, onko kustannusten siirtäminen lippuhintoihin mahdollista.

---

<sup>187</sup> Proposal for a regulation: Sustainable aviation fuels – ReFuelEU Aviation Roadmap: Inception impact assessment (2020).

<sup>188</sup> Sustainable Aviation Fuels High Level Round Table (Bryssel 4.3.2020) – E3 Modelling –yhtiön selvitys.

## Tilanne Suomessa

Suomessa tankattavan lentopolttoaineen määräksi on arvioitu 1,125 Mt vuonna 2030<sup>189</sup>, joten hallitusohjelman mukaisen 30 prosentin jakeluvaihteen toteuttamiseen tarvittava uusiutuvan lentopolttoaineen määrä olisi noin 0,338 Mt (luvussa ei ole mukana uusiutuvan lentopolttoaineen todennäköisesti hieman fossiilista kerosiinia alhaisempi kulutus), minkä saatavuus ei nykytiedon valossa olisi ongelma. Saatavuudelle voi kuitenkin asettaa haasteita tieliikenteen sähköistymiskehityksen hidastuminen ja lisääntyvä uusiutuvien polttoaineiden käyttö. Käytännössä uusiutuvan lentopolttoaineen osuus olisi todennäköisesti melko matala vuoteen 2025 saakka ja nousisi sitten jyrkästi kohti vuoden 2030 tavoitetta. Työ- ja elinkeinoministeriö arvioi jakeluvaihteen tarkempia toteutustapoja osana syksyllä 2020 käynnistyvää lainsäädäntöprosessia.

Fossiilisen sekä uusiutuvan lentopolttoaineen hinnat vaihtelevat melko paljon muun muassa markkinatilanteen ja raaka-aineiden saatavuuden sekä hinnan mukaan ja erityisesti uusiutuvien lentopolttoaineiden tarkkoja hintatietoja ei ole yleisesti saatavilla. Jos fossiilisen ja uusiutuvan lentopolttoaineen hintasuhteena käytetään EASA:n vuoden 2019 arvioon nojautuen 600/1.000 euroa, niin arvioidulla vuoden 2030 lähtevien lentomatrustajien määrällä (15 641 650<sup>190</sup>) laskettuna 30 prosentin osuus uusiutuvia nostaisi laskennallisesti lentolipun hintaa tasajaolla noin 8,63 euroa. Vastaavasti jos käytettäisiin kaksinkertaista hintasuhdetta (600/1 200 euroa), niin tasajaolla lentolipun hinta nousisi noin 12,95 euroa ja 2,5-kertaisella hinnalla (600/1 500 euroa) 19,42 euroa. Käytännössä hintalisä ei jakautuisi tasajaon mukaisesti, vaan se olisi lyhyillä lennoilla pienempi kuin kaukolennoilla, lähtökohtaisesti lentoon tarvittavan polttoainemäärän suhteessa. Jakeluvaihteen käyttöönottoaiheessa uusiutuvan lentopolttoaineen hinta olisi todennäköisesti noin kolminkertainen fossiiliseen kerosiiniin verrattuna, mutta alhaisen sekoitusasteen vuoksi vaikutus lentolipun hintaan olisi hyvin pieni. Edellä kuvattujen suuntaa antavien arvioiden ja Ruotsin selvityksen perusteella voidaan todeta, että jakeluvaihteen vaikutus lentolipun hintaan olisi myös vuonna 2030 suhteellisen vähäinen. Finavialta saatujen tietojen mukaan Suomesta vuonna 2019 lähteneistä lennoista 68,2 prosenttia oli alle kolmen tunnin mittaisia ja niillä uusiutuvan lentopolttoaineen aiheuttama hintalisä vuonna 2030 olisi todennäköisesti alle kymmenen euroa.

<sup>189</sup> Sustainable Aviation Fuels High Level Round Table (Bryssel 4.3.2020) – César Valerden arvio pohjautuen Eurocontrolin aineistoon.

<sup>190</sup> Liikenteen määrän on arvioitu kasvavan 15-20 prosenttia, mutta lähtökohtaisesti matkustajamäärä kasvaa koneiden suurentuessa lentojen määrää enemmän. Laskelmissa matkustajamäärän kasvu on kuitenkin oletettu varovaisesti 20 prosentiksi vuoden 2019 lähtevien matkustajien määrästä (13 034 708) laskettuna. Vuoden 2019 lukumäärä on saatu Finavian kestävän kehityksen johtajan Mikko Viinikaisen sähköpostilla 12.2.2020 toimittamasta tilastosta Suomesta lähtevien lentomatkojen lukumääristä ja pituuksista tunneissa vuonna 2019.

Hallitusohjelman jakeluveitotavoite on hyvin kunnianhimoinen, mutta tasoltaan sama tai lievempi kuin naapurimaissa Ruotsissa ja Norjassa. Laajempi saman tasoinen uusiutuvien lentopolttoaineiden käyttöalue vähentäisi lentoasemiin ja alueen operaattoreihin kohdistuvaa riskiä kielteisistä kilpailuvaikutuksista, koska naapurimaan lentoaseman tai operaattorin käyttäminen ei alentaisi polttoainekustannuksia (Schengen-alueen ulkopuolisten Venäjän lentoasemien, erityisesti Pietarin ja myös Moskovan, kilpailuasema voisi kuitenkin hieman parantua suhteessa Helsinki-Vantaaseen). Samoin vähenisi riski lentopolttoaineen ylitankkaukselle (tankering) edullisemman lentopolttoaineen lentoasemilla, mikä muutoin voisi lisätä lentojen päästöjä massan kasvun takia ja vähentäisi vastaavasti uusiutuvan lentopolttoaineen kulutusta jakeluveitteen omaavassa valtiossa. Suomen maantieteellinen sijainti myös vähentää ylitankkauksen riskiä, sillä selvityksen mukaan valtaosa ylitankkauksesta tapahtuu alle 2 000 kilometrin reiteillä<sup>191</sup>. Kaukolennoilla ylitankkaus ei ole samassa määrin mahdollista kuin lyhyemmillä lennoilla, mutta polttoainekulujen kasvu Helsinki-Vantaalla voisi jossain määrin vaikuttaa sen asemaan verrattuna muihin eurooppalaisiin ja mahdollisesti eräisiin Euroopan ulkopuolisiin vaihtolentoasemiin. Vaikutusta vähentäisi jo tiedossa oleva jakeluveitteen käyttöönotto useassa muussa EU-valtiossa ja Helsingin hyvä maantieteellinen sijainti esimerkiksi Aasian yhteyksiin nähden. Jakeluveitteen aiheuttaman kustannusten kasvun operaattorit pyrkisivät siirtämään lentolippujen hintaan, mutta reittien kilpailutilanteesta riippuen se ei todennäköisesti aina olisi täysimääräisesti mahdollista, mikä heikentäisi toiminnan kannattavuutta. Jakeluveitteen tarkempia kustannus-, kilpailu- ja muita vaikutuksia selvitetään syksyllä 2020 valmistuvassa selvityshankkeessa.

Suomessa olisi mahdollista vähentää huomattavasti lentämisen kasvihuonekaasupäästöjä uusiutuvien lentopolttoaineiden avulla vuoteen 2030 mennessä. Tämä kuitenkin edellyttää hallitusohjelman mukaisen jakeluveitteen käyttöönottoa, sillä viimeisten kymmenen vuoden kokemusten ja useiden asiasta esitettyjen arvioiden pohjalta voidaan pitää selvänä, ettei uusiutuvien lentopolttoaineiden käyttöönotto muutoin etene tavalla, joka tukisi muiden liikennemuotojen ja sektoreiden toimia kansallisten ja kansainvälisten päästövähennystavoitteiden saavuttamiseksi. On kuitenkin tärkeää kiinnittää erityistä huomiota uusiutuvien lentopolttoaineiden raaka-aineiden kestävyys-teen, jotta elinkaarilasketut päästövähennykset ovat mahdollisimman korkeat eikä uusiutuvien lentopolttoaineiden tuotanto lisää esimerkiksi luonnon monimuotoisuuteen liittyviä riskejä. Jakeluveitteen toimeenpanon yhteydessä tulee myös huolellisesti arvioida sen vaikutukset lentoliikennesektoriin sekä yhteentoimivuus mahdollisten kansainvälisten velvoitteiden kanssa, jotta Suomen lentoliikennealan toimintaedellytyksiä ei kansainvälisessä kilpailutilanteessa vaaranneta. Toisaalta tulee huomioida,

---

<sup>191</sup> Eurocontrol: Fuel Tankering – economic benefits and environmental impact (ECAC ENVFORUM 23.10.2019).



että vähäpäästöisyyden ja vihreiden arvojen uskotaan tulevan yhä tärkeämmäksi kilpailutekijäksi kansainvälisillä markkinoilla, myös lentoliikenteessä ja siihen kytkeytyvässä matkailussa, joten päästöjen tehokas vähentäminen toisi myös huomattavia etuja kansallisille toimijoille.

Arvioitaessa vuoden 2030 mahdollisia päästövähennyksiä suhteessa vuoden 2018 päästötilanteeseen, tulee huomioida ennakoidusta liikennesuoritteen kasvusta johtuva päästöjen arvioitu 20-25 prosentin kasvu, jos uusia päästövähennyskeinoja ei oteta käyttöön. Finnair kuitenkin suunnittelee jatkavansa uusien energiatehokkaampien lentokoneiden käyttöönottoa 2020-luvulla, mikä toteutuessaan vähentäisi päästöjen kasvua. Samaan suuntaan vaikuttaisivat mahdolliset koronavirusepidemian pidempiaikaisista vaikutuksista tai muista syistä johtuvat muutokset kulutuskäyttäytymisessä sekä ilmatilan tehokkaampi käyttö ja polttoaineen kulutusta säästävien lentomenetelmien käyttöönotto. Näiden pohjalta voidaan arvioida, että päästöjen kasvu olisi todellisuuudessa noin kymmenen prosentin luokkaa, jolloin kotimaan ja Suomesta lähtevän kansainvälisen lentoliikenteen päästöt olisivat noin 2,89 Mt CO<sub>2</sub> vuonna 2030. Olettaen uusiutuvan lentopolttoaineen vähentävän elinkaarilaskettuja päästöjä 80 prosenttia fossiiliseen kerosiiniin verrattuna (sähkölaitteiden käyttö nostaisi päästövähennystä), olisi hallitusohjelman mukaisen jakeluelvoitteen tuottama päästövähennys 24 prosenttia ja kokonaispäästöt noin 2,20 Mt CO<sub>2</sub> vuonna 2030. Näin ollen päästövähennys vuoden 2018 päästötasosta olisi noin 0,43 Mt CO<sub>2</sub> ja siten jakeluelvoitteen avulla olisi mahdollista saavuttaa noin 16 prosentin elinkaarilaskettu päästövähennys vuoteen 2030 mennessä. Vastaavan päästövähennyksen saavuttaminen muilla keinoilla olisi hyvin vaikeaa tai mahdotonta.

## Haasteet ja mahdollisuudet 2045

Bio- tai jättepohjaisten uusiutuvien lentopolttoaineiden kehittäminen ja kestävä raaka-ainepohjan laajentaminen on tärkeää 2020-luvulla, mutta niiden avulla ei pidemmällä aikavälillä ole mahdollista saavuttaa riittäviä päästövähennyksiä globaalilla tai edes EU:n tasolla. Globaali lentokerosiinin kulutus oli lähes 300 Mt vuonna 2018 ja se voi jopa kolminkertaistua vuoteen 2050 mennessä, jos globaalissa kulutuskäyttäytymisessä ei tapahdu muutoksia eikä uusiin päästövähennystoimiin ryhdytä. Uusiutuvia kestäviä raaka-aineita ei ole vastaavassa määrin saatavilla, vaikka huomioidaan esimerkiksi levien mahdollistama raaka-ainepohjan laajentuminen. Suomessa kasvun ei ennakoita olevan näin suurta, mutta pyrittäessä kohti fossiilitonta liikennettä, on uusien teknologiaratkaisujen kehittämiseen ja käyttöönottoon panostettava ajoissa. Tämä on tärkeää myös siksi, että lentoliikenteessä käyttöönoton edellytyksenä olevien erilaisten turvallisuushyväksyntöjen saaminen vie yleensä muita liikennemuotoja pidemmän ajan. Lentoliikenteen asteittain etenevä sähköistyminen edistää päästöjen vähentämistä vuoteen 2045 mennessä, mutta polttomoottorit ja nestemäiset lentopolttoaineet ovat edelleen pääasiallinen energianlähde.

Erittäin lupaava vaihtoehto onkin uusiutuvan sähkön avulla valmistettava sähköpolttoaine, jossa vedestä hajotetusta vedystä ja hiilidioksidista valmistetaan polttoainetta esimerkiksi eri liikennemuotojen tarpeisiin. Haasteena menetelmässä on huomattava uusiutuvan energian tarve, mutta uusiutuvan energian lisääntyessä ja tuotantohinnan edelleen laskiessa sähköpolttoaineista odotetaan merkittävää ratkaisua lentoliikenteen päästöjen vähentämiseen 2030- ja 2040-luvuilla. Sähköpolttoaineiden yleistymisen mahdollistaisi lähes päästöttömän globaalien lentoliikenteen tulevaisuudessa, koska raaka-aineiden saatavuus ei muodostu esteeksi suurille tuotantomäärille. Sähköpolttoaineiden käyttöönottoa nopeuttaa niillä jo oleva ASTM-hyväksyntä, koska tuotanto tapahtuu FT-SPK-menetelmällä.

Jakeluvaikeus on todennäköisesti vuoden 2030 jälkeenkin tehokkain politiikkakeino uusiutuvien lentopolttoaineiden käytön lisäämisessä ja päästöjen vähentämisessä. Veloitteen tasoa tulisi asteittain nostaa vuoteen 2045 saakka. Nykyiset polttoainehyväksynnät sallivat 50 prosentin sekoitussuhteen uusiutuvan ja fossiilisen lentopolttoaineen kesken, mutta teknistä estettä korkeammille uusiutuvan osuuksille ei asiasta esitettyjen asiantuntija-arvioiden mukaan pitäisi olla. Sähköpolttoaineisiin liittyvän teknologian kehittyessä on syytä arvioida tulisiko niiden tuotantoa tukea erillisellä jakeluvaikeuden alavelvoitteella EU:n komission teettämässä alustavassa selvityksessä esitetyn tavoin<sup>192</sup>. Poliittikkatoimissa lähtökohtaisesti teknologianeutraalisuus on perusteltua, joten sama tavoite olisi todennäköisesti mahdollista saavuttaa myös päästövähennyksen suuruutta ja raaka-aineiden kestävyttä koskevilla kriteereillä. Komission selvityksessä oli vuodelle 2045 ehdotettu 25 prosentin jakeluvaikeutta, josta 20 prosenttiyksikköä tulisi täyttää sähköpolttoaineilla (vuodelle 2050 ehdotettiin 40/35 prosenttia).

Kansallisesti olisi vuonna 2045 mahdollista edellyttää EU-tasoa korkeampaa jakeluvaikeuden tasoa, mutta asia tulisi arvioida lähempänä ajankohtana huomioiden muun muassa veloitteen vaikutukset alan toimintaedellytyksiin, uusiutuvan polttoaineen saatavuus ja hinta sekä muut käytettävissä olevat päästövähennyskeinot. Ottaen huomioon muiden päästövähennyskeinojen kehitys ja sähköistymiskehityksen painottuminen kokonaispäästöjen kannalta vähemmän merkittäviin alle tuhannen kilometrin reitteihin, voidaan arvioida kotimaan ja Suomesta lähtevän kansainvälisen lentoliikenteen päästöjen lisääntyvän noin 15 prosenttia vuodesta 2018 vuoteen 2045 (3,02 Mt CO<sub>2</sub>). Kiristyvät ilmastotavoitteet huomioiden jakeluvaikeuden tason olisi vuonna 2045 oltava vähintään 50 prosenttia, todennäköisesti korkeampi. Vuonna 2045 merkittävä osuus käytettävistä uusiutuvista lentopolttoaineista on todennäköisesti sähköpolttoaineita, joten keskimääräiseksi päästövähennykseksi voidaan tässä arvioida 90 prosenttia fossiiliseen kerosiiniin verrattuna. Jakeluvaikeuden ollessa 50 prosenttia,

---

<sup>192</sup> Sustainable Aviation Fuels High Level Round Table (Bryssel 4.3.2020) – E3 Modelling –yhtiön selvitys.

päästövähennys olisi noin 1,66 Mt CO<sub>2</sub> ja siten jakeluvelvoitteen avulla olisi mahdollista saavuttaa vuoden 2018 tasosta laskettuna noin 37 prosentin elinkaarilaskettu päästövähennys vuoteen 2045 mennessä. Vastaavasti 70 prosentin jakeluvelvoite tuottaisi noin 58 prosentin päästövähennyksen, minkä saavuttaminen muilla keinoilla on hyvin epätodennäköistä.

Sähkölpolttoaineiden kehittämiseen panostaminen ja Suomessa jo olevan osaamisen tehokas hyödyntäminen antaisi Suomelle hyvät edellytykset kunnianhimoisten päästövähennysten toteuttamiseen tulevana vuosikymmeninä. Lentoliikennesektorin tulee päästöjensä vähentämiseksi tarvitsemaan suuria määriä sähkölpolttoaineita, joten niihin liittyy myös hyvin merkittävää liiketoimintapotentiaalia.

### Jatkovalmistelussa huomioitavaa / työryhmän suositukset

- Työryhmä katsoo, että tehokkain kansallinen ohjauskeino uusiutuvien lentopolttoaineiden osuuden kasvattamiseksi liikenteessä lyhyellä ja myös pidemmällä aikavälillä on jakeluvelvoitelaki.
- Työryhmä kuitenkin korostaa lentoliiketoiminnan kansainvälistä luonnetta ja pitää tärkeänä, että ennen kansallisten toimenpiteiden käyttöönottoa niiden vaikutukset alan toimijoihin arvioidaan huolellisesti esimerkiksi kustannusten ja kilpailukykykysymysten näkökulmasta.
- Lisäksi tulee edistää uusiutuvien lentopolttoaineiden käyttöönottoa kansainvälisin päätöksin ja sopeuttaa kansalliset toimet niihin, jos niiden kunnianhimon taso arvioidaan kansallisesti riittäväksi. Laajat alueelliset tai globaalit toimet ovat tehokkaimpia edistämään uusiutuvien lentopolttoaineiden kysyntää ja tarjontaa.
- Erityisen tärkeää on osallistua aktiivisesti EU:ssa käynnissä olevan ReFuelAviation-hankkeen toimenpiteiden valmisteluun ja siten edistää unionin laajuista uusiutuvien lentopolttoaineiden käyttöä. EU:n laajuinen jakeluvelvoite olisi tehokas keino lisätä uusiutuvien lentopolttoaineiden käyttöä ja se vähentäisi riskiä kilpailun vääristymisestä.
- EU:n päästökaupan, uusiutuvan energian direktiivin ja CORSIA:n mahdolliset tulevat muutokset tarjoavat myös mahdollisuuden edistää kansainvälistä uusiutuvien lentopolttoaineiden käyttöä ja niiden kestävyttä, mikä tulee huomioida vaikuttamissuunnitelmia laadittaessa.
- Kansallisen jakeluvelvoitteen käyttöönoton ja sen mahdollisten muutosten yhteydessä on kiinnitettävä erityistä huomiota siihen, että uusiutuvien lentopolttoaineiden raaka-aineet ovat kestäviä ja polttoaineiden elinkaaren aikaiset negatiiviset vaikutukset luonnon monimuotoisuuteen ja muutoin ympäristöön minimoidaan.
- Toisaalta uusiutuvien lentopolttoaineiden raaka-aineiden määrää ei tule tarpeettomasti rajata, jotta varmistetaan polttoaineiden riittävä saatavuus ja ehkäistään markkinahinnan nousua.

- Jakeluvuorituksen käyttöönoton vaikutuksia on seurattava ja arvioitava säännöllisesti sekä tarvittaessa tehtävä muutoksia, jotta lentoliikennesektorin toimintaedellytykset turvataan Suomessa.
- Tieliikenteen sähköistyessä tulee arvioida tarve ja mahdollisuudet priorisoida uusiutuvien polttoaineiden käyttö lentoliikenteessä kansallisin tai kansainvälisin politiikka-toimin.
- Arvioidaan mahdollisuudet valtion toimin tukea ja edistää erityisesti sähköpolttoaineisiin liittyvää teknologiaa ja tuotantoa Suomessa.

#### 4.3.1.2 Sähkö

##### Haasteet ja mahdollisuudet 2030 ja 2045

Lentoliikenteen sähköistyminen ei edisty niin nopeasti kuin tieliikenteessä, koska käytettävissä oleva akkuteknologia ei mahdollista nopeaa siirtymää sähköiseen liikenteeseen. Lentokerosiinin painoon suhteutettu energiatiheys on toistaiseksi monikymmenkertainen akkuihin verrattuna, minkä vuoksi nykyisin liikennekäytössä on ainoastaan pieniä, pääosin harrastekäytössä olevia muutaman henkilön sähkölentokoneita. IATA:n arvion mukaan ensimmäisenä kaupalliseen käyttöön tulevat pystysuorasti nousevat ja laskevat ilmataksit, jotka voisivat tarjota uusia liikkumisvaihtoehtoja esimerkiksi suurilla kaupunkiseuduilla. IATA on arvioinut lentoliikenteen sähköistymistä seuraavasti<sup>193</sup>:

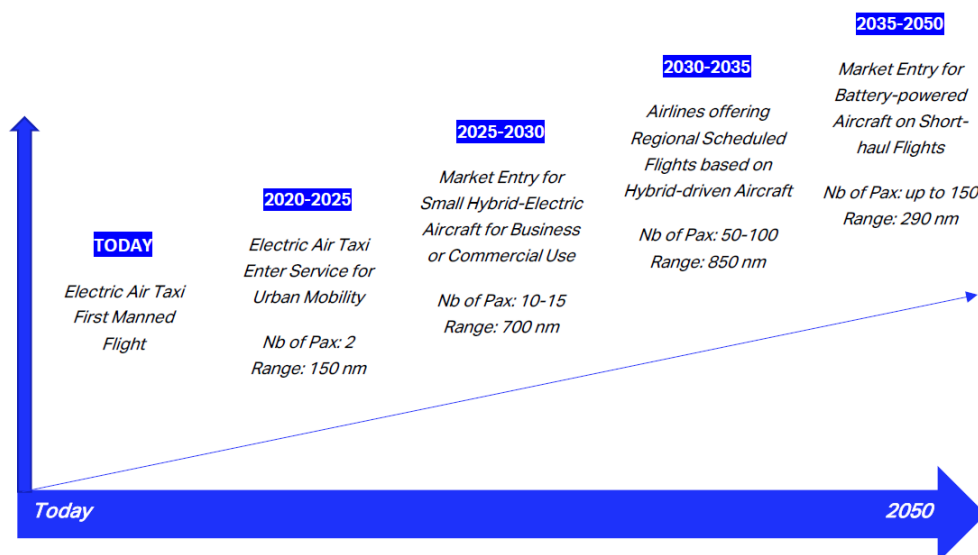


Figure 35: Outlook for Electric Propulsion Market (optimistic view)

Kuva 8. IATA:n optimistinen arvio sähköistymisen edistymisestä.

<sup>193</sup> IATA: Aircraft Technology Roadmap 2050 (2019).

Sähkölentokoneita kehittävät lukuisat tahot pienistä start-up-yrityksistä lentokoneeteollisuuden isoimpiin toimijoihin. Teknologian kehittämisen ja sen käyttöönoton ympärillä on myös useita yhteistyöverkostoja. Finavia sekä Finnair ovat mukana pohjoismaisessa sähkölentämistä edistävässä NEA-verkostossa (Network for Electric Aviation). On kuitenkin käytännössä varmaa, että lentokoneiden sähköistyminen ei ennätä vaikuttamaan vuoden 2030 päästötilanteeseen Suomessa. Täyssähkökoneiden sijasta ensimmäisenä kotimaan liikenteessä ja muilla lyhyillä reiteillä käyttöön voisivat tulla hybridikoneet, joissa polttomoottorien lisäksi on sähkömoottori. Teknologian puolesta tämä voisi todennäköisesti tapahtua vuosina 2030-2035, mutta riippuu lentoyhtiöiden muun muassa markkina- ja hinnoittelutilanteeseen pohjautuvista strategioista, missä vaiheessa koneita uusitaan. Lentokoneet ovat hyvin kalliita ja niiden käyttöikä on pitkä, mikä hidastaa uusien teknologioiden käyttöönottoa. Euroopassa lentokoneet ovat keskimäärin 10,8 vuotta vanhoja ja Finnairin<sup>194</sup> operoiman lentokonelaivaston keski-ikä on 10,5 vuotta. On tosin arvioitu, että uusien esimerkiksi sähköisten teknologioiden tullessa markkinoille laivueiden keski-ikä laskisi, mutta tämä riippuu sen hetkestä kilpailu- ja hinnoitteluympäristöstä sekä arvioista kysynnän kehittymisestä. Finnair on suunnitellut uusivansa kapearunkolaivueensa vuoteen 2025 mennessä, joten tämän toteutuessa olisi todennäköisesti taloudellisesti kannattamatonta hankkia korvaavia koneita ennen vuotta 2035. Täyssähköisiä lentokoneita ei todennäköisesti nähdä kotimaan reiteillä ennen 2030-luvun loppua. Norjan tavoitteena on täyssähköinen kotimaan lentoliikenne vuoteen 2040 mennessä.

Täyssähköiset lentokoneet mahdollistavat lähes päästöttömän liikennöinnin. On kuitenkin tärkeää huomata, että nykytiedon valossa täyssähköiset kaukolennot eivät ole mahdollisia ennen radikaaleja muutoksia akkuteknologiassa, joiden toteutumisesta tai ajankohdasta ei ole tietoa. Täyssähköisten lentokoneiden on arvioitu soveltuvan enintään tuhannen kilometrin reiteille ja hybridikoneiden enintään 3 000 kilometrin reiteille. Jopa yli 80 prosenttia globaaleista lennoista on näitä lyhyempiä lentoja, mutta lentoliikenteen polttoainekulutuksesta ja siten päästöistä ne edustavat korkeintaan puolta<sup>195</sup>. Merkittävä osa Suomesta lähtevistä lennoista on pidempiä, joten sähköistymisen merkitystä päästöjen vähentämisessä ei ole syytä yliarvioida myöskään suhteessa vuoteen 2045. Kotimaan lentoliikenteessä sähköistymisen vaikutus voi olla merkittävä, jos lentoyhtiöt ovat vaihtaneet täyssähköiseen kalustoon, mutta kotimaan lentoliikenteen päästöt olivat vuonna 2018 vain yhdeksän prosenttia lentoliikenteen kokonaispäästöistä ja niiden osuuden ennustetaan hieman vähentyvän suhteessa kansainväliseen liikenteeseen.

<sup>194</sup> Airfleets.net: Finnair fleet details (2020). <https://www.airfleets.net/ageflotte/Finnair.htm>

<sup>195</sup> Clean Sky 2 – DLR/Sabre (ECAC EAEG-kokous 30.1.2020).

Lentoliikenteessä sähköistymistä tulee edistää, mutta siihen on tärkeää yhdistää uusiutuvien lentopolttoaineiden käyttö, koska vain siten voidaan vähentää merkittävästi pidempien lentojen päästöjä. Erityisesti sähköpolttoaineet vastaavat päästövähennyspotentiaaaliltaan täyssähköisiä lentokoneita, joskin sähkömoottorien hyötysuhde on polttomoottoria selvästi parempi. Sähköisen lentämisen etuina on pidettävä myös lähi-ilmanlaatuun vaikuttavien päästöjen ja melun vähentymistä lentoasemien ympäristössä. Lisäksi sähkö olisi todennäköisesti kerosiinia edullisempi voimanlähde ja sähkömoottorien huoltokustannukset ovat huomattavasti polttomoottoreita alhaisemmat, joten lentoyhtiöillä on vahvoja kannustimia sähköisen kaluston hankintaan. Toisaalta on huomioitava, että täyssähköisten ja hybridilentokoneiden kehittäminen vaatii ilmailuravallisuusviranomaisten sertifiointin, ja uuden lentokaluston lisäksi sähköistyminen edellyttää latausinfrastruktuurin rakentamista lentoasemille, mikä voi hidastaa sähköistymiskehitystä. Sähkölentämisen ilmastoystävällisyys riippuu sähköntuotannon päästöistä, mutta sama koskee myös sähköpolttoaineiden tuotantoa.

### Jatkovalmistelussa huomioitavaa / työryhmän suositukset

- On tärkeää edistää ICAO:n ja EASA:n (European Union Aviation Safety Agency) pyrkimyksiä luoda standardointipohja täyssähkö- ja hybridilentokoneille ja niiden vaihtoehtoisille käyttövoimaratkaisuille.
- Laaditaan selvitys lentämisen sähköistymisestä ja sen edellyttämän latausinfrastruktuurin kehittämistarpeista Suomen lentoasemilla.
- Alan suomalaisten toimijoiden on tärkeää edelleen osallistua kansainvälisiin tutkimushankkeisiin teknologisen kehityksen ennustamiseksi ja siihen varautumiseksi.

#### 4.3.1.3 Muut vaihtoehtoiset käyttövoimat

### Haasteet ja mahdollisuudet 2030 ja 2045

Lentoliikenteessä vaihtoehtoisia käyttövoimia on muita liikennemuotoja vähemmän käytettävissä seuraavien vuosikymmenien aikana. Nykytiedon valossa ainoastaan vety nähdään nestemäisten uusiutuvien polttoaineiden ja sähkön lisäksi mahdollisena lentokoneiden käyttövoima tulevaisuudessa. Vedyn etuna on vähäinen massa ja kolminkertainen energiatiheys kerosiiniin verrattuna, mutta sen kuljettaminen aiheuttaa haasteita lentokoneen suunnittelulle. Siitä huolimatta on arvioitu, että vetykäyttöinen lentokone kuluttaisi kaukolennolla jopa 12 prosenttia kerosiinia vähemmän energiaa, joskin lyhyemmillä lennoilla tilanne on päinvastainen<sup>196</sup>. Vedyn käyttöönottoa lentoliikenteessä hidastaa sen vaatima uusi jakeluinfrastruktuuri ja lentokoneteknologia. EU rahoittaa hankkeita, kuten Enable H2<sup>197</sup>, joissa tutkitaan vedyn käyttöä polttoaineena

<sup>196</sup> Verstraete: On the energy efficiency of hydrogen-fuelled transport aircraft (2015).

<sup>197</sup> ENABLEH2: <https://www.enableh2.eu/about/>.

lentokonemoottoreissa. Lentokoneteollisuus panostaa tällä hetkellä enemmän sähköisten voimalinjojen kehittämiseen ja vaikuttaa todennäköiseltä, että vety voisi yleistyä käyttövoimana aikaisintaan 2050-luvulla. Sen ei siis odoteta vaikuttavan edes 2045 päästövähennystavoitteiden saavuttamiseen, mutta arvioon liittyy huomattavaa epävarmuutta. Juuri ennen tiekarttaraportin valmistumista Airbus ilmoitti tavoitteeseen ensimmäisen vetykäyttöisen matkustajalentokoneen kehittämisen vuoteen 2035 mennessä.

### Jatkovalmistelussa huomioitavaa / työryhmän suositukset

- Sähköisen lentämisen selvityksen yhteydessä arvioidaan pidemmän aikavälin mahdollisuudet muidenkin vaihtoehtoisten käyttövoimien, erityisesti vedyn, hyödyntämiseen Suomessa.

## 4.3.2 Liikennevälineiden energiatehokkuuden parantaminen

Lentokoneiden energiatehokkuutta voidaan parantaa esimerkiksi kehittämällä aerodynamiikkaa, muuttamalla muutoin koneen rakennetta hyötysuhdetta parantaen, vähentämällä koneen painoa, kehittämällä moottoreita energiatehokkaammiksi ja ottamalla käyttöön vähäpäästöisempiä tai energiatehokkaampia vaihtoehtoisia käyttövoimia (vaihtoehtoiset käyttövoimat käsitelty edellisessä jaksossa). Historiallisesti tarkasteltuna lentokoneiden energiatehokkuus on parantunut merkittävästi. Matkustajapaikkakilometriä kohden nykyiset lentokoneet ovat yli 80 prosenttia energiatehokkaampia kuin 1960-luvulla käytetyt lentokoneet. Lentokoneet kuluttivat vuonna 2017 keskimäärin 3,4 litraa polttoainetta sataa matkustajakilometriä kohden, mikä on 24 prosenttia vähemmän kuin vuonna 2005<sup>198</sup>. Uusimmat koneet, kuten Airbus A380, Boeing 787, ATR-72-600 ja Finnairinkin käyttämä Airbus A350 kuluttavat polttoainetta alle kolme litraa sataa matkustajakilometriä kohden, mikä alittaa esimerkiksi henkilöauton vastaavan arvon Suomessa.

Lentokonekanta uusiutuu kuitenkin melko hitaasti, sillä sertifiointin jälkeen yhtä koneetyyppiä valmistetaan yleensä noin 20–30 vuoden ajan. Lentokoneen keskimääräinen käyttöikä on puolestaan noin 20–25 vuotta, joten nyt hyväksyttäviä konetyyppejä voi olla käytössä vielä 2050-luvullakin<sup>199</sup>. ICAO:n mukaan lentokoneiden määrä kasvaa

<sup>198</sup> The Aviation Network – Decarbonisation issues. Eurocontrol Think Paper #4 9/2019.

<sup>199</sup> Aviation and shipping — impacts on Europe's environment. EEA Report No 22/2017.

vuosien 2016–2036 aikana 55 prosenttia eli 26 000 lentokoneesta 47 500 koneeseen.<sup>200</sup> Eurooppalaisen lentokonevalmistaja Airbusin ennusteen mukaan jopa 39 000 uutta konetta rakennettaisiin vuoteen 2038 mennessä<sup>201</sup>. Jää kuitenkin nähtäväksi onko kasvu näin suurta, sillä koronavirusepidemia voi vaikuttaa pidempiaikaisesti lentopalveluiden kysyntään ja lentoyhtiöiden taloudellisiin edellytyksiin investoida uuteen kalustoon.

Suurin osa lentoliikenteen ympäristövaikutuksista syntyy moottoripäästöistä, joten uuden vähäpäästöisemmän teknologian käyttöönotolla voidaan merkittävästi vaikuttaa päästöjen määrään. Uusi lentokonesukupolvi voi olla jopa 15–25 prosenttia tehokkaampi kuin edeltäjänsä, mutta IATA:n arvion mukaan käytännössä toteumat ovat muutaman prosentin alhaisempia. Konetyyppejä kehitetään myös sarjatuotannon aikana jonkin verran, minkä lisäksi lentokoneisiin voidaan tehdä muutoksia jälkikäteisasennuksina tai osien uusimisten yhteydessä. Vuosina 1968–2014 keskimääräinen polttoainetehokkuuden kasvu matkustajakilometriä kohti oli 1,3 prosenttia vuodessa. Kehitystahti kuitenkin vaihtelee huomattavasti. 2010-luvun loppupuolella esiteltiin useita uusia ja energiatehokkaita lentokonemalleja ja on arvioitu, että 2020-luvulla energiatehokkuuden parantuminen hidastuisi, kunnes kysyntä uusille konemalleille taas kasvaa. Lentokoneiden arvioidaan myös säilyvän suurin piirtein nykyisen mallisina noin vuoteen 2035 saakka, jonka jälkeen isompien rakenteellisten muutosten todennäköisyys uusissa konemalleissa kasvaa.<sup>202</sup> Euroopassa lentokoneiden tutkimus- ja kehitystyötä on vienyt eteenpäin erityisesti Euroopan komission ja Euroopan ilmailuteollisuuden yhteinen teknologia-aloite Clean Sky.

Kasvihuonekaasupäästöjen vähentymisen lisäksi teknologian kehitystyöllä on huomattava vaikutus myös muihin lentoliikenteen tuottamiin ympäristövaikutuksiin, sillä typen oksidit ovat 1960-luvulta lähtien vähentyneet 90 prosenttia ja melutaso 75 prosenttia. Lentoalaa ja sen päästöjä säädellään nykyisin lukuisten standardien ja lupajärjestelmien avulla. ICAO:n ympäristönsuojelukomitea CAEP on määrittänyt kansainväliset standardit melulle sekä päästöjen osalta savu-, hiilivety-, häkä- ja typpioksidipäästöille. Hiilidioksidipäästöjä rajoittavasta standardista päätettiin vuonna 2017 ja se tulee voimaan uusien konetyyppien osalta vuonna 2020 ja jo tuotantovaiheessa oleville konetyypeille vuonna 2023. Vuodesta 2028 lähtien konetyyppejä ei saa valmistaa, mikäli ne eivät alita annettuja rajoituksia<sup>203</sup>.

---

<sup>200</sup> Suomen ympäristökeskuksen julkaisu Lentomatkustuksen päästöt. Suomen Ympäristökeskuksen raportteja 2/2019.

<sup>201</sup> Airbusin lehdistötiedote "Airbus forecasts need for over 39,000 new aircraft in the next 20 years" 18.9.2019.

<sup>202</sup> IATA: Aircraft Technology Roadmap 2050 (2019).

<sup>203</sup> "ICAO Council adopts new CO2 emissions standard for aircraft" ICAO:n tiedote 6.3.2017.



## Haasteet ja mahdollisuudet 2030 ja 2045

Lentokoneiden energiatehokkuuden parantuminen on tärkeä osa lentoliikenteen päästöjen vähentämistä, mutta liikennesuoritteiden ennakoitun kasvun ja kasvihuonekaasupäästöjen vähentämisen välttämättömyyden vuoksi uuden teknologian käyttöönotto ei yksin riitä.

Tutkijat ovat arvioineet ICAO:lle, että lentokoneiden aerodynamiikka parantamalla voidaan saavuttaa 3-4 prosentin polttoaineen kulutuksen vähennys vuoteen 2027 mennessä ja noin kymmenen prosentin vähennys vuoteen 2037 mennessä. Lisäksi materiaaliteknisellä kehityksellä voidaan lentokoneita keventää 2-4 prosenttia vuoteen 2027 mennessä ja 8-10 prosenttia vuoteen 2037 mennessä. Tämä massan pieneminen voidaan hyödyntää polttoaineen säästönä. Myös moottoritekniikka kehittyi. Optimoimalla nykyisiä kaasuturbiineja ja parantamalla niiden aerodynamiikkaa voidaan näin saavuttaa 5-6 prosentin polttoaineen kulutuksen vähennys vuoteen 2027 ja 10-11 prosenttia vuoteen 2037 mennessä. Moottorien polttoainetalouden paranemista rajoittaa muiden päästöjen, kuten esimerkiksi typen oksidien, lisääntyminen. Kokonaisuudessaan ICAO on arvioinut mahdolliseksi saavuttaa teknologisin parannuksin 12-16 prosentin polttoaineen kulutuksen vähennys vuoteen 2027 mennessä ja 21-26 prosentin vähennys vuoteen 2037 mennessä, mikä tarkoittaisi noin 1-1,3 prosentin vuosittaista parannusta.<sup>204</sup>

Teoreettisista arvioista on vaikea päätellä uuden teknologian käytännön vaikutusta Suomen lentoliikenteen päästöihin, koska kalustohankinnoista päättävät lentoyhtiöt useiden eri tekijöiden, kuten markkina- ja hinnoitteluympäristön, perusteella. Epävarmuutta lisää epätietoisuus koronavirusepidemian vaikutusten kestosta ja laajuudesta. Finnairin osuus päästöistä on kuitenkin niin iso, että tarkastelemalla yhtiön kalustohankintoja voidaan asiasta esittää suuntaa antavia arvioita. Finnair on tilannut kaukolentokäyttöön kaikkiaan 19 Airbus A350:tä, jotka ovat jopa neljänneksen aiemmin käytössä olleita koneita energiatehokkaampia. Tilatuista koneista käytössä oli vuoden 2018 loppuun mennessä 12 ja loput seitsemän oli tarkoitus ottaa käyttöön vuoteen 2022 mennessä, mutta ajankohta voi siirtyä koronavirusepidemian aiheuttaman kysynnän vähentymisen vuoksi<sup>205</sup>. Osa uusien energiatehokkaampien koneiden vaikutuksesta oli siis jo mukana vuoden 2018 päästötilastossa. Finnair on myös ilmoittanut uusivansa lyhyemmällä lennoilla käytettävän kapearunkolaivueensa vuoteen 2025 mennessä, mutta nykyinen poikkeustilanne voi aiheuttaa aikatauluun muutoksia. Toi-

<sup>204</sup> Chapter 1 – Aviation and the Environment: Outlook. The ICAO Environmental Report 2019.

<sup>205</sup> Finnairin toimitusjohtaja Topi Manner kertoi YLE:lle 4.5.2020, että Finnair neuvottelee asiasta Airbusin kanssa.

saalta Finnair on arvioinut, että vakavaraisilla lentoyhtiöillä olisi mahdollisuus hyödyntää odotettavissa oleva lentokoneiden kysynnän lasku lähivuosien hankinnoissaan<sup>206</sup>. Uudet koneet olisivat arviolta 10-15 prosenttia edeltäjiään energiatehokkaampia. Edellä mainitun perusteella voidaan esittää karkea arvio, että lentoyhtiöiden kalustohankinnat voisivat vähentää ennakoitua päästöjen kasvua 10-15 prosenttia vuoteen 2030 mennessä.

Arvioitaessa tilannetta suhteessa vuoteen 2045, voidaan todeta Finnairin kaukolentolaivuuden uusimistarpeen olevan ajankohtainen mahdollisesti 2030-luvun puolivälissä tai viimeistään vuosikymmenen lopulla. Päätöksiin vaikuttaa suuresti tuolloin saatavilla olevien konemallien energiatehokkuuden parannukset, markkinatilanne ja liikenteen hinnoittelukokonaisuus. On kuitenkin lähes varmaa, että seuraavankaan sukupolven kaukolentokoneet eivät ole sähkötoimisia tai edes sähköavusteisia, joten hyvin merkittäviä energiatehokkuuden parannuksia ei ole odotettavissa. Sen sijaan kapearunkokoneiden uusimisen ollessa ajankohtaista mahdollisesti viimeistään 2040-luvun alkupuolella, on markkinoilla todennäköisesti lyhyille lennoille soveltuvia jopa 150-paikkaisia täyssähkökoneita ja isompia Keski-Euroopan lennoille soveltuvia hybridikoneita. Näin ollen vaikuttaisi teknologisen kehityksen puolesta mahdolliselta, että kotimaan lentoliikenne olisi vuonna 2045 pääosin sähköistä. Kotimaan lentoliikenteen osuus päästöistä on kuitenkin siinä määrin pieni, että karkeana kokonaisarviona voidaan uusien energiatehokkaampien konemallien arvioida vähentävän ennakoitua päästöjen kasvua 15-25 prosenttia vuoteen 2045 mennessä.

### **Jatkovalmistelussa huomioitavaa / työryhmän suositukset**

- Vaikutetaan EU:n tutkimuksen ja innovoinnin puiteohjelma Horisontti Eurooppaan rahoituksen suuntaamiseksi lentoliikenteen uusien energiatehokkaiden teknologioiden kehittämiseen ja niiden käyttöönoton edistämiseen.
- Korostetaan ICAO:n standardointityön tärkeyttä uusien teknologioiden käyttöönoton edellytyksenä.

---

<sup>206</sup> Finnairin toimitusjohtaja Topi Mannerin haastattelu YLE:llä 29.4.2020.

## 4.4 Liikennejärjestelmän energiatehokkuuden parantaminen

Lentoliikenteessä liikennejärjestelmän energiatehokkuutta voidaan edistää erityisesti ilmatilan toimivuutta parantamalla ja ottamalla käyttöön erilaisia päästöjä vähentäviä lentomenetelmiä sekä toimintatapoja. Näitä niin sanottuja operationaalisia toimintoja on lentoliikenteen alkuajoista lähtien kehitetty ensisijaisesti lentoturvallisuuden näkökulmasta, mutta liikennemäärien lisääntyttä yhä tärkeämmiksi ovat nousseet myös liikenteen sujuvuuden edistäminen ja päästöjen minimoiminen. ICAO laskeekin operationaaliset keinot jo vakiintuneesti osaksi neljän keskeisen päästövähennyskeinotyypin kokonaisuutta. Operationaalisia päästövähennyskeinoja voidaan pääsääntöisesti pitää suhteellisen kustannustehokkaina, koska niiden käyttöönotto ei yleensä edellytä esimerkiksi uuden lentokoneteknologian käyttöönottoa.

Lisäksi tässä jaksossa käsitellään lyhyemmin lentoasematoimintoja sekä matkaketjuja ja lentoliikenteeseen kytkeytyviä logistisia kysymyksiä, vaikka ne eivät suoranaisesti vaikuttaisi Suomen tilastoituihin lentoliikenteen päästöihin. Lentoasemaverkoston laajuutta ja toimintaa koskevat kysymykset käsitellään osana valtakunnallisen liikennejärjestelmäsuunnitelman valmistelua.

### 4.4.1 Ilmatilan hallinta ja operationaaliset parannukset

#### Ilmatilan hallinnan kehittäminen

Ilmatilan hallinnan kehittämällä voidaan edistää liikenteen turvallisuutta, sujuvuutta ja ilmastoystävällisyyttä. Eurooppalaisena haasteena työssä on ollut ilmatilan pirstoutuneisuus liian pieniin alueellisiin kokonaisuuksiin, sillä kansalliset lennonjohtojärjestelmät ovat jakautuneet satoihin sektoreihin. Tämä pirstaloituminen johtaa tehottomuuteen, kun lennot eivät voi lentää suorinta tai esimerkiksi ilmavirtausten kannalta kannattavinta reittiä, lentoajat ovat pidempiä sekä polttoaineenkulutus ja hiilidioksidipäästöt korkeampia. Haasteena ovat myös liikennemäärien kasvusta johtuvat kapasiteettiongelmat lentoasemilla ja lennonjohdossa, mikä on aiheuttanut ilmatilan ruuhkautumista. Tämä on johtanut lentojen viivästymisiin ja vaikeuttanut lentoreittien optimointia polttoaineen kulutuksen ja päästöjen vähentämiseksi. Ilmatilan hallinnan ja energiatehokkaampien toimintamenetelmien kehittämisessä korostuu kansainvälisen yhteistyön välttämättömyys, toimijoiden välinen avoin tiedonvaihto sekä uusien digitaalisten ja automaattisten toimintatapojen käyttöönotto.

Eryityisesti Keski-Euroopan ilmatila on ruuhkautunut, mikä lisää hieman myös Suomesta lähtevien kansainvälisten lentojen ja Suomen ilmatilaa käyttävien yllentojen

päästöjä<sup>207</sup>. EU:n komission vuonna 1999 käynnistämällä Yhtenäinen eurooppalainen ilmatila -lainsäädäntöhankkeella (Single European Sky, SES) pyritään vähentämään Euroopan ilmatilan pirstoutuneisuutta, joka johtuu jäsenvaltioiden välisistä eroista, ilmatilan siviili- ja sotilaskäytöstä sekä erilaisista käytössä olevista teknologioista. Hanke on luonteeltaan yleiseurooppalainen, ja sen toteutukseen voivat osallistua myös unionin naapurivaltiot. Yhtenäisen eurooppalaisen ilmatilan tarkoituksena on tehostaa ilmaliikenteen hallintaa ja lennonvarmistuspalveluja. Yhtenäinen eurooppalainen ilmatila voi mahdollisesti tuottaa merkittäviä hyötyjä kapasiteetin ja turvallisuuden lisääntymisen sekä lennonvarmistuskustannusten ja päästöjen vähentymisen kautta. Esimerkiksi lentoreittejä lyhentämällä ja viivästyksiä ehkäisemällä vähennetään lentokustannuksia ja lentämisen päästöjä. Ensimmäiset yhtenäistä eurooppalaista ilmatilaa koskevat vaatimukset hyväksyttiin vuonna 2004 (SES 1). Näitä puitteita muutettiin vuonna 2009 (SES 2), jotta mukaan saatiin suorituskykyyn perustuvia mekanismeja. Sääntelyä täydennettiin vielä ulottamalla unionin lentoturvallisuussäännöt ja Euroopan lentoturvallisuusviraston asiaan liittyvät valtuudet koskemaan ilmaliikenteen hallintaa ja lennonvarmistuspalveluita sekä lentoasemien toimintaa.

Näillä sääntelypuitteilla on edistetty Euroopan ilmatilan uudelleen jäsentämistä ja lennonvarmistuspalvelujen tarjoamista. Niiden avulla muun muassa sääntelytoiminnot ja palveluntarjonta on erotettu toisistaan, ilmatilan sotilaallista ja siviilikäyttöä on joustavoitettu, laitteiden yhteentoimivuutta on parannettu, yöilmatilan luokitusta on yhdenmukaistettu sekä on sovittu lennonvarmistuspalvelujen yhteisestä maksujärjestelmästä ja asetettu yhteiset vaatimukset lennonjohtajien lupakirjojen myöntämiselle. Lisäksi vahvistettiin yhtenäisen eurooppalaisen ilmatilan rakenteen tärkeimmät osatekijät, joita ovat sitovien suorituskykytavoitteiden käyttöönotto muun muassa päästöjen osalta, EU:n ilmailuverkoston suorituskyvyn keskitetty parantaminen Eurocontrolin toimesta, yhtenäisen eurooppalaisen ilmatilan teknisen ja teollisen puolen kehittäminen SESAR-hankkeen (Single European Sky Air Traffic Management Research) kautta sekä toiminnallisten ilmatilalohkojen kehittäminen. Toiminnallisten ilmatilan lohkojen tarkoituksena on vähentää Euroopan ilmatilan pirstoutuneisuutta jäsentämällä se uudelleen liikennevirtojen eikä niinkään valtioiden rajojen mukaan. Tähän mennessä on perustettu yhdeksän toiminnallista ilmatilan lohkoa, jotka kattavat 31 maata. Suomi kuuluu pohjoiseurooppalaiseen toiminnalliseen ilmatilan lohkoon (North-European Functional Airspace Block, NEFAB) yhdessä Viron, Latvian ja Norjan kanssa.

Komissio antoi vuonna 2013 uuden SES 2+ -ehdotuksen, jossa tuotiin ratkaisuja erityisesti lentoliikenteen hallinnan riittämättömään tehokkuuteen sekä pirstaloituneeseen lentoliikenteen ohjaukseen. Kansallisten rajojen ylittävä yhteistyö mahdollistaisi

---

<sup>207</sup> Ylilentojen päästöt eivät ole Suomen lentoliikenteen päästötilastoissa eikä niitä tarkastella tarkemmin tässä raportissa.

lyhyempien reittien luonnin ja päästöjen vähentämisen. Lisäksi SES 2+ painottaa matkustajien tarpeisiin vastaamista sekä suorituskyvyn mittaamista. SES 2+ tehostaisi olemassa olevien yhdeksän alueellisen ilmatilalohkon toimintaa eli rajat ylittävää yhteistyötä. SES2+ tekisi myös tavoitteiden asettamisesta itsenäisempää, läpinäkyvämpää ja helpommin toimeenpantavaa ja siten parantaisi suoritusastoa. Ehdotusten hyväksymisestä ei kuitenkaan ole päästy sopuun ja komissiolta odotetaan vuoden 2020 aikana päivitettyä SES2+ -ehdotusta, jolla nykyistä tehottomaksi ja monimutkaiseksi koettua säädoskehikkoa muutettaisiin ja nopeutettaisiin eurooppalaisen ilmatilan yhtenäistämistä. Vuonna 2019 valmistui myös kaksi komission käynnistämää merkittävää hanketta, joista ilmatilan arkkitehtuuriselvitys (Airspace Architecture study, AAS) analysoi nykytilanteen syitä ja keinoja tilanteen parantamiseksi. Suomen ilmailujohtaja Pekka Hentun johtama viisaiden henkilöiden ryhmä puolestaan mietti lennonvarmistuksen visiota sekä lyhyen ja pitkän aikavälin keinoja tavoitetilan saavuttamiseksi.

Yhteistyö NEFAB:n piirissä on tiivistynyt viime vuosina. Esimerkiksi vuodesta 2018 alkaen Suomen lentotiedotusalueella lentopinnan 95 yläpuolella aluelennonjohdon käytämällä radiotaajuudella ilmaliikennepalvelua on tarjottu vain englannin kielellä, kuten muissa NEFAB-maissa. Yhteinen kieli edesauttaa valtakunnan rajat ylittävän lennonvarmistuspalvelun tarjoamista. Toinen konkreettinen esimerkki on Suomen ja Norjan lennonvarmistuspalveluiden tarjoajien välisen yhteistyön tiivistyminen erityisesti pohjoisessa, kun vuoden 2016 marraskuussa ns. Kirkkoniemen lähestymisaluetta laajennettiin Suomen ilmatilaan, mikä helpotti liikenteen käsittelyä. Lisäksi Suomen ja Viron lennonvarmistusyhtiöiden FINEST-ohjelman tavoitteena on yhdenmukaisen, dynaamisen, kustannustehokkaan ja kilpailukykyisen rajat ylittävän lennonvarmistuspalvelun tarjoaminen ilmatilan käyttäjille. NEFAB yhdessä Tanskan ja Ruotsin funktionaalisen ilmatilalohkon kanssa muodostivat vuonna 2015 myös yhteisen vapaan reitityksen ilmatilan (North European Free Route Airspace, NEFRA), jonka alueella lentoyhtiöt voivat lentää joko suorinta mahdollista reittiä tai käyttää ylimääräisiä reittipisteitä esimerkiksi hyötyäkseen tuulista. Vapaan reitityksen ilmatila on hyvin edistyksellinen ilmatilan hallinnan kannalta. Muualla lentoyhtiön pitää noudattaa sille ennalta määrättyjä lentoväyliä lentäen määriteltyjen reittipisteiden kautta. NEFAB ja NEFRA ovat olleet merkittävä parannus ilmatilan hallinnassa ja lentojen lyhentymisen arvioidaan vähentävän vuosittain 62 500 hiilidioksiditonnia verrattuna vuoden 2011 tilanteeseen. Vapaan reitityksen ilmatilan on tarkoitus laajentua asteittain siten, että vuonna 2024 ilmatila kattaa NEFRA-alueen lisäksi Iso-Britannian, Irlannin ja Islannin ilmatilat. Tätä projektia hallinnoi näiden yhdeksän valtion palveluntarjoajien muodostama Borealis-allianssi.

Ilmatilan ja ilmaliikenteen hallintaverkon kapasiteetin joustava käyttö onkin tärkeä keino vähentää lentoliikenteen päästöjä, koska tuulista ja suihkuvirtauksista hyötymisen lisäksi se mahdollistaa polttoaineen kulutuksen optimoinnin myös ruuhkien, ilmati-

larajoitusten ja heikentyneen sään välttämiseksi. Kaukolennoilla potentiaaliset päästöhyödyt voivat olla merkittäviä, mutta nykyisin ilmatilamääräykset eivät tarjoa riittävää joustoa erityisesti Helsinki-Vantaan näkökulmasta tärkeiden Aasian yhteyksien osalta. Venäjän ja Kiinan ilmatiloihin pääsy edellyttää yksittäisten saapumis- ja poistumispaikkojen käyttöä, joten lentoreittejä ja polttoaineen kulutusta ei voi maksimaalisesti optimoida. Lennonvarmistuspalveluista Suomessa vastaava ANS Finland Oy on jakanut tietoa lentoyhtiöille ja kolmansien valtioiden lennonvarmistusviranomaisille lentoreittien optimointien mahdollisuuksista. Yhtiö on esimerkiksi arvioinut, että lentoreitillä Lontoo-Shanghai voidaan yhdellä lennolla saavuttaa optimoinnilla noin 3 734 kilon<sup>208</sup> hiilidioksidipäästövähennys, mikä tuhansien lentojen vuositasona johtaa huomattaviin ilmastohyötyihin. Samalla lentoyhtiöt säästäisivät polttoainekuluissa ja aikataulussa pysyminen helpottuisi. ICAO on pyrkinyt edistämään ilmatilan hallinnan ja operaationaalisten toimien kehitystä muun muassa globaalien lennonvarmistussuunnitelmien (Global Air Navigation Plan, GANP) kautta. Yksi merkittävä haaste ilmatilayhteistyölle sekä globaaleille kehittämis- ja harmonisointitoimille on ilmatila-asioiden vaihtelevat organisointitavat, sillä useassa valtiossa valtaosa ilmatilasta ja lennonvarmistuspalvelutkin ovat sotilashallinnon alaisuudessa.

Uusi haaste ilmatilan hallinnan kehittämiseksi ja ilmailun turvallisuudelle on miehittämättömän ilmailun nopea kehitys. Miehittämätön ilmailu ei kuitenkaan pääsääntöisesti vaikuta lentoliikenteen päästöjä lisäävästi, koska dronit ja muut miehittämättömät ilma-alukset ovat yleensä akkukäyttöisiä. Miehittämättömän ilmailun ratkaisulla voidaan kuitenkin saavuttaa päästövähennyksiä liikennejärjestelmätasolla erityisesti maantiekuljetuksia korvaavana ympäristöystävällisempänä vaihtoehtona, minkä vuoksi niitä on lyhyesti käsitelty jäljempänä logistiikkaa koskevassa jaksossa.

## Lentomenetelmät ja muut operationaaliset parannukset

Operatiivisin keinoin voidaan vähentää polttoaineen kulutusta ja päästöjä muun muassa alentamalla lentonopeutta, käyttämällä energiatehokkaita laskeutumis- ja nousumenetelmiä, rullaamalla yhdellä moottorilla ja hyödyntämällä optimaalisia lentopintoja. Niin sanotussa jatkuvan korkeuden vähentämisen menetelmässä (Continuous Descent Operation, CDO) koneen tehonkäyttö ja nopeuden säätely optimoidaan niin, että koneen korkeus pienenee jatkuvasti vaakalentovaihetta ja sen vaatimia ajoittaisia tehonlisäyksiä välttäen. Esimerkiksi kapearunkoisen lentokoneen jatkuvan liu'un laskeutuminen Helsinki-Vantaan lentoasemalla voi säästää polttoainetta jopa 100 kilogrammaa, joka vastaa noin 315 kilogramman hiilidioksidipäästöjä. Finnair pystyy yhteistyössä lennonjohdon kanssa hyödyntämään menetelmää jo noin 70 prosentissa

---

<sup>208</sup> ANS Finland Oy fossiilittoman liikenteen tiekarttahankkeen lentoliikenteen alatyöryhmässä 29.1.2020.

laskeutumisista ja vuosittain se tuottaa Helsinki-Vantaalla on noin 13 000 hiilidioksiditonin päästövähennyksen. Jatkuvan nousun menetelmää (Continuous Climb Operation, CCO) lentokoneet voivat toteuttaa Helsinki-Vantaan ilmatilassa lähes aina, sillä lentoonlähtö- ja lähestymisreitit sekä ilmaliikenteen johtaminen on suunniteltu siten, että lähteville koneille on vain harvoin tarve asettaa nousua hidastavia korkeusrajoituksia muun liikenteen vuoksi.

Lentoasemien lähtö- ja saapumisaikojen jakamisella sekä ilmaliikennevirtojen säätelyn toimenpiteillä pyritään edistämään ruuhkautuneiden lentoasemien ja ilmatilojen tehokasta käyttöä. Näiden toimenpiteiden tavoitteena on, että koneet voivat odottaa lähtölentoasemalla ja täten välttää odotuskuvioiden lentämistä ilmassa, jossa polttoaineen kulutus ja päästöt ovat suuremmat. Yhteistoiminnallinen päätöksenteko (Collaborative Decision Making, CDM) lentoasemalla eri toimijoiden välillä parantaa tiedonkulkua ja lyhentää koneiden rullaus- ja odotusaikoja, kun koneet voivat odottaa lähtölupaa portilla rullausteiden sijasta. Tämä säästää polttoaineen kulutusta ja päästöjä. Helsinki-Vantaalla CDM:n avulla saatavan vuosittaisen päästövähennyksen arvioidaan olevan 2 000 hiilidioksiditonnia.<sup>209</sup> Kasvihuonekaasupäästöjen lisäksi näillä toimilla on mahdollista vähentää lentoasemien ympäristö- ja terveysvaikutusten sekä lähialueiden asumisviihtyvyyden kannalta tärkeitä lähi-ilmanlaatuun vaikuttavia päästöjä sekä melua.

Lentokoneiden reittien optimointi tietokoneilla on yleistynyt. Esimerkiksi Finnairin käyttämässä Airbus A350-koneissa on mahdollisuus ottaa käyttöön tietokoneohjelma PACE, joka auttaa reittien valinnassa ja energiansäästössä. Lentoliikenteen reittien optimoinnin lisäksi Airbus kokeilee mahdollisuutta pienentää päästöjä lentämällä jonossa kahdella koneella. Erityisesti kaukolennoilla käytettäväksi aiotussa menetelmässä koneet lentäisivät peräkkäin ja jälkimmäinen kone hyötyisi edellä lentävän koneen aiheuttamista jättöpyörteistä. Airbusin mukaan tulokset osoittavat, että tyyppillisillä Atlantin ylittävillä lennoilla on mahdollista saavuttaa 5-10 prosentin kokonaisu säästö polttoaineenkulutuksessa. Airbus toivoo, että menetelmä voitaisiin ottaa käyttöön jo 2020-luvun puolivälissä.<sup>210</sup>

Lentokoneiden painon ja polttoainetehokkuuden hallinta on tärkeässä roolissa lentoyhtiöiden lentotoiminnan hiilidioksidipäästöjen vähentämisessä. Finnair on tehnyt suunnitelman lentokoneiden painon systemaattiseen vähentämiseen ja lentojen polttoainetehokkaampaan operointiin. Tavoitteena on vähentää polttoaineen kulutusta 15 000 tonnilla vuodessa. Osana tätä suunnitelmaa Finnair lopetti verovapaan myynnin

<sup>209</sup> Liikenne- ja viestintäviraston julkaisu State Action Plan of Finland: International Aviation CO2 Emissions – Suomen toimintasuunnitelma kansainvälisen ilmailun CO2-päästöjen vähentämiseksi. Trafín julkaisu 17/2018.

<sup>210</sup> Tekniikka & Talous –lehden artikkeli Airbus kokeilee hanhien konstia – Peräkanaa lentämisen pitäisi säästää rutkasti loppä 19.11.2019.

lennoillaan EU:ssa huhtikuussa 2020. Tämä vähentää jokaiselta EU:n sisäiseltä lennolta keskimäärin 50-100 kiloa painoa, minkä on arvioitu vähentävän polttoaineen kulutusta 70 tonnia ja hiilidioksidipäästöjä 220 tonnia vuodessa. Finnair on myös arvioinut, että jos heidän jokainen matkustaja vähentäisi matkatavaroidensa painoa yhden kilon, voisi säästyneellä polttoaineella lentää 20 edestakaista lentoa Helsingin ja Tokion välillä. Lennonvalmistelussa ja lentoreittien optimoinnissa Finnair painottaa 70 prosenttia polttoaineen kulutusta, 20 prosenttia navigaatiomaksuja ja kymmenen prosenttia lentoon kuluvaa aikaa<sup>211</sup>.

## Haasteet ja mahdollisuudet 2030 ja 2045

Eurooppalaisen ilmatilan kehittäminen lentoliikenteen päästöjä vähentävään suuntaan on erityisesti Pohjois-Euroopassa edistynyt 2010-luvulla myönteisesti NEFAB:n ja vapaan reitityksen ilmatila NEFRA:n käyttöönoton myötä. Vapaa reititys mahdollistaa kustannustehokkaamman ja vähäpäästöisemmän liikennöinnin, tehokkaamman ilmatilan käytön, lentoreittien paremman ennustettavuuden ja vähentää viivästymisiä. Lentoajassa mitattuna vuonna 2019 Euroopan lennoista 32 prosenttia lennettiin vapaan reitityksen alueella (8,5 prosenttia vuonna 2014)<sup>212</sup>. Laajemmin tarkasteltuna eurooppalaisen ilmatilan integrointi ei ole edennyt toivotulla tavalla ja Keski-Euroopan ilmatila on hyvin ruuhkautunut, mikä lisää päästöjä ja kustannuksia. Tämä vaikuttaa myös Suomesta lähteviin lentoihin ja niiden päästöihin. Päästöjen vähentämisen näkökulmasta haasteena on myös vaihtelevan suuruiset navigaatiomaksut, joiden harmonisoinnilla olisi mahdollista lyhentää lentoreittejä.

Vuonna 2019 valmistuneet Ilmatilan arkkitehtuuri –tutkimus ja viisaiden henkilöiden ryhmän raportti sisältävät konkreettisia keinoja, joilla saadaan tehostettua ilmatilan käyttöä ja ilmaliikenteen hallintaa. Viisaiden henkilöiden ryhmän raportissa esitellään tilanteen parantamiseksi kymmenen suositusta, jotka on jaettu neljän teeman alle: 1) verkostokeskeinen lähestymistapa, 2) digitaalinen eurooppalainen ilmatila, 3) lennonjohtajien roolin muuttuminen, ja 4) säädöskehikon yksinkertaistaminen. Suositusten toteuttaminen vähentäisi myös lentoliikenteen päästöjä Euroopassa. Yhtenäinen eurooppalainen ilmatila –lainsäädäntöhankkeen vuonna 2020 odotettavissa olevan uusimman SES 2+ -ehdotuksen käsittelyä ja hyväksymistä olisi tärkeää edistää, jotta Euroopan ilmatilan tehokkuutta voitaisiin nostaa ja samalla vähentää päästöjä. Hanke

<sup>211</sup> Riku Kohvakka (Finnair) fossiilittoman liikenteen tiekartan lentoliikenneryhmän kuulemisessa 29.1.2020.

<sup>212</sup> Eurocontrol ECAC:n EAEG-kokouksessa 31.1.2020.



on kuitenkin kokonaisuudessaan niin laaja, että Euroopan parlamentti on arvioinut, ettei sitä saada päätökseen ennen vuosia 2030-2035<sup>213</sup>.

Toimintatapojen uudistaminen on tärkeää ja keskeisessä roolissa on SESAR-ohjelma, jonka tarkoituksena on modernisoida Euroopan lennonvarmistusjärjestelmä kehittämällä uusia ja parantamalla nykyisiä teknologisia ratkaisuja ja operatiivisia menetelmiä. Tämä on välttämätöntä, jotta lennonvarmistusjärjestelmä pystyy tulevaisuudessa tehokkaasti, turvallisesti ja ilmastoystävällisesti hallitsemaan kasvavan määrän lentoliikennettä. SESAR-ohjelma tukee myös eurooppalaisen lennonvarmistusjärjestelmän harmonisointia. Tällä hetkellä järjestelmä on melko hajanainen ja perustuu erilaisiin kansallisiin teknisiin ja operatiivisiin ratkaisuihin, joiden erilaisuus ja osittainen yhteentoimimattomuus aiheuttavat tehottomuutta. Keskeisiä elementtejä tulevaisuuden järjestelmässä ovat merkittävästi lisääntyvä automaatio ja digitalisointi. Tavoitteena on mahdollistaa lennonvarmistuspalvelujen tuotanto siten, että se ei olisi enää sidottu tiettyyn paikkaan, vaan palvelua voitaisiin antaa Euroopan ilmatilassa dynaamisesti valtion rajoista riippumatta kulloisenkin tarpeen mukaan. Tällaisella järjestelmällä saataisiin myös joustavuutta toimimiseen poikkeusoloissa. Automaatiolla ja digitalisoinnilla uskotaan päästöjen vähentämisen lisäksi saavutettavan myös merkittäviä kustannussäästöjä nykytilanteeseen verrattuna. Automaatio ja digitalisaatio ovat myös keskeisessä roolissa miehittämättömän ilmailun käynnissä olevan U-space palvelu- ja sääntelykokonaisuuden kehittämisessä. U-spacessa on kyse tulevaisuudessa tärkeän miehittämättömän ilmailun liikenteen hallinnasta. Se on konsepti siitä, miten miehittämättömät ilma-alukset voisivat turvallisesti harjoittaa toimintaansa, jakaen esimerkiksi oman sijaintitietonsa ja saaden muun muassa liikenne- ja säätiedot palveluntarjoajan kautta.

Suomessa lennonvarmistuspalvelut ovat kansainvälisesti tarkasteltuna korkealuokkaisia ja yhteistyö lentoyhtiöiden kanssa tiivistä. Toimintaa edelleen kehittämällä, avoimella tiedonvaihdolla ja yhteistyöllä päästöjä voidaan vähentää esimerkiksi energiatehokkaampien lentomenetelmien käytön lisäämisellä. Lentoasemien toimintaedellytysten kannalta ovat melunhallinnan vaatimukset kuitenkin keskeinen tekijä niin sanotun lähestymisalueen (TMA) lentoreittien ja niiden käytön suunnittelussa. Uusia lentomenetelmiä voidaan lentoasemien läheisyydessä toteuttaa vain melunhallinnan reunaehtojen puitteissa, mikä nykyisin otetaan hyvin huomioon eri toimijoiden yhteistyössä. Ilmatilan tehokasta käyttöä edistää myös siviili- ja sotilasilmailun toimijoiden tiivis yhteistyö ja tiedonvaihto, mikä lisää ilmatilan rajoitusten ajallisen ja alueellisen kohdentamisen tehokkuutta. Kansallisilla toimilla on kuitenkin varsin rajallinen vaikutus verrattuna kansainvälisen yhteistyön mahdollisuuksiin. Yhtenäistä eurooppalaista ilmatilaa koskevan päätöksenteon edistämisen ohella keskeistä on edistää ilmatilayhteistyötä

---

<sup>213</sup> Euroopan parlamentin verkkosivut <https://www.europarl.europa.eu/news/fi/headlines/economy/20140129STO34174/mika-on-yhtenainen-eurooppalainen-ilmatila>.

ICAO:n piirissä sekä yksittäisten kolmansien valtioiden, erityisesti Venäjän ja Kiinan kanssa, jotta mahdollistettaisiin lentoyhtiöille joustavammat keinot lentoreittien optimointiin. Tämä voisi myös tukea Helsinki-Vantaan lentoaseman asemaa ilmastoystävällisenä ja täsmällisenä vaihtolentoreittinä Euroopan ja Aasian välillä ja vähentää päästöjä laajemmin tarkasteltuna korvaamalla suurempipäästöisiä reittivaihtoehtoja.

Ilmatilan hallinnan ja muiden operationaalisten parannusten vaikutus kotimaan lentoliikenteen päästöjen vähentämisessä ei todennäköisesti ole merkittävä tulevina vuosikymmeninä, koska toiminta on jo nyt korkealuokkaista eikä Suomen ilmatilan odoteta kärsivän Keski-Euroopan tapaisista ruuhkista. Suomesta lähtevän kansainvälisen liikenteen päästöihin kehittämistoimilla sen sijaan on hieman suurempi vaikutus. Eurocontrol on arvioinut, että vuoteen 2025 mennessä olisi mahdollista saavuttaa 1,7-3,2 prosentin päästövähennys Euroopassa ja tämän jälkeen ilmatilan yhtenäistämisen ja SESAR-kehittämistoimien kautta olisi mahdollista vähentää arvioitua 6-10 prosentin ilmatilan tehokkuusvajetta<sup>214</sup>. Uudella reitityksellä pystyttäisiin Eurocontrolin mukaan säästämään vuosina 2019-2035 noin 30-60 miljoonaa hiilidioksiditonnia Euroopan tasolla, mikä tarkoittaisi noin 20 kilometrin lentomatkan lyhenemistä per lento<sup>215</sup>. Kaukolentojen osalta päästövähennysmahdollisuuksia liittyy erityisesti Aasian reitteihin, jos kansainvälisessä yhteistyössä pystytään lisäämään lentoreittien optimointimahdollisuuksia. Operationaalisten toimien kokonaisvaikutusta Suomen lentoliikenteen päästöihin on vaikea täsmällisesti arvioida, koska vaikuttavimmat toimet edellyttävät laajempaa alueellista ja globaalia yhteisymmärrystä, jonka saavuttamisesta ei ole varmuutta. Nykytasoon verrattuna liikennejärjestelmän toimintaa olisi kuitenkin erityisesti ruuhkaisilla ilmatila-alueilla mahdollista tehostaa noin kymmenen prosenttia vuoteen 2045 mennessä, mutta päästövähennysvaikutus Suomen lentoliikenteen päästöihin ei todennäköisesti ole niin suuri.

### Jatkovalmistelussa huomioitavaa / työryhmän suositukset

- Suomen tulee edistää aktiivisesti SES 2+ kokonaisuuden ja siihen liittyvien lainsäädäntöehdotusten käsittelyä.
- Ilmatilan arkkitehtuuri –selvityksen ja viisaiden henkilöiden raportin suositusten käyttöönottoa tulee kiirehtiä.
- Kansainvälistä ilmatila-asioiden yhteistyötä tulee jatkaa ja kehittää ICAO:ssa sekä erityisesti Helsinki-Vantaan kaukolentoyhteyksien kannalta keskeisten kolmansien maiden kanssa, jotta vapaan reitityksen periaatteiden mukaisesti mahdollistetaan lentoreittien optimointimahdollisuuksien lisääminen ja päästöjen vähentäminen.

<sup>214</sup> Eurocontrol ECAC:n EAEG-kokouksessa 31.1.2020.

<sup>215</sup> Eurocontrol: Think Paper #4 - The aviation network - Decarbonisation issues (2019), <https://www.eurocontrol.int/sites/default/files/2020-01/eurocontrol-think-paper-4-decarbonisation-en.pdf>.

- Eri maiden ilmatilamaksujen erojen vähentämisellä voitaisiin todennäköisesti lyhentää lentoreittejä ja vähentää päästöjä.
- Miehitämättömän ilmailun kehitystä ja turvallista integroitumista lentoliikennejärjestelmään tulee edistää U-space-kokonaisuuden valmistelussa, koska sen ratkaisuilla voidaan tulevaisuudessa vähentää liikennesektorin päästöjä.
- Kehitetään edelleen siviili- ja sotilasilmailun toimijoiden yhteistyötä ja tiedonvaihtoa ilmatilarajoitusten ajallisen ja alueellisen tarpeellisuuden varmistamiseksi.

## 4.4.2 Lentolasemat

### Toiminnot lentolasemilla

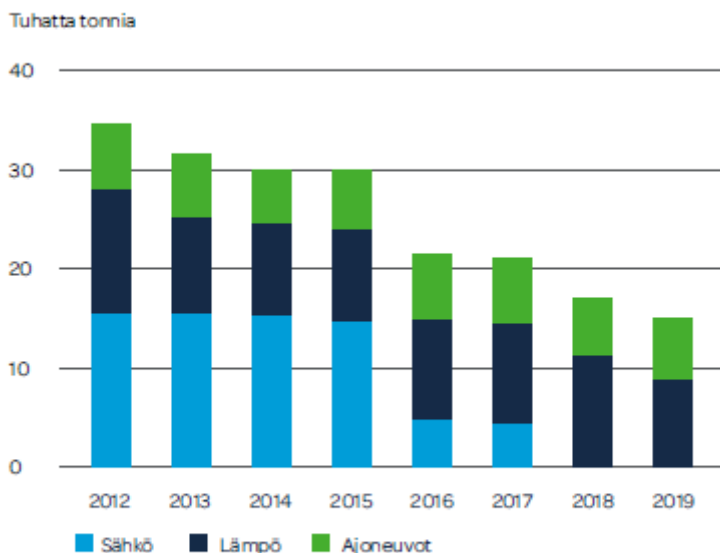
Lentolasemalla tapahtuvat toiminnot voidaan päästöjä ajatellen jakaa lentolaseman kunnossapitoon (terminaalit, lento- ja maaliikennealueet) sekä lentokoneiden huolinta-toimintaan (jäänestokäsittelyt, tankkaukset, catering, matkatavaroiden käsittely, matkustajien kuljetus jne.). Näiden toimintojen aiheuttamat päästöt eivät ole mukana lentoliikenteen päästötilastoissa, mutta lentolasemat ovat luonnollisesti keskeinen osa lentoliikenteen liikennejärjestelmää ja sen vuoksi on perusteltua kuvata niiden piirissä syntyviä päästöjä ja toimia päästöjen vähentämiseksi.

Finavia Oyj ylläpitää 21 lentolasemaa Suomessa ja vastaa niiden kunnossapidosta. Lentokoneiden huolinnasta vastaavat lentoyhtiöitä palvelevat maahuolintayhtiöt.

### Lentolasemien ylläpito

Lentolasemien ylläpidon päästöt syntyvät pääosin terminaalien ja ulkoalueiden valaistuksesta sekä muusta sähkökäytöstä, lämmityksestä, jäähdytyksestä sekä ajoneuvojen ja työkoneiden energiankulutuksesta. Finavia vastaa näiden päästöjen vähentämisestä. Siihen kuuluvia toimia ovat energiatehokkuuden parantaminen, uusiutuvan energian käytön lisääminen ja sen oma tuotanto, sähköön alkuperä sekä jäännöspäästöjen kompensointi markkinoilla. Finavian oman toiminnan hiilidioksidipäästöt vuonna 2019 olivat 14 900 tonnia ennen päästöjen kompensointia. Kompensoinnin toteuttamisen jälkeen toiminta on hiilineutraalia.

## FINAVIAN OMAN TOIMINNAN CO<sub>2</sub>-PÄÄSTÖT



Päästöjen laskennassa käytetyt kertoimet on päivitetty 2019 ja tuulisähkön osuus on huomioitu 2016 lähtien.

**Kuva 9.** Finavian oman toiminnan hiilidioksidipäästöt kaikilla lentoasemilla. Jäännöspäästöt kompensoidaan vapaaehtoisilta hiilimarkkinoilta hankittavilla päästöyksiköillä.

Rakennusten energiatehokkuuden parantaminen on kustannustehokkainta tehdä rakentamisvaiheessa. Helsinki-Vantaan lentoaseman kehitysohjelman uusien terminaalien suunnittelussa ja toteutuksessa on hyödynnetty mm. rakennusten ympäristösertifiointijärjestelmä BREEAM:n vaatimuksia. Ne ohjaavat esimerkiksi lämmöneristysvaatimuksia, käytön energiatehokkuuden suunnittelua ja rakennusten käyttöönottoa. Uudet terminaalit ovat saaneet järjestelmän Excellent-tason BREEAM-sertifikaatin. Vanhojen terminaalirakennusten käytössä energiatehokkuutta on parannettu mm. ilmastoinnin lämmöntalteenottohankkeilla sekä valaistuksen vaihtamisella LED-tekniikkaan. Esimerkiksi vuonna 2018 noin 700 valaisimen vaihtaminen Helsinki-Vantaan terminaalien 2:n valaistuksessa paransi niiden energiatehokkuutta yli 75 prosenttia.

Lämmityksessä 11:llä lentoasemalla hyödynnetään uusiutuvaa energiaa, kuten biomassaa tai -kaasua sekä maalämpöä. Yhtä lukuun ottamatta muut lentoasemat ovat kaukolämmön piirissä. Finavia selvittää maalämmön sekä muiden uusiutuvien energialähteiden käytön laajentamista. Sähköenergia Finavian toimintaan hankitaan pohjoismaisena tuulisähköä (European Energy Certificate System:n alaiset Renewable Energy Sources -alkuperätakuut). Alkuperätakuut koskevat vuosittain noin 81 000 MWh kulutusta ja hiilidioksidipäästöjen 15 000 tonnin vähennystä. Helsinki-Vantaalla

on myös omaa aurinkosähkön tuotantoa, jota on asteittain laajennettu. Viimeisin tuotantoyksikkö on rakennettu uuden pysäköintitalon eteläseinän pinnalle. Rakennus otetaan käyttöön syksyllä 2020. Aiempien Non-Schengen -terminaalien yksiköiden kanssa asennusten kokonaisteho on noin 650 kWp.

Ajoneuvokaluston päästöjen vähentämiseksi käytetään kaikilla lentoasemilla dieselkalustossa uusiutuvaa dieseliä. Tuote vähentää sen elinkaaren aikaisia päästöjä jopa 90 prosenttia. Finavia aloitti sen käytön Helsinki-Vantaan bussikalustossa vuonna 2017 ja laajensi käytön asteittain koko maahan vuoden 2020 alusta lukien. Raskain Finavian työkonekalusto, kuten harjapuhaltimet, käyttää moottoripolttoöljyä, jonka tilalle Finavia pyrkii löytämään korvaavan vähäpäästöisen tuotteen. Lentoasemien kevyt ajoneuvokalusto, kuten henkilö- ja pakettiautot, sähköistyy uudishankintojen kautta asteittain.

Jäännöspäästöt Finavia on kompensoinut NEFCO:n (Nordic Environmental Finance Corporation, Pohjoismaiden valtioiden ympäristörahoitusyhtiö) identifioimien kehityshankkeiden kautta. Hankkeiden on edellytetty olevan verifioitu luotettujen standardin pohjalta (kuten Gold Standard) ja tuottavan kohdemaissaan, kuten Ghanassa, päästöjen vähenemisen lisäksi positiivisia sosioekonomisia ja muita ympäristövaikutuksia.

Helsinki-Vantaan lentoasema sekä Lapin lentoasemaryhmä (kuusi lentoasemaa) ovat noudattaneet päästöjen laskennassa, niiden verifiointissa ja vähentämisessä lentoasemajärjestö ACI:n hiilidioksidipäästöjen vähentämishjelma ACA:n (Airport Carbon Accreditation<sup>216</sup>) vaatimuksia. Nämä lentoasemat ovat saavuttaneet korkeimman tason 3+ sertifikaatin (Neutrality). Taso edellyttää, että jäännöspäästöt ja henkilökunnan työssä matkustaminen on kompensoitu hiilimarkkinoilta hankituilla päästöyksiköillä. Finavia on vastaavalla tavalla kompensoinut muidenkin lentoasemien toiminnan päästöt ja sen toiminta koko lentoasemaverkostossa on hiilineutraalia.

## Maahuolinta

Maahuolinnan päästöt liittyvät erilaisten ajoneuvojen ja koneiden käyttövoimista aiheutuviin päästöihin. Kalusto on hyvin moninaista ja koostuu mm. porrasautoista, ajettavista matkatavarahihnoista, trukeista, wc-tyhjennysautoista, tankkiautoista, maavirtageneraattoreista ja lämmitysilmapuhaltimista. Perinteisesti kaikissa näissä laitteissa on ajamista tai hydraulikkaa varten polttomoottori. Kaluston keski-ikä on korkea.

---

<sup>216</sup> Airport Carbon Accreditation-sivusto, [www.airportco2.org](http://www.airportco2.org).

Uusi hankittava kalusto on nykyisin pääosin sähkövoimaista, mikäli se soveltuu kyseiseen käyttötarkoitukseen. Helsinki-Vantaalla Airpro Oy on testannut lentokoneen kääntöprosessia<sup>217</sup> siten, että käytössä olleet matkustajaportaat, kuormaushihna, työntötraktori ja matkatavaravaunuja kuljettavat trukit toimivat kaikki sähköllä.

Muita maahuolinnan päästölähteitä ovat mm. catering-ajoneuvot, siivouksen ja muun henkilökuljetuksen autot sekä tankkausajoneuvot. Raskain kalusto tulee jatkossakin toimimaan polttomootorilla, kuten tankkausautot. Näiden hiilidioksidipäästöjen vähentämisessä uusiutuvan polttoaineen käyttö on teknisesti helpoin ja nopein keino. Maahuolintayhtiöistä mm. Swissport ja polttoaineyhtiöistä Neste käyttävät kalustossaan uusiutuvaa dieseliä Helsinki-Vantaalla. Osa laitteista ja koneista käyttää myös moottoripolttoöljyä.

Finavia on järjestänyt kaikilla lentoasemilla uusiutuvan dieselin jakelun myös halukaille maahuolintayhtiöille. Helsinki-Vantaalla tankkauspisteitä on laajalla lentoasema-alueella kuitenkin vain yksi. Maahuolintakaluston ja muiden ajoneuvojen sähköistymistä Finavia tukee kehittämällä asteittain Helsinki-Vantaan lentoaseman sähkölaatusinfrastruktuuria. Huolintayhtiöitä, ja latausta vaativia kalustotyypppejä on useita. Lisäksi kaluston huoltotilat ja käyttöalueet sijoittuvat ei puolille lentoasemaa, mikä ei mahdollista yhtä keskitettyä ja helposti toteuttavaa latausinfra-ratkaisua.

### Jatkovalmistelussa huomioitavaa / työryhmän suositukset

- Työkoneiden ja -laitteiden päästöjen vähentämiseksi olisi tärkeää saada markkinoille kokonaan uusiutuva moottoripolttoöljy.
- Maahuolintatoimialalla tulisi ottaa käyttöön päästöjen laskenta ja julkaiseminen osaksi raportointikäytäntöä. Tämä mahdollistaisi päästökemityksen seuraamisen ja erilaisten toimenpiteiden tehokkuuden läpinäkyvän arvioimisen.

## 4.4.3 Matkaketjut ja logistiikka

Liikennemuotojen yhteentoimivuuteen ja sujuviin matkaketjuihin liittyvät kysymykset eivät suoraan vaikuta tässä raportissa tarkasteltavien lentoliikenteen päästöjen määrään, mutta niiden edistämällä voidaan vähentää liikennejärjestelmän kokonaispäästöjä tarjoamalla lentomatikustajille vähäpäästöisempiä kulkuvaihtoehtoja lentomatkan yhteyteen. Erityisesti Helsinki-Vantaan lentoasema on merkittävä liikenteen solmu-kohta, jonka osalta on tärkeää tarkastella keinoja kestävien kulkuyhteyksien ja niiden

---

<sup>217</sup> Airpron uutinen Lentojen maahuolinta hoituu aiempaa vihreämmin, 11.6.2019, <https://airpro.fi/uutiset/lentojen-maahuolinta-hoituu-aiempaa-vihreämmin--airpro-investoi-miljoonia-sahkoiseen-kalustoon/>.

käytettävyyden edistämiseen. Matkaketjuja on tarpeen kehittää myös muille lentoasemille. Muun muassa näitä liikennejärjestelmän energiatehokkuuden kehittämismahdollisuuksia arvioidaan tarkemmin käynnissä olevassa valtakunnallisen liikennejärjestelmäsuunnitelman valmistelussa, jonka tavoitteet liittyvät kestävyys-, saavutettavuus- ja tehokkuuteen. Tässä jaksossa arvioidaan lisäksi lyhyesti logistiikan näkymiä lentoliikenteen ja mahdollisten päästövähennysvaikutusten näkökulmasta. Kaikkien näiden kysymysten kehittämisessä keskeisessä roolissa ovat jatkossa digitalisaatio ja automaatio. Digitalisaation mahdollisia hyötyjä logistiikkasektorilla tarkastellaan myös käynnissä olevassa logistiikan digitalisaatiostrategian valmistelussa.

Lentokuljetuksena kuljetettiin Finavian lentoasemien kautta rahtia ja postia vuonna 2018 yhteensä noin 207 000 tonnia, joista kansainvälisessä liikenteessä noin 205 000 ja kotimaassa 2 500 tonnia. Tavaraliikenteessä postin osuus on tonnimääräisesti 9 000. Kaikesta tavaraliikenteestä Helsinki-Vantaan lentoaseman kautta kulki 174 000 tonnia (v. 2018). Taloudellisesta näkökulmasta tarkasteltuna lentorahdin osuus Suomen ulkomaankaupassa on merkittävä, sillä se muodostaa noin kymmenen prosenttia ulkomaankaupan arvosta. Lentorahti on osa kansallista ja kansainvälistä logistiikkaa, ja se kytkeytyy tiiviisti muihin kuljetusketjuihin.<sup>218</sup> Lentokuljetusten tarkkoja päästöjä on vaikea arvioida, koska vain osa kuljetetaan rahtikuljetuksiin erikoistuneilla koneilla ja merkittävämpi osa matkustajaliikenteen yhteydessä.

## Haasteet ja mahdollisuudet 2030 ja 2045

Matkaketjujen toimivuus, luotettavuus ja helposti saatavilla oleva informaatio muun muassa liikenteen vaihto- ja solmupaikoissa vaikuttavat kulkutapavalintaan. Pitkillä kotimaan matkoilla ja ulkomaan matkoilla keskeisiä solmupaikkoja matkustajan kulkutapavalinnan kannalta ovat lentoasemat. Matkaketjujen vähäpäästöisyyttä voidaan lentomatkojen yhteydessä edistää varmistamalla riittävän palvelutason kestävästi liityntäyhteydet lentoasemille. Suomen lentoasemaverkosto on laaja, ja monien lentoasemien matkustajamäärä on vähäinen, mikä kuitenkin vaikeuttaa tehokkaiden matkaketjujen järjestämistä. Matkaketjujen kehittämisen lisäksi tulee panostaa myös informaation lisäämiseen. Jos koko matkaketjua koskeva informaatio ei ole tavoittanut matkustajaa jo ennen matkalle lähtöä, saattaa kohteeseen matkustaminen näyttää mahdolliselta vain henkilöautolla. Matkustajien näkökulmasta sujuvuussäätelynä voidaan pitää myös matkustajan oikeuksien kehittämistä, sillä multimodaalisen matkaketjun osien viivästyksiin tai peruutuksiin liittyvän kuluttajariskin pienentäminen voisi lisätä matkaketjun houkuttelevuutta. Nykyisin matkustajan oikeuksiin liittyvä EU-lainsääd-

---

<sup>218</sup> Liikenne- ja viestintäviraston selvitys Liikennejärjestelmän nykytila ja toimintaympäristön muutokset. Traficom:n tutkimuksia ja selvityksiä 4/2020.

däntö on liikennemuotokohtaista eikä se riittävästi huomioi multimodaalisia matkaketjuja ja uusia liikkumispalveluita, mikä havaittiin esimerkiksi EU:n komission vuonna 2019 julkaisemassa selvityksessä<sup>219</sup>.

Valtakunnallisesti merkittävänä pidettävät henkilö- ja tavaraliikenteen solmupisteet, kuten Helsinki-Vantaan lentoasema, ovat kohteita, joissa kehittämisintressi palvelutason ja yhteyksien osalta on suurin. Yleisenä periaatteellisena solmukohtien kehittämistavoitteena on liikennemuotojen, palvelujen ja tarjottavan informaation integrointi niin, että solmupiste ei aiheuta merkittävää lisäystä matka- tai kuljetusaikaan. Kaupunki-seuduilla tämä tarkoittaa eri liikennemuotojen (juna-, linja-auto-, lento- ja meriliikenteen sekä muiden liikkumisen palveluiden) yhteensovittamista, vaikka itse solmupisteet sijaitsisivatkin erillään toisistaan. Lentoasemilla informaatiota koskevat palvelutasotavoitteet täytyvät nykyisin parhaiten. Reaaliaikainen tieto lentojen saapumis- ja lähtöajoista sekä mahdollisista häiriöistä on saatavilla kootusti. Tarjolla on sekä mobiilia että kiinteää informaatiota. Liikennejärjestelmän kehittämisen näkökulmasta keskeisenä heikkoutena on tunnistettu puutteelliset joukkoliikenneyhteydet lentoasemille, paikallisliikenteen jatkoyhteydet ja paikallisopastusta koskevan informaation laatu tai puute. Lentäminen on yleensä osa matkaketjua, ja siihen tulisi kiinnittää nykyistä enemmän huomiota.<sup>220</sup>

Lentoliikenteellä on suuri merkitys Suomen ja eri alueiden elinkeinoelämälle sekä saavutettavuudelle. Keväällä 2019 toteutetun laajan kyselyn<sup>221</sup> mukaan suurin osa elinkeinoelämän toimijoista on tyytyväisiä kuljetustensa toimivuuteen ja turvallisuuteen kokonaisuutena. Tyytyväisimpiä ollaan kauppamerenkulun väyliin ja lentokuljetuksiin. Lentokuljetuksia käytetään tavarankuljetuksissa, kun kuljetettavan tavaran arvo ja sen kysyntä ovat suuria eikä tavaran koko tai massa estä lentokuljetusta. Lentokuljetuksia kuvaa nopeatempoisuus ja syklistyys eli rahtien määrät voivat vaihdella lyhyessä ajassa suuresti. Suomessa on kattava lentoasemaverkosto, mutta sen heikkous tavaralogistiikassa on harvaliikenteiset lentopaikat. Ainoa merkittävä lentoliikenteen rahtikeskus on Helsingissä. Tavaraliikenteen solmukohtien kehittämisen tavoitteena on valtakunnallisen ja seudullisen tavaraliikenteen solmujen sisään tuloreittien ja valtakunnallisesti merkittäviin tavaraliikenteen solmupisteisiin johtavien reittien toimivuuden varmistaminen.

---

<sup>219</sup> Euroopan komissio: Exploratory study on passenger rights in the multimodal context (2019), <https://op.europa.eu/fi/publication-detail/-/publication/f176da6f-d9ca-11e9-9c4e-01aa75ed71a1/language-fi>.

<sup>220</sup> Liikenne- ja viestintäviraston selvitys Liikennejärjestelmän nykytila ja toimintaympäristön muutokset. Traficom tutkimuksia ja selvityksiä 4/2020.

<sup>221</sup> Väyläviraston julkaisu Elinkeinoelämän asiakastutkimus, Väylävirasto 18/2019.



Jakelukuljetuksiin liittyviä liikennevirtoja voidaan tehostaa kehittämällä yritysten välistä yhteistyötä, kuten toimitusten yhteisvarastointia ja -kuljetuksia, sekä kehittämällä menetelmiä kuljetusten ja reititysten optimaalisempaan suunnitteluun. Lentokuljetuksissa on pyritty hyödyntämään digitalisaatiota muun muassa siirtymällä sähköisiin rahtikirjoihin, paperittomaan toimintaan ja hyödyntämällä RFID-tekniologiaa. Päästöttömät droonit tuovat jatkossa uuden ulottuvuuden tavaralogistiikkaan, varsinkin jakelulogistiikkaan. Miehitämättömän ilmailun sääntelyllinen kehitys on kansallisesti hyvällä tasolla ja luonteeltaan mahdollistavaa. Kansainvälinen sääntely ICAO:n standardien ja eurooppalaisen sääntelyn osalta on kuitenkin vielä kehittymässä, samoin kuin laitteiden tekninen standardointi.

Droonien varsinaisen kehityspotentiaalın hyödyntäminen edellyttää suoran näköyhteyden ja suoran ohjauksyhteyden (radiohorisontin) ulkopuolelle menemistä, jotta automaation hyödyt saadaan hyödynnettyä täysimääräisesti. Tämä edellyttää korkean ase-teen automaation tai autonomisuuden lisäksi yhä suurempaa luotettavuutta järjestelmiltä sekä miehitetyn ja miehitämättömän ilmailun yhdenmukaista tilannekuvaa ja ilmatilan dynaamista hallintaa. Infranäkökulmasta radiohorisontin ulkopuolella tapahtuva ohjaaminen ja reaaliaikainen seuranta voidaan nykyisin toteuttaa ainoastaan matkaviestinverkossa tai satelliittien välityksellä. Tällä hetkellä matkaviestinverkkojen päätelaitteiden käyttö ilmassa on kiellettyä muutamia poikkeuksia lukuun ottamatta muuten kuin erikseen myönnettävillä radioluville. Kaupunkialueilla toimiminen edellyttää myös äärimmäisen tarkkaa dataa rakennuksista, lentoesteistä, kriittisestä infrasta ja alueista, joiden yli lentämistä tulee välttää. Tekniikan, erityisesti akkuteknologian, tulee myös kehittyä huomattavasti, jotta laajamittainen hyödyntäminen ja esimerkiksi tavaroiden jakelu Helsinki-Vantaan lentoasemalta eteenpäin voitaisiin suorittaa drooneja hyödyntäen.<sup>222</sup> Toiminta kuitenkin kehittyy asteittain vuoteen 2030 mennessä ja sen voidaan arvioida olevan laajamittaista vuoteen 2045 mennessä, mikä tehostaa logistista järjestelmää, alentaa sen kustannuksia ja vähentää päästöjä erityisesti tieliikenteessä.

### Jatkovalmistelussa huomioitavaa / työryhmän suositukset

- Helsinki-Vantaan lentoaseman keskeinen asema henkilöliikenteen ja logistiikan solmukohtana huomioidaan valtakunnallisen liikennejärjestelmäsuunnitelman valmistelussa ja luodaan edellytykset lentoaseman toimivuuden sekä kestäväen saavutettavuuden kehittämiseksi ja kansainvälisen liikenteen sujuvuuden turvaamiselle.
- Liikenteen keskeisille solmukohtille, kuten Helsinki-Vantaan lentoasemalle, määritellään matkustajapalveluiden ja -informaation palvelutasotavoite ja kestävien matkaketjujen toimivuutta kehitetään yhteistyössä keskeisten toimijoiden kanssa digitalisaation mahdollisuudet täysimääräisesti hyödyntäen.

<sup>222</sup> Liikenne- ja viestintäviraston selvitys Liikennejärjestelmän nykytila ja toimintaympäristön muutokset. Traficomın tutkimuksia ja selvityksiä 4/2020.

- Aktiivisella tietorajapintojen avaamisella ja tiedon hyödyntämisen yhteistyöllä tulee edistää kestävien matkaketjujen syntymistä kaikkien Suomen lentoasemien yhteyteen.
- Matkustajainformaation saatavuutta ja helppokäyttöisyyttä tulee kehittää lentoasemien yhteydessä kaikki liikennemuodot ja päästöjen vähentämismahdollisuudet huomioiden.
- Lippu- ja maksujärjestelmien yhteentoimivuutta ja käytettävyyttä kehittämällä tulee edistää kestävien liikkumismuotojen ja matkaketjujen käyttöä.
- Otetaan käyttöön logistiikan digitalisaatiostrategian valmistelun yhteydessä laadittavan päästöjen vähentämismahdollisuuksia koskevan selvityksen suositukset yhteistyössä alan toimijoiden kanssa.
- Matkustajan oikeuksia koskevan EU-lainsäädännön kehittämismahdollisuuksia tulee arvioida myös kestävien multimodaalisten matkaketjujen edistämisen näkökulmasta.
- Miehitettömän ilmailun kehittymistä osaksi tehokasta, kestävää ja turvallista logistista järjestelmää tulee tukea.

## 4.5 Hinnoittelu

Hinnoittelun eri keinot ovat perinteisesti olleet liikennesektorilla merkittäviä fiskaalisesta näkökulmasta, mutta nykyisin yhä tärkeämmäksi on noussut hinnoittelun ohjausvaikutus liikenteen päästöjen vähentämisessä esimerkiksi kestävämmän kulutuskäyttäytymiseen edistämisen kautta. Lentoliikenteen osalta kiinnostusta hinnoittelun keinoja kohtaan on lisännyt myös se, ettei päästöjen kasvua ole pystytty ehkäisemään teknologisin keinoin. Lisäksi keskustelua on herättänyt lentoliikenteen muita liikennemuotoja kevyemmäksi koettu verokohtelu. On kuitenkin tärkeää huomioida, että liikennemuotojen suora vertailu on vaikeaa ja oikean kokonaiskuvan saamiseksi tulee pelkkien verojen sijasta lentoliikenteen toimijoihin kohdistuvia kustannusrasituksia arvioida laajemmin. Esimerkiksi liikennejärjestelmän ja siihen liittyvän infrastruktuurin kustannuksista lentoliikenteen toimijat kustantavat huomattavasti suuremman osuuden (82 prosenttia Eurocontrolin arvion mukaan) kuin muissa liikennemuodoissa<sup>223</sup>.

Korostetun kansainvälisenä liikennemuotona lentoliikenne on myös ollut edelläkävijä kansainvälisten hinnoittelu- ja markkinamekanismien käyttöönotossa. Lentoliikenne on ensimmäisenä liikennemuotona liittynyt EU:n päästökauppaan vuonna 2012. ICAO:n vuoden 2016 yleiskokouksessa tehdyllä historiallisella päätöksellä kansainvä-

---

<sup>223</sup> Eurocontrol: Think Paper #4 - The aviation network - Decarbonisation issues (2019), <https://www.eurocontrol.int/sites/default/files/2020-01/eurocontrol-think-paper-4-decarbonisation-en.pdf>.

lisestä lentoliikenteestä tuli myös ensimmäinen teollisuudenala, joka on päättänyt ottaa käyttöön globaalin päästöjä koskevan markkinamekanismin. Kansainvälisen lentoliikenteen päästöjen hyvitysjärjestelmän (Carbon Off-setting and Reduction Scheme for International Aviation, CORSIA) hyvitysvelvoitteet käynnistyvät vuoden 2021 alusta. Näiden lisäksi on kansallisesti ja EU:n piirissä käyty ajoittain keskustelua erilaisten lentoverojen tai polttoaineverojen käyttöönotosta. Eräissä Euroopan valtioissa onkin käytössä erilaisilla perusteilla asetettuja kansallisia lentoveroja ja Suomessa eduskunnalle luovutettiin helmikuussa 2020 kansalaisaloite lentoveron käyttöönotosta. Verojen ja edellä mainittujen kansainvälisten markkinamekanismien lisäksi tässä jaksossa arvioidaan lentoasemamaksujen mahdollista roolia lentoliikenteen päästöjen vähentämisessä.

#### 4.5.1 Lentoliikenteen päästökauppa

Päästökauppa on keskeinen EU:n ilmastopolitiikan ohjauskeino ja siitä säädetään päästökauppadirektiivissä (2003/87/EY). Lentoliikenne kuuluu EU:n päästökauppaan toisin kuin muut liikennemuodot tällä hetkellä. Päästökaupan tavoitteena on vähentää hiilidioksidipäästöjä kustannustehokkaalla tavalla. Se antaa lentoyhtiöille mahdollisuuden käydä kauppaa päästöoikeuksilla ja päättää miten ne päästöjä vähentävät. Liikenne- ja viestintävirasto Traficom vastaa lentoliikenteen päästökaupan toimeenpanosta Suomessa. Traficom hallinnoi päästökaupassa Finnairia sekä muutamaa pientä kolmansien maiden ilma-alusten käyttäjää.

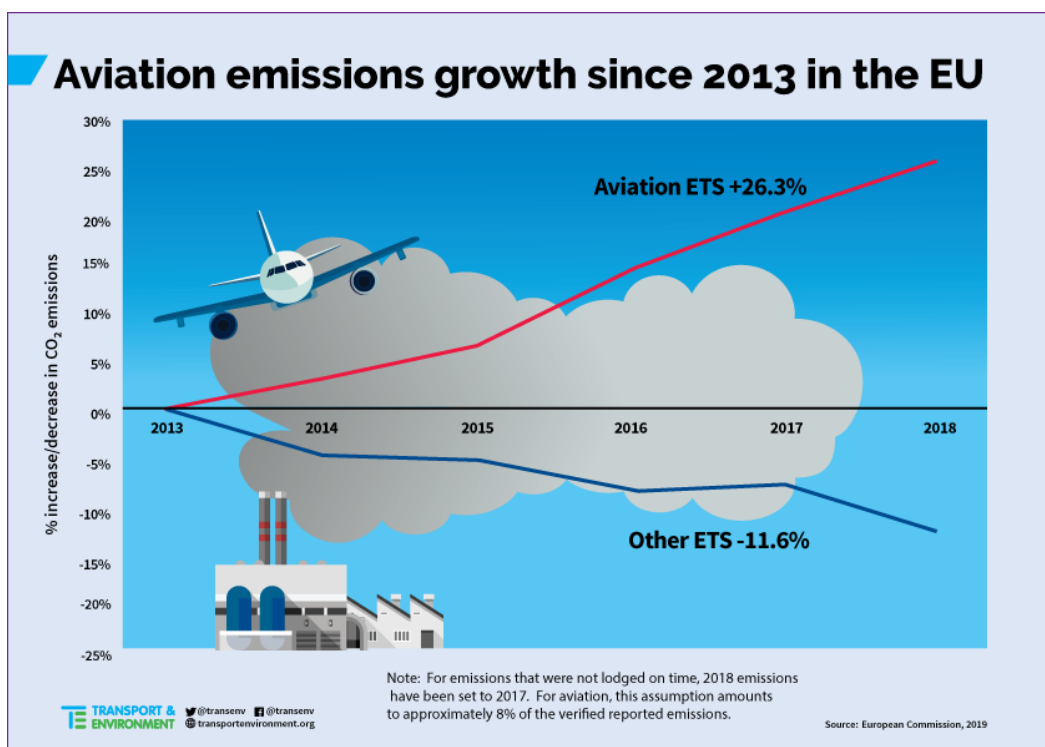
Lentoliikenteen päästökauppa alkoi 1.1.2012. Se koskee kaikkia Euroopan talousalueen (ETA) lentoasemilta lähteviä ja niille saapuvia lentoja, jollei niitä ole erityisin perustein rajattu päästökaupan soveltamisalan ulkopuolelle. Vuosina 2013-2023 päästökauppa koskee kuitenkin pelkästään Euroopan talousalueella sijaitsevien lentoasemien välisiä lentoja (niin sanottu Stop the Clock –rajaus).



Kuva 10. EU:n lentoliikenteen päästökauppa yhteenvedettynä. Lähde: Liikenne- ja viestintävirasto Traficom

Vuonna 2012 alkaneella ensimmäisellä päästökauppakaudella lentoliikenteen päästö-oikeuksien kokonaismäärä oli 97 prosenttia vuosien 2004–2006 päästöjen keskiarvosta. Oikeuksien kokonaismäärää kiristettiin vuonna 2013 alkaneelle toiselle päästökauppakaudelle niin, että se on 95 prosenttia vuosien 2004–2006 päästöjen keskiarvosta kutakin päästökauppavuotta kohden. Kolmannen päästökauppakauden alkaessa vuonna 2021 käyttöön otettava maksutta jaettavien päästöoikeuksien lineaarinen vähennyskerroin (2,2 %) tulee vähentämään edelleen maksutta jaettavien päästö-oikeuksien määrää. Päästökaupassa yksi päästöoikeus vastaa yhtä hiilidioksiditonnia.

On haastavaa suoraan osoittaa, kuinka paljon päästökauppa on vähentänyt lentoliikenteen päästöjä. Absoluuttisesti päästöt ovat lisääntyneet lentoliikenteen päästökaupan piirissä, kun taas muilla päästökaupan sektoreilla (energiantuotanto ja muut teollisuuden kiinteät laitokset) päästöt ovat vähentyneet.



Kuva 11. Lentoliikenteen päästökaupan piirissä olevien hiilidioksidipäästöjen kasvu EU:ssa 2013-2018 verrattuna muuhun päästökauppasektoriin. Lähde: Euroopan komissio

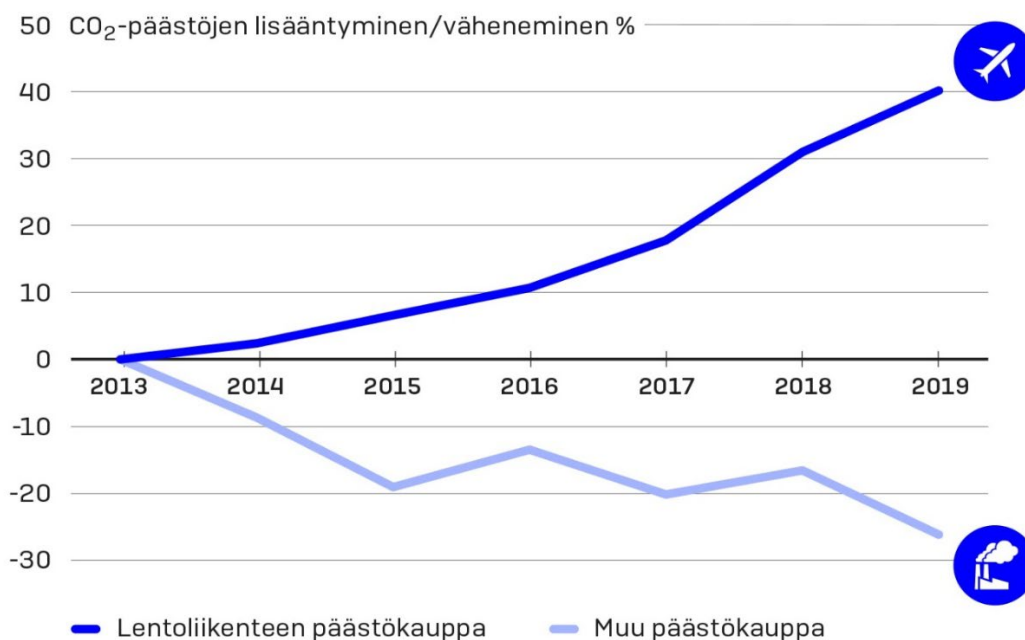
Päästöjen nousu ei ole kuitenkaan ollut yhtä rajua kuin lentoliikenteen matkustajamäärän kasvu. Euroopan komission arvion mukaan lentoliikenteen päästökauppa on vähentänyt ilmailusektorin hiilijalanjälkeä EEA-alueella noin 17 miljoonalla hiilidioksiditonilla vuosittain<sup>224</sup>. Eurocontrol:n arvion mukaan nettovähennys CO<sub>2</sub>-päästöissä päästökaupunkaudella 2013-2020 tulisi olemaan noin 193 miljoonaa tonnia<sup>225</sup>.

Suomessa on havaittavissa sama kehityssuunta lentoliikenteen ja muiden päästökauppasektoreiden päästökehityksessä, mutta vielä voimakkaampana<sup>226</sup>.

<sup>224</sup> Euroopan komissio: Reducing emissions from aviation, [https://ec.europa.eu/clima/policies/transport/aviation\\_en](https://ec.europa.eu/clima/policies/transport/aviation_en).

<sup>225</sup> Eurocontrol: Think Paper #4 - The aviation network - Decarbonisation issues (2019), <https://www.eurocontrol.int/sites/default/files/2020-01/eurocontrol-think-paper-4-decarbonisation-en.pdf>.

<sup>226</sup> Laitospuolen kokonaispäästöt olivat kuitenkin vuonna 2019 huomattavasti lentoliikennesektoria suuremmat (laitokset 23,25 Mt CO<sub>2</sub> ja lentoliikenne 1,25 Mt CO<sub>2</sub>).



Kuva 12. Lentoliikenteen päästökaupan piirissä olevien Suomen lentoliikenteen hiilidioksidipäästöjen kasvu 2013-2019 verrattuna Suomen muuhun päästökauppasektoriin. Lähde: Traficom

Kolmannen päästökauppakauden alkaessa vuonna 2021 lineaarisen vähennyskertoimen käyttöönotolla pyritään siihen, että myös ilmailusektori tuottaa enemmän päästövähennyksiä ja päästökauppasektori saavuttaa sille sovitun päästövähennystavoitteen, joka on 43 prosenttia vuoteen 2030 mennessä verrattuna vuoden 2005 tasoon.

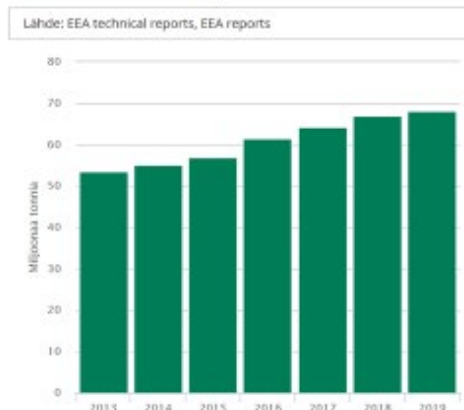
Lentoliikenteen päästökaupan rajaaminen ETA-alueen sisäiseksi on vähentänyt päästökaupan vaikuttavuutta CO<sub>2</sub>-päästöjen vähentämisessä verrattuna alkuperäiseen soveltamisalaan. Soveltamisalan rajaaminen on kuitenkin ollut EU:n jäsenvaltioille tärkeää, koska vuonna 2012 saatujen kokemusten mukaan kolmannet valtiot suhtautuvat ETA-alueen ulkopuoliseen soveltamisalaan hyvin kielteisesti ja riskinä on huomattavien vastatoimien kohdistaminen unioniin, sen jäsenvaltioihin sekä niiden operaattoreihin. Helsinki-Vantaan lentoaseman ja Finnairin toimintaa ajatellen erityisenä riskinä olisi Venäjän ylilentolupien poistaminen tai vähentäminen, mikä vaikuttaisi Aasian yhteyksiin ja niiden kannattavuuteen kielteisesti. Rajauksella haluttiin myös antaa työrauha CORSIA:n kehittämiseksi ja käyttöönotolle.

Lentoliikenteen päästökaupan soveltamisalueella eli Euroopan talousalueen sisäisillä lennoilla ilma-alusten käyttäjien todennetut vuotuiset päästöt olivat 68,1 miljoonaa CO<sub>2</sub>t vuonna 2019. Päästöt olivat noin 1,8 prosenttia korkeammat kuin vuonna 2018

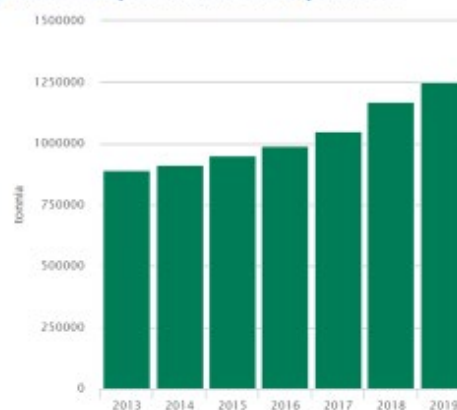
(66,9 miljoonaa CO<sub>2</sub>t). Nämä päästöt hyvitetiin päästökaupassa 53-prosenttisesti ostamalla päästöoikeuksia joko huutokaupoista tai muilta päästökaupan sektoreilta (näin vähentäen päästöjä niillä, lähinnä energiasektorilla). Ilma-alusten käyttäjät saivat yhteensä 30,5 miljoonaa päästöoikeutta maksutta ja näillä hyvitetiin 45,5 prosenttia päästöistä. Loput 1,5 prosenttia päästöistä hyvitetiin kansainvälisillä hankeyksiköillä.<sup>227</sup> Hankeyksiköitä ei saa enää käyttää vuonna 2021 alkavalla lentoliikenteen kolmannella päästökaupakaudella.

## Lentoliikenteen päästökaupan alaiset hiilidioksidipäästöt ETA-alueella ja Suomessa

EU:n lentoliikenteen päästökaupan alaiset hiilidioksidipäästöt



Suomelle raportoidut lentoliikenteen päästökaupan hiilidioksidipäästöt



TRAFICOM

15.9.2020

7

Kuva 13. Lentoliikenteen päästökaupan piirissä olevien hiilidioksidipäästöjen kehitys ETA-alueella ja Suomessa 2013-2019. Lähde: Liikenne- ja viestintävirasto Traficom

Suomessa lentoliikenteen päästökaupasta raportoitujen hiilidioksidipäästöjen kehitys on ollut samansuuntaista. Vuonna 2019 CO<sub>2</sub>-päästöjä raportoitiin noin 1,25 miljoonaa tonnia. Kasvu vuoteen 2018 verrattuna oli noin 7 prosenttia, jolloin päästöt olivat noin 1,17 miljoonaa CO<sub>2</sub>t.

Lentoliikenteen päästöoikeuksien kokonaismäärästä 82 prosenttia jaetaan ilma-alusten käyttäjille maksutta EU-tasolla tehtävän vertailun avulla, joka perustuu ilma-alusten käyttäjien raportoimiin todennettuihin tonnikilometritietoihin. Vuosien 2013-2023 maksuttomat päästöoikeudet on jaettu vuoden 2010 tonnikilometrien perusteella ja ne

<sup>227</sup> Euroopan komission tiedote 4.6.2019, [https://ec.europa.eu/clima/news/emissions-trading-emissions-have-decreased-39-2018\\_en](https://ec.europa.eu/clima/news/emissions-trading-emissions-have-decreased-39-2018_en).

kirjataan vuosittain ilma-alusten käyttäjän päästöoikeustilille Traficomin päätöksen<sup>228</sup> mukaisesti. Päästöoikeuksista 3 prosenttia jaetaan maksutta erityisvarannosta uusille ilma-alusten käyttäjille ja sellaisille ilma-alusten käyttäjille, joiden liikenne on kasvanut voimakkaasti. Loput 15 prosenttia lentoliikenteen päästöoikeuksista huutokaupataan.

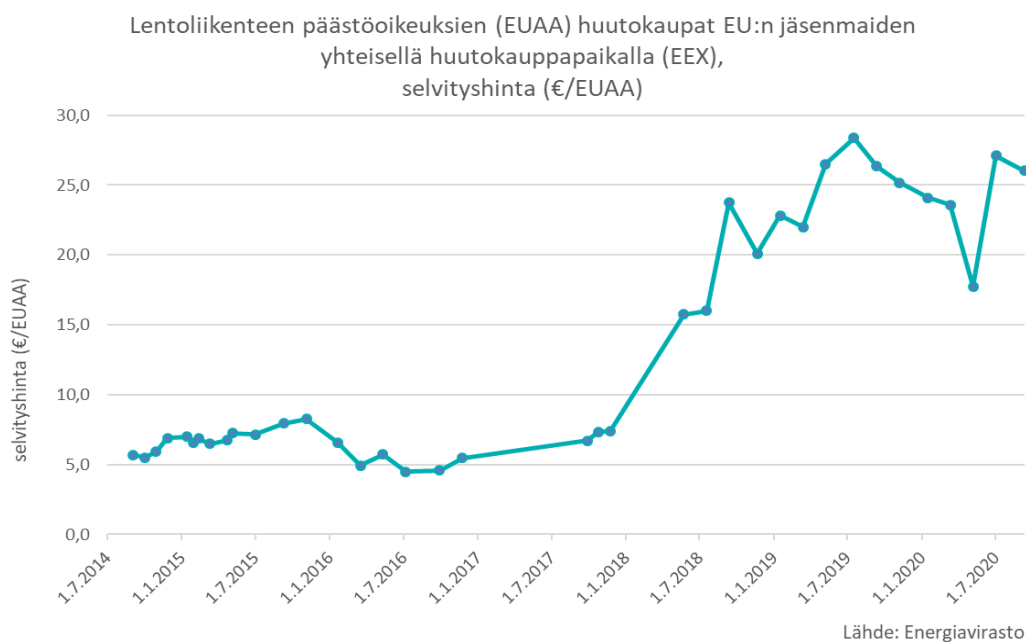
Ilma-alusten käyttäjä, jonka päästöt ovat suuremmat kuin sille myönnettyjen maksuttomien päästöoikeuksien määrä, voi ostaa päästöoikeuksia huutokaupoista, muilta ilma-alusten käyttäjiltä sekä päästökaupan piiriin kuuluvilta kiinteiltä laitoksilta. Päästöoikeuksia ostamalla ilma-alusten käyttäjä varmistaa, että se pystyy palauttamaan päästöjään vastaavan määrän päästöoikeuksia. Mikäli ilma-alusten käyttäjän päästöt ovat pienemmät kuin sille myönnettyt päästöoikeudet, se voi myydä ylimääräiset päästöoikeutensa eteenpäin. Vuoden 2021 alusta lukien myös kiinteillä laitoksilla on mahdollisuus ostaa lentoliikenteen päästöoikeuksia.

Päästökaupan vaikuttavuus kärsi alkuvuosina päästöoikeuksien alhaisesta hinnasta (EUAA-päästöoikeuden hinta vaihteli vuosina 2014-2017 4,57€-8,25€ välillä). Vuodesta 2018 alkaen päästöoikeuksien hinnat ovat olleet nousussa ja vuoden 2020 alussa päästöoikeuden hinta oli noin 24 euroa. Koronavirusepidemiasta johtuvan päästöoikeuksien kysynnän heikentyminen laski kevään 2020 aikana hinnan 18 euron tasolle, mutta hinta palasi alkuvuoden tasolle jo alkusyksystä 2020. Hintavaihtelut voivat koronavirusepidemian markkinavaikutusten vuoksi lyhyellä aikavälillä jatkua, mutta pidemmällä aikavälillä on todennäköistä, että lentoliikenteen lisääntyminen ja mahdolliset päästökauppajärjestelmän tiukennukset ylläpitävät päästöoikeuksien korkeampaa hintatasoa.

---

<sup>228</sup> Liikenne- ja viestintävirasto Traficomin päätös 2.5.2018, [https://arkisto.trafi.fi/file-bank/a/1525331183/3ac96220500f421446a229193fe93b75/30390-Finland\\_Decision\\_\\_EU\\_ETS\\_Allocation\\_2018\\_Aviation.pdf](https://arkisto.trafi.fi/file-bank/a/1525331183/3ac96220500f421446a229193fe93b75/30390-Finland_Decision__EU_ETS_Allocation_2018_Aviation.pdf).





**Kuva 14. Lentoliikenteen päästökaupan päästöoikeuksien hinnan vaihtelu 2014-2020. Lähde: Energiavirasto**

Ilma-alusten käyttäjän on tarkkailtava päästöjään ja palautettava edellisen kalenterivuoden päästöjään vastaava määrä päästöoikeuksia vuosittain huhtikuun loppuun mennessä. Suomen lentoliikenteen huutokaupoista saadut tulot ovat vaihdelleet vuosittain reilusta 0,5 miljoonasta eurosta reiluun 2,5 miljoonaan euroon. Vuonna 2019 Suomen lentoliikenteen päästöoikeuksien huutokaupasta saadut tulot olivat noin 2,6 miljoonaa euroa.

Vuonna 2021 käyttöön otettava maksutta jaettavien päästöoikeuksien lineaarinen vähennyskerroin tulee lisäämään lentoyhtiöiden kustannuksia päästökaupassa. Kustannusten kasvu riippuu yhtiön päästöjen kehityksestä ja päästöoikeuden markkinahinnan muutoksista. Vähennyskertoimen käyttöönoton myötä maksutta jaettavien lentoliikenteen päästöoikeuksien määrä vähenee kiinteällä vuoden 2020 maksutta jaettavien päästöoikeuksien määrästä lasketulla 2,2 prosentin määrällä vuosittain vuodesta 2021 lähtien. Tämä tarkoittaa sitä, että prosentuaalinen päästöoikeuksien vähenemä lisääntyy vuosittain maksutta jaettujen päästöoikeuksien määrän vähetessä. Vuosina 2021-2023 maksutta jaettavien päästöoikeuksien määrään vaikuttaa vähentävästi myös se, että nykyisen päästökaupakauden päättymisajankohdan siirtymisen vuoksi päästöoikeuksien määrät lasketaan edelleen vuoden 2010 eikä vuoden 2018 tonnikilometrien perusteella. Esimerkkinä Traficom myöntää vuonna 2020 Finnairille 493 033 maksutonta päästöoikeutta. Lineaarisen vähennyskertoimen käyttöönotto vähentää määrää seuraavasti: vuonna 2021 myönnetään 482 186, vuonna 2022 myönnetään

471 340 ja vuonna 2023 myönnetään 460 493 päästöoikeutta. Vuoden 2020 alusta lukien EU:n ja Sveitsin päästökauppajärjestelmät ovat yhdistyneet, mistä johtuen Finnair tulee saamaan vuosittain arvion mukaan 11 401 päästöoikeutta lisää vuonna 2020. Näihin oikeuksiin tullaan soveltamaan samaa 2,2 prosentin lineaarista vähennyskerrointa vuodesta 2021 alkaen. Tämän lisäksi Traficom myöntää ulkomaalaisille lentoyhtiöille muutamia päästöoikeuksia vuosittain.

Hallitusohjelman mukaan Suomi tukee *päästökaupan* laajentamista kaikkiin *lentoliikenteen* ilmastoon vaikuttaviin päästöihin. Tällä tarkoitetaan esimerkiksi typen ja rikin oksideja, palamattomia hiilivetyjä, pienhiukkasia ja vesihöyryä, joiden yhteisvaikutuksen on arvioitu lisäävän ilmakehän lämpenemistä.

## Haasteet ja mahdollisuudet 2030 ja 2045

Päästökauppaa on yleisesti ottaen pidetty kustannustehokkaana keinona vähentää sen piirissä olevien toimintojen päästöjä, koska se esimerkiksi lentolippuveroa paremmin kannustaa päästöjen vähentämiseen ja energiatehokkuuden parantamiseen. Toisaalta järjestelmä mahdollistaa päästöoikeuksien lisäostot, jos päästöjen vähentäminen esimerkiksi uuden teknologian keinoin olisi hyvin kallista tai mahdotonta. Näyttääkin todennäköiseltä, että liikennemuodoista lentoliikenteen lisäksi ainakin merenkulku liittyy jossain vaiheessa järjestelmän piiriin.

Energiantuotannon ja muiden niin sanottujen kiinteiden teollisuuslaitosten päästökaupan piirissä olevat päästöt ovat olleet viime vuosina selvässä laskussa. Lentoliikenteenkin osalta komissio on arvioinut päästökaupan vähentäneen merkittävästi päästöjä, mutta se ei ole riittänyt kumoamaan liikennesuoritteen kasvusta johtunutta päästöjen kasvua. Olikin odotettavissa, että komissio ehdottaa vuonna 2019 julkaistussa Euroopan vihreän kehityksen ohjelmassa tiukennuksia lentoliikenteen päästökauppaan. Ohjelman mukaisesti EU tavoittelee hiilineutraalisuutta vuoteen 2050 mennessä muun muassa vähentämällä lentoliikenteen päästöoikeuksien ilmaisjakoa ja laajentamalla päästökauppa meriliikenteeseen. Suomi, samoin kuin moni muu jäsenvaltio, on alustavasti suhtautunut myönteisesti lentoliikenteen päästökaupan ilmaisjaon vähentämiseen ja asteittaiseen poistamiseen. Komission odotetaan antavan lainsäädäntöehdotukset viimeistään vuonna 2021.

Ilmaisjaon vähentäminen ja mahdollinen poistaminen parantaisi päästökaupan vaikutavuutta sekä loisi lentoyhtiöille suuremman kannustimen päästöjen vähentämiseen ja energiatehokkuuden parantamiseen. Tämä myös lisäisi lentoyhtiöiden kustannuksia. Jos tilannetta arvioidaan päästöoikeuden koronavirusepidemiaa edeltäneellä 24 euron hinnalla, tarkoittaisi ilmaisjaon poistaminen Finnairin tapauksessa (yhtiö saa noin 500

000 päästöoikeutta maksutta vuosittain) noin 12 miljoonan euron lisäkustannusta. Nykyiseen verrattuna lentoyhtiöiden päästökauppakustannukset suunnilleen kaksinkertaistuisivat. Joka tapauksessa vuodesta 2021 alkaen ilmaisjakoon sovelletaan lineaarista 2,2 prosentin vähennyskerrointa vuosittain, mikä lisää lentoyhtiöiden kustannuksia hieman vuosittain ja ehkäisee päästöoikeuden hinnan laskua. Finnair on arvioinut, että vähennyskerroimen käyttöönotto sekä kansainvälisten hankeoikeuksien käytön kieltäminen lisäävät Finnairin kustannuksia vuosittain vajaalla 300 000 eurolla<sup>229</sup>.

Päästökauppa tulee hyvin todennäköisesti säilymään keskeisenä EU:n lentoliikenteeseen kohdistuvana ilmastotoimena, kunnes teknologian kehityksen ja vaihtoehtojen käyttövoimien käyttöönoton kautta lentoliikenne on mahdollisesti tulevaisuudessa saavuttanut päästöttömyyden. On hyvin todennäköistä, että päästöoikeuksien ilmaisjaoista luovutaan kokonaan vuoteen 2030 mennessä. Samoin on todennäköistä, että lentoliikenteen palauduttua kasvu-uralle koronavirusepidemian jälkeen päästöoikeuksien hinta tulee nousemaan tai vähintäänkin säilyy epidemiaa edeltäneellä tasolla. On myös mahdollista, että järjestelmän tehokkuuden varmistamiseksi harkittavaksi tulee päästöoikeuden minimihinnan asettaminen EU:n lainsäädännössä. Mahdollisina päästökaupan laajennuksina harkittavaksi todennäköisesti tulevat niin maantieteellisen soveltamisalan kuin myös päästötyyppien laajennus. Jälkimmäisten osalta haasteena on toistaiseksi ollut puutteellinen tieteellinen ymmärrys muiden kuin hiilidioksidipäästöjen vaikutuksesta ilmaston lämpenemiseen sekä luotettavien mittaustapojen kehittäminen. Komissiolta odotetaan vuoden 2020 kuluessa selvitystä mahdollisuuksista laajentaa lentoliikenteen päästökauppaa muihin kuin hiilidioksidipäästöihin. Maantieteellisen laajentamisen osalta haasteena on erityisesti kolmansien maiden suhtautuminen ja päästökaupan yhteensovitus globaalin CORSIA:n kanssa.

Päästökaupan aikaan saamia mahdollisia kansallisia päästövähennyksiä lentoliikenteessä on vaikea yksiselitteisesti arvioida, koska osa vähennyksistä tapahtuu muilla sektoreilla ja sektorin sisäisten päästövähennysten osalta on vaikea yksilöidä päästökaupan vaikutusta tehtyihin toimiin. Päästökauppa kuitenkin kiistatta tukee lentoliikennesektorin päästövähennyksiä ja myönteinen vaikutus tulee selvästi lisääntymään päästökaupan ehtojen kiristyessä, mikä tukee siirtymää uuteen vähäpäästöiseen teknologiaan ja vaihtoehtoihin käyttövoimiin.

---

<sup>229</sup> Eduskunnan liikenne- ja viestintävaliokunnalle osoitettu lausunto 15.1.2019.

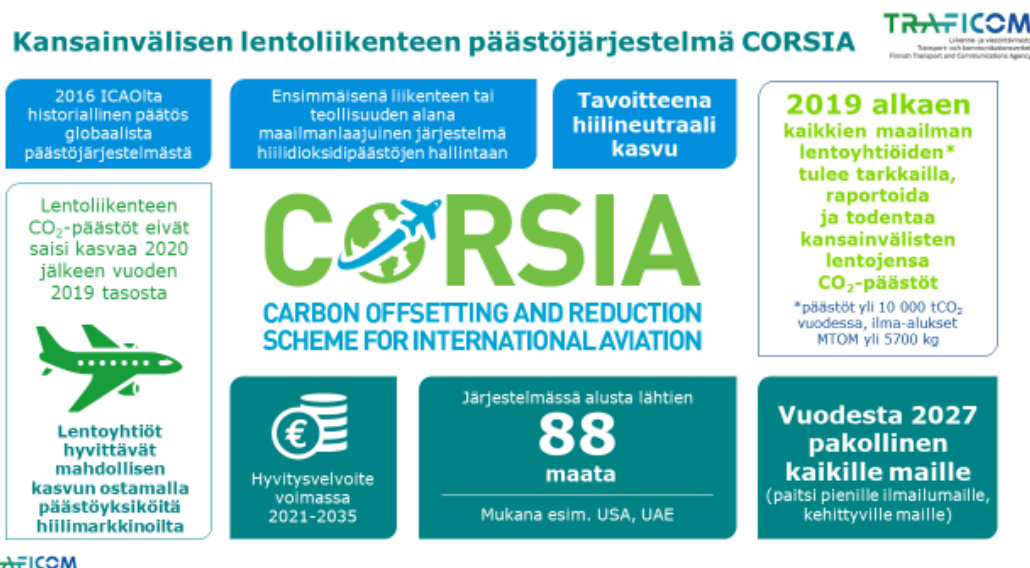
## Jatkovalmistelussa huomioitavaa / työryhmän suositukset

- Lentoliikenteen päästökauppa on kustannustehokas ja lentoyhtiöiden näkökulmasta joustava järjestelmä, jota tulee edelleen kehittää päästökauppasektorin päästövähennystavoitteiden saavuttamiseksi esimerkiksi päästöoikeuksien ilmaisjakoa vähentäen.
- Päästökaupan muutosten vaikutukset toimialaan ja päästöihin tulee arvioida huolellisesti ennen päätöksentekoa. Erityisesti maantieteellisen soveltamisalan laajennukseen liittyy huomattavia riskejä suomalaisten lentoliikennealan toimijoiden näkökulmasta.
- Päästökaupan mahdollinen laajentaminen muihin kuin hiilidioksidipäästöihin tulee perustua kattavaan tieteelliseen tutkimukseen näiden päästöjen esiintymisestä ja vaikutuksista eri ilmasto- ja sääoloissa, jotta varmistetaan lentoyhtiöiden tasapuolinen kohtelu. Tilannetta tulee arvioida komission selvityksen valmistumisen jälkeen yhteistyössä toimialan kanssa.
- Päästökaupan ja CORSIA:n yhteensovittaminen tulee tehdä niin, ettei järjestelmien erot esimerkiksi päästöjen seurannassa, raportoinnissa ja todentamisessa aiheuta tarpeetonta hallinnollista taakkaa tai lisäkustannuksia lentoyhtiöille.

### 4.5.2 CORSIA

Kansainvälisen lentoliikenteen päästöjen hyvitysjärjestelmä CORSIA:n käyttöönotosta päätettiin ICAO:n 39. yleiskokouksessa vuonna 2016. CORSIA:n avulla pyritään kansainvälisen lentoliikenteen hiilineutraaliin kasvuun vuodesta 2020 alkaen, eli lentoliikenteen lisääntyessä tulisi päästöjen jäädä vuoden 2020 tasolle. Tavoitteen saavuttamista ei pidetty lyhyellä ja keskipitkällä aikavälillä mahdollisena ilman markkinaperusteisen järjestelmän käyttöönottoa.

CORSIAssa ilma-alusten käyttäjät hyvittävät kansainvälisen lentoliikenteen päästöjen kasvun ostamalla pääosin muiden alojen päästövähennyshankkeista peräisin olevia päästöyksiköitä hiilimarkkinoilta. Hyvitysvelvoite lasketaan vuosittain vertaamalla CORSIA:an kuuluvien jäsenvaltioiden välisiltä reiteiltä aiheutuneita päästöjä vuoden 2019 päästöihin kyseisiltä reiteiltä. CORSIA:sta vuonna 2016 päätettäessä vertailuarvoksi sovittiin vuosien 2019 ja 2020 päästöjen keskiarvo, mutta koronavirusepidemiasta johtuva voimakas liikenteen väheneminen vuonna 2020 uhkasi merkittävästi lisätä järjestelmästä lentoyhtiöille koituvaa kustannusrasitetta, minkä vuoksi ICAO päätti kesäkuussa 2020 käyttää vertailuarvona ainoastaan vuotta 2019.



Kuva 15. Kansainvälisen lentoliikenteen päästöjärjestelmä CORSIA (Lähde: Traficom)

CORSIA:ssa on kahdenlaisia ilma-alusten käyttäjiin kohdistuvia velvoitteita: päästöjen raportointivelvoite ja päästöjen hyvitysvelvoite. Raportointivelvoitteet alkoivat vuoden 2019 alusta ja ne koskevat kaikkia ilma-alusten käyttäjiä, joka lentävät ICAO:n jäsenvaltioiden välisiä reittejä. Hyvitysvelvoitteet alkavat vuodesta 2021 ja ne koskevat ilma-alusten käyttäjiä, jotka lentävät CORSIA:an osallistuvien ICAO:n jäsenvaltioiden välisiä reittejä. Ensimmäisen kerran ilma-alusten käyttäjien on palautettava päästöjä kasvun hyvittävä määrä päästöyksiköitä huhtikuuhun 2025 mennessä. Hyvitysvelvoitteiden määrää on mahdollista vähentää käyttämällä uusiutuvia lentopoltoaineita.

CORSIA jakautuu ajallisesti kolmeen vaiheeseen, jotka ovat pilottivaihe vuosina 2021-2023, ensimmäinen vaihe vuosina 2024-2026 ja toinen vaihe vuosina 2027-2035. Osallistuminen järjestelmän pilottivaiheeseen ja ensimmäiseen vaiheeseen on vapaaehtoista ICAO:n jäsenvaltioille, mutta toinen vaihe on pakollinen kaikille ICAO:n jäsenvaltiolle paitsi tietyin perustein järjestelmästä vapautetuille valtioille.

CORSIA:n pakollisesta toisesta vaiheesta on vapautettu vähiten kehittyneet maat (Least Developed Countries), pienet kehittyvät saarivaltiot (Small Island Developing States), kehittyvät sisämaavaltiot (Landlocked Developing Countries) sekä valtiot, joiden lentoliikenne on vähäistä myytyjen tonnakilometrien (Revenue tonne-kilometre, RTK) perusteella. Vapautetuista valtioista lähtevien ja niihin saapuvien lentojen päästöjä ei lasketa mukaan hyvitysvelvoitteeseen, mutta päästöt tulee kuitenkin raportoida.

Vapautetut valtiot voivat osallistua järjestelmään vapaaehtoisesti. Lisäksi hallinnollisen taakan keventämiseksi CORSIA:n raportointi- ja hyvitysvelvoitteista on vapautettu

- ilma-alusten käyttäjät, joiden hiilidioksidipäästöt kansainvälisistä lennoista ovat vuodessa 10 000 tonnia tai alle
- lennot ilma-aluksilla, joiden suurin sallittu lentoonlähtömassa on 5 700 kg tai alle
- humanitaariset avustuslennot sekä sairaankuljetus- ja palontorjuntalennot

ICAO ylläpitää CORSIA-sivustollaan listaa valtioista<sup>230</sup>, jotka ovat ilmoittaneet osallistuvansa CORSIA:an alusta lähtien. Suomi on ilmoittautunut mukaan yhdessä 44 Euroopan siviili-ilmailukonferenssin jäsenvaltion kanssa. ICAO ylläpitää CORSIA:a varten myös dokumenttia<sup>231</sup> valtioiden nimeämistä lentotoiminnan harjoittajista.

CORSIA:a koskeva ICAO:n standardi<sup>232</sup> sisältää vaatimukset ja suositukset valtioille ja operaattoreille ja lisäohjeistusta tarjoaa käsikirja<sup>233</sup>. Euroopan unionissa CORSIA toimeenpannaan päästökauppadirektiivin kautta. Liikenne- ja viestintävirasto Traficom vastaa CORSIA:n toimeenpanosta Suomessa. Tällä hetkellä ETA-alueen sisäisten lentojen päästöjä pyritään vähentämään EU:n lentoliikenteen päästökaupan avulla. CORSIA:a koskevat päästöjen seuranta, raportointia ja todentamista koskevat määräykset on EU:ssa saatettu voimaan komission antamalla delegoiduilla määräyksillä. Hyvitysvelvoitteiden osalta EU:n komission odotetaan antavan CORSIA:n toimeenpanoa koskevat päästökauppadirektiivin muutosehdotukset viimeistään vuonna 2021.

---

<sup>230</sup> ICAO: CORSIA States for Chapter 3 State Paris, <https://www.icao.int/environmental-protection/CORSIA/Pages/state-pairs.aspx>.

<sup>231</sup> ICAO: CORSIA Aeroplane Operator to State Attributions (2019) [https://www.icao.int/environmental-protection/CORSIA/Documents/CORSIA%20Aeroplane%20Operator%20to%20State%20Attributions\\_Dec2019\\_v20200106b.pdf](https://www.icao.int/environmental-protection/CORSIA/Documents/CORSIA%20Aeroplane%20Operator%20to%20State%20Attributions_Dec2019_v20200106b.pdf).

<sup>232</sup> ICAO: SARPS – Annex 16 Volume IV, <https://www.icao.int/environmental-protection/CORSIA/Pages/SARPS-Annex-16-Volume-IV.aspx>.

<sup>233</sup> ICAO: Environmental Technical manual – Volume IV, <https://www.icao.int/environmental-protection/CORSIA/Pages/ETM-V-IV.aspx>.

## Haasteet ja mahdollisuudet 2030 ja 2045

CORSIA:n hyvitysvelvoitteiden voimassaoloajaksi on sovittu vuodet 2021-2035, mutta tarve järjestelmän jatkolle arvioidaan viimeistään vuonna 2032. Määräaikaisuuden syynä on, ettei tuolla aikavälillä vaikuttanut mahdolliselta muilla keinoilla saavuttaa hiilineutraalin kasvun tavoitetta. Toiveena oli, että vuoteen 2035 mennessä uuden vähäpäästöisen teknologian ja erityisesti uusiutuvien lentopolttoaineiden laajan käyttöönoton avulla hyvitysjärjestelmästä voitaisiin luopua. Globaalissa tarkastelussa näytti ennen koronavirusepidemian alkua kuitenkin epätodennäköiseltä, että päästötavoite saavutettaisiin edes CORSIA:n avulla<sup>234</sup>, koska järjestelmän kattavuus vaikuttaa vapaaehtoisessa vaiheessa 2021-2026 jäävän puutteelliseksi. Tämä johtuu siitä, että eräät merkittävät ilmailumaat, kuten Kiina, Intia, Brasilia ja Venäjä, liittyvät järjestelmään todennäköisesti vasta pakollisen vaiheen alkaessa 2027. Koronavirusepidemiasta johtuva liikennesuoritteiden lasku ja sen todennäköisesti muutaman vuoden ajalle jakautuva hidaskalautumisvaihe johtanevat kuitenkin siihen, että päästöt eivät lähivuosina ylitä järjestelmässä käytettävää päästöjen vertailuarvona toimivaa päästötasoa. Tämä ei siis kuitenkaan perustu järjestelmän tuottamiin päästövähennyksiin, vaan vähäisempään liikenteen määrään, joten hyvitysvelvoitteiden määrä jäänee CORSIA:n alkuvuosina vähäiseksi.

ICAO:n ympäristökomitea CAEP on arvioinut<sup>235</sup> CORSIA:n valmistelun kuluessa kansainvälisen ilmailun tulevia hiilidioksidipäästöjen sekä päästöhvitysten kokonaismääriä. Analyysien perusteella hiilineutraalin kasvun saavuttamiseksi vuodesta 2020 alkaen hyvitetäväksi arvioitu määrä olisi 142–174 miljoonaa tonnia hiilidioksidia vuonna 2025 ja 443–596 miljoonaa tonnia hiilidioksidia vuonna 2035. CAEP analysoi myös CORSIA:n mahdollisia kustannuksia kertomalla arvioitujen päästöyksiköiden määrät oletetuilla päästöyksikköhinnoin. Kun otetaan huomioon hiilen hinnan oletetun vaihtelun (alhaisesta 6-10 USD/t CO<sub>2</sub>-ekv. korkeaan 20-33 USD/t CO<sub>2</sub>-ekv. perustuen 2020 ja 2030 arvioihin), arvioidut kustannukset vaihtelevat välillä 1,5-6,2 miljardia USD vuonna 2025 ja välillä 5,3 -23,9 miljardia USD vuonna 2035. Päästöyksiköiden laajan tarjonnan ja osin koronavirusepidemiasta johtuvan ennakoitun vähäisen kysynnän vuoksi on todennäköistä, että päästöyksiköiden hinnat ovat melko matalat ainakin 2020-luvun puoliväliin saakka. Päästöyksiköiden ostamisen ennakoidaan myös olevan huomattavasti edullisempaa kuin uusiutuvien lentopolttoaineiden käyttö hyvitysvelvoitteiden vähentämiseksi, minkä vuoksi CORSIA ei todennäköisesti merkittävästi edistä fossiilisen polttoaineen korvautumista uusiutuvalla.

<sup>234</sup> ICAO: Environmental Trends in Aviation to 2050 (2019).

<sup>235</sup> ICAO: What would be the impact of joining CORSIA?, [https://www.icao.int/environmental-protection/Pages/A39\\_CORISIA\\_FAQ3.aspx](https://www.icao.int/environmental-protection/Pages/A39_CORISIA_FAQ3.aspx).

Liiketoimintanäkökulmasta analyysi osoittaa myös, että operaattoreiden hiilidioksidin kompensoinnin kustannukset vaihtelisivat 0,2 prosentista 0,6 prosenttiin kansainvälisestä ilmailusta vuonna 2025 saaduista kokonaistuloista ja 0,5–1,4 prosenttia kansainvälisen ilmailun kokonaistuloista vuonna 2035. Eurocontrol<sup>236</sup> ja IATA<sup>237</sup> ovat arvioineet, että CORSIA voisi vähentää laskennallisesti lentoliikenteen päästöjä 2,5 miljardia CO<sub>2</sub>t vuoteen 2035 mennessä tuottaen samalla noin 40 miljardia dollaria ilmas- torahoitusta, jos päästöoikeuden hinta nousee 20 dollariin.

EU:n päästökaupan ja CORSIA:n ympäristövaikutuksia on vertailtu erilaisissa tutkimuksissa. CORSIA:n etuna päästökauppaan verrattuna on sen lähes maailmanlaajui- nen soveltaminen, mikä ehkäisee kilpailutilanteen vääristymiä<sup>238</sup>. Tulee kuitenkin huo- mioida, ettei CORSIA koske kansallisia lentoja, joiden osuus globaaleista lentoliiken- teen päästöistä on noin 35 prosenttia. Hyvitysjärjestelmän tehokkuus päästöjen vä- hentämisessä on myös riippuvainen käytettyjen päästöyksiköiden laadusta ja niin sa- notun kaksoislaskennan välttämisestä. Laadulla tarkoitetaan sen varmistamista, että päästövähennyshanke on aidosti tuottanut ilmoitetun määrän päästövähennyksiä eikä niitä olisi syntynyt ilman hankkeen rahoitusta päästöyksiköiden oston kautta. Kaksois- laskennalla tarkoitetaan tilannetta, jossa lentoyhtiö on käyttänyt tietyn päästöyksikön päästöjänsä kasvun hyvittämiseksi CORSIA:ssa, mutta sama päästöyksikkö luetaan myös esimerkiksi päästöyksikön tuottaneen päästövähennyshankkeen sijaintimaan kansallisiin päästövähennyksiin Pariisin ilmasosopimuksen puitteissa. Menettelyta- voista kaksoislaskennan välttämiseksi CORSIA:ssa ei ole vielä sovittu.

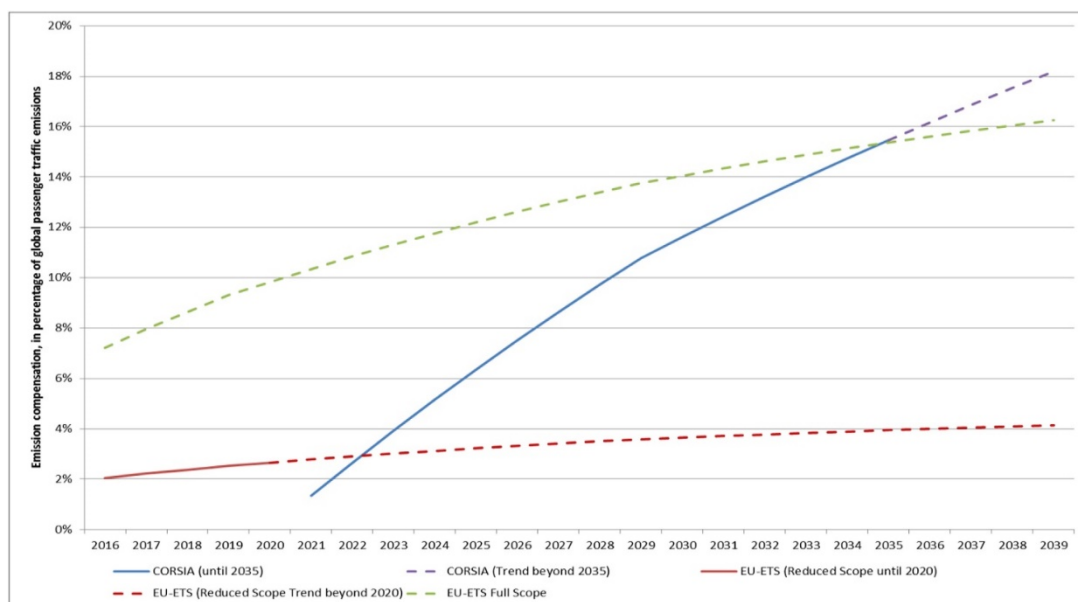
---

<sup>236</sup> Eurocontrol Think Paper #4 - The aviation network - Decarbonisation issues (2019), <https://www.eurocontrol.int/sites/default/files/2020-01/eurocontrol-think-paper-4-decarbonisation-en.pdf>.

<sup>237</sup> IATA Fact sheet: CORSIA (2020), [https://www.iata.org/content- assets/fb745460050c48089597a3ef1b9fe7a8/corsia-fact-sheet.pdf](https://www.iata.org/contentassets/fb745460050c48089597a3ef1b9fe7a8/corsia-fact-sheet.pdf).

<sup>238</sup> Scheelhaase – Maertens – Grimme – Jung: EU ETS vs CORSIA – A critical assessment of two approaches to limit air transport's CO<sub>2</sub> emissions by market-based measures (2018), <https://doi.org/10.1016/j.jairtraman.2017.11.007>.





Kuva 16. DLR:n mallinnus päästöjen kompensoinnista prosentteina maailman matkustajaliikenteen päästöistä. 239

CORSIA:n vaikuttavuutta ja toimivuutta (toimeenpano, päästötavoitteiden saavuttaminen sekä markkina- ja kustannusvaikutukset valtioille, ilma-alusten käyttäjille ja kansainväliselle lentoliikenteelle) tullaan arvioimaan kolmen vuoden välein. Ensimmäinen arvio tuotetaan vuoden 2022 yleiskokousta varten ja tarvittaessa ICAO:n neuvosto voi esittää yleiskokoukselle muutoksia järjestelmään. Tietoisuuden ja osaamisen kasvatamisella on merkittävä rooli CORSIA:n täytäntöönpanossa ICAO:n jäsenvaltioissa järjestelmän vapaaehtoisessa vaiheessa. Tätä tavoitetta edistääkseen Suomi esimerkiksi järjesti vuonna 2019 ICAO:n alueellisen CORSIA-seminaarin<sup>240</sup>.

CORSIA:n onnistuminen on hyvin tärkeää ICAO:lle ja muille lentoliikennesektorin toimijoille, joihin kohdistuu kasvava paine päästöjen vähentämiseen. Suomi ja Eurooppa ovat aktiivisesti vaikuttaneet CORSIA:n toteutumiseen ja sen tehokkuuden edistämiseen. CORSIA globaalina järjestelmänä täydentää EU:n päästökauppaa ja järjestelmien yhteistoiminnan varmistaminen on tärkeää. CORSIA ei kuitenkaan suoranaisesti edistä EU:n ilmastotavoitteiden saavuttamista, koska kansainvälisiä päästöyksiköitä ei enää 2020-luvulla EU:ssa hyväksytä päästövähennystavoitteiden laskennassa.

<sup>239</sup> DLR:n mallinnus, CORSIAan on oletettu osallistuvan 67 vapaaehtoista maata; Scheelhaase – Maertens – Grimme – Jung: EU ETS vs CORSIA – A critical assessment of two approaches to limit air transport's CO2 emissions by market-based measures (2018).

<sup>240</sup> Liikenne- ja viestintävirastoTraficom:n tiedote ICAOn alueellisesta työpajasta 28.3.2019, <https://www.traficom.fi/fi/ajankohtaista/icaon-lentoliikenteen-paastojarjestelma-sai-vahvaa-tukea-helsingista>.

Kansallisesti tarkasteltuna voidaan todeta, että merkittävä osa lentoliikenteen päästöistä jää todennäköisesti CORSIA:n ulkopuolelle järjestelmän vapaaehtoisessa vaiheessa, koska esimerkiksi Kiina, Intia ja Venäjä eivät ole siinä mukana ja siten lentoyhtiöt eivät ole veloitettuja hyvittämään näihin valtioihin suuntautuvien reittien päästöjä. Järjestelmän uskottavuuden varmistamiseksi olisikin tärkeää saada mahdollisimman moni ICAO:n jäsenvaltio mukaan järjestelmään heti vuoden 2021 alusta. Käytettävien päästöyksiköiden laatuun<sup>241</sup> ja mahdolliseen kaksoislaskentaan liittyy edelleen niin paljon epävarmuuksia, ettei tässä vaiheessa ole mielekäästä tarkemmin arvioida CORSIA:n mahdollisia päästövähennysvaikutuksia kansallisten toimijoiden näkökulmasta. Siitä huolimatta on tärkeää edistää CORSIA:n tehokkuutta ICAO:ssa, koska kyseessä on toistaiseksi ainoa globaali päästövähennysmekanismi lentoliikenteessä. Järjestelmän käyttöönotto ei kuitenkaan saa viivyttää lisäpanostuksia lentoliikennesektorin sisäisiin päästövähennyskeinoihin, koska yksin kompensoinnilla ei ole pitkällä aikavälillä mahdollista saavuttaa Pariisin ilmastosopimuksen tavoitteita<sup>242</sup>.

### Jatkovalmistelussa huomioitavaa / työryhmän suositukset

- Kansainvälisessä yhteistyössä tulee edistää CORSIA:n tehokkuutta päästöjen vähentämisessä. Erityisesti tulee painottaa laadukkaiden päästöyksiköiden käyttöä, kaksoislaskennan välttämistä ja järjestelmän laajaa käyttöönottoa ICAO:n jäsenvaltioiden keskuudessa.
- On tärkeää, että EU:n komissio antaa mahdollisimman pian CORSIA:n toimeenpanoa koskevat lainsäädäntöesitykset, jotta lentoyhtiöillä, kansallisilla viranomaisilla sekä muilla järjestelmän piirissä olevilla toimijoilla on aikaa valmistautua veloitteidensa täyttämiseen.
- CORSIA ja EU:n päästökauppa tulee yhteensovittaa niin, ettei lentoyhtiöille ja muille järjestelmien piirissä oleville toimijoille aiheudu tarpeetonta hallinnollista taakkaa ja kustannuksia.

## 4.5.3 Verot

Lentoliikenteen päästöjen vähentämistä koskevassa yleisessä keskustelussa Suomessa korostuu lentoveron käyttöönotto. Kansalaisaloite matkustajakohtaisen lentoveron käyttöönotosta saikin yli 50 000 allekirjoitusta ja se luovutettiin helmikuussa 2020 eduskunnalle, jossa asian käsittely on kesken. Lentoveron tulisi aloitteen mukaan määräytyä siten, että sillä saavutetaan mahdollisimman tehokas ympäristöpoliittinen ohjausvaikutus. Aloitteessa ei ehdoteta mahdollisen veromallin yksityiskohtia,

<sup>241</sup> Schneider et al.: Lessons learned from the first round of applications by carbon-offsetting programs for eligibility under CORSIA (2019).

<sup>242</sup> Henri Waismanin (IDDR) esitys ECAC Environmental Forum-tilaisuudessa 22.10.2019.

mutta lähtökohtaisesti matkustajakohtaisella verolla tarkoitetaan lentolipun hintaan li-  
sättävää veroa.

Suomessa ei ole käytössä matkustajakohtaista lentoveroa, eikä sen soveltamista  
Suomessa ole selvitetty ennen kansalaisaloitetta tarkemmin. Kansainvälisten lentojen  
arvonlisäverokanta on nolla ja nykyisin kotimaan lentoja koskee kymmenen prosentin  
arvonlisävero. Veropoliitikasta vastaa Suomessa valtiovarainministeriö.

Eri perusteilla asetettuja lentolippuveroja on käytössä useassa Euroopan valtiossa,  
kuten Saksassa, Ranskassa, Ruotsissa, Itävallassa ja Iso-Britanniassa. Verojen pääs-  
tövähennysvaikutuksia on tutkittu melko vähän, mutta tutkimusten ja kokemusten<sup>243</sup>  
perusteella lentolippuvero pienentää tehokkaimmin lyhyiden lentojen kysyntää, joille  
on parhaiten muita liikkumisen vaihtoehtoja. Ilmastonäkökulmasta onkin järkevää, että  
maansisäiset lennot korvautuvat esimerkiksi nopeilla junayhteyksillä, mutta päästöjen  
vähentämisen kannalta vaikutus on pieni, koska lyhyet lennot vastaavat melko vaati-  
mattomasta osuudesta lentämisen kokonaispäästöistä. Jotta vero vähentäisi lentä-  
mistä ja päästöjä, tulisi veron määrän myös olla varsin huomattava. Tutkimusten mu-  
kaan lentoveron käyttöönotto voisi vähentää erityisesti pienituloisten lentämistä<sup>244</sup>.

Kansalaisaloitteessa esitetty vero olisi niin sanottu haittaveron, jonka vaikutus päästöih-  
in välittyä kuluttajien käyttäytymisen muutoksen ja lentämisen kysynnän vähenemi-  
sen kautta. Veron käyttäytymisvaikutukset riippuvat kuluttajien vaihtoehtoista. Jos ku-  
luttajilla on hyvät mahdollisuudet välttää vero, verolla tavoiteltavat fiskaaliset ja ilmas-  
tovaikutukset jäävät saavuttamatta, ja negatiiviset vaikutukset voivat olla yllättävän  
suuria. Lentoveron tulisi verojärjestelmän selkeyden ja ymmärrettävyyden näkökul-  
masta olla todennäköisesti varsin yksinkertainen, kuten muissakin maissa. Niissä  
maissa, joissa lentolippuvero on käytössä, vero on porrastettu matkan pituuden mu-  
kaan, jolloin korkein vero on kaukolennoille ja matalampi lyhyemmille lennoille. Tätä  
olisi mahdollista harkita Suomessakin, jos lentolippuvero halutaan ottaa käyttöön.  
EU:n sisäisillä lennoilla ei todennäköisesti kuitenkaan voi olla eri suuruista veroa. Etä-  
syyden perusteella määräytyvä vero voi lisäksi kannustaa kuluttajaa minimoimaan  
lentovero muuttamalla lähtöpaikkaa tai valitsemaan suoran ja lyhyemmän lennon si-  
jasta pidempi välilaskun sisältämä lentoreitti, mikä lisäisi päästöjä.

---

<sup>243</sup> International Air Travel Association: Estimating Air Travel Demand Elasticities (2007) ja Tin-  
bergen Institute: Price Elasticities for Passenger Air Travel: A Meta-Analysis (2001).

<sup>244</sup> Falk – Hagsten: Short-run impact of the flight departure tax on air travel (2018); International  
Air Travel Association: Estimating Air Travel Demand Elasticities (2007) ja Tinbergen Institute:  
Price Elasticities for Passenger Air Travel: A Meta-Analysis (2001).

Lentolippuverojen matalista tasoista johtuen niistä saadut verotulot sekä päästövähennemät ovat jääneet yleisesti vaatimattomiksi<sup>245</sup>. Haittaverolle ominaisesti fiskaalinen tavoite ja käyttäytymisen muutos ovat keskenään ristiriidassa. Mikäli vero on tehokas vähentämään lentoliikennettä, johtaa se verotuottojen vähentymiseen. Eräissä lentolippuveroja käyttöön ottaneissa maissa on myös havaittu veron aiheuttaman lentolippujen kallistumisen siirtäneen liikennettä naapurimaihin<sup>246</sup>. Lentoliikenteen kokonaismäärä ei siten ole vähentynyt ja kokonaispäästöt ovat kasvaneet matkojen pidentymisen vuoksi. Tämän takia veron kansainvälinen kattavuus on tärkeää. Erillistä lentolippuveroa kannattaa arvioida muiden taloudellisten ohjauskeinojen rinnalla, jotta saadaan paras käsitys ohjausvaikutuksen tehokkuudesta ja kilpailuneutraaliudesta.

Lentovero ei lähtökohtaisesti kannusta operaattoreita päästöjen vähentämiseen, toisin kuin päästökauppa tai CORSIA. Niissä lentoyhtiö voi esimerkiksi vähäpäästöisen lentokaluston ja jossain määrin myös uusiutuvien lentopolttoaineiden käyttöönoton kautta vähentää päästöoikeuksien tai kansainvälisten päästöyksiköiden ostoa. Lentoveron määrä voi siis vähentää kilpailuilla markkinoilla toimivan operaattorin mahdollisuuksia panostaa päästöjensä vähentämiseen, samalla kun verotuottoa on valtiosääntöoikeudellisesti vaikea kohdentaa päästöjen vähentämiseen.

Fossiiliseen polttoaineeseen kohdistuva polttoaine- tai hiilivero voisi olla lentolippuveroa tehokkaampi päästöjen vähentämisessä ja uusiutuvien lentopolttoaineiden käytön lisäämisessä, mutta niiden kansalliseen käyttöönottoon liittyy haasteita. Chicagon sopimuksena tunnettu ICAO:n perustamissopimus estää saapuvan lentokoneen tankissa olevan polttoaineen verotuksen. Myös EU:n energiaverodirektiivin jäsenvaltioita velvoittavan pakottavan säännöksen nojalla kansainvälisen kaupallisen lentoliikenteen käyttämä kerosiini on nykyisin verotonta. Direktiivin mukaan on mahdollista kantaa polttoaineeveroa jäsenvaltion sisäisellä lentomatalla käytetystä polttoaineesta, minkä lisäksi jäsenvaltiot voivat kahdenvälisin sopimuksin verottaa jäsenvaltioiden välisen lentoliikenteen polttoaineen. Suomessa kaikki kaupallisen lentoliikenteen polttoaineet ovat kuitenkin verottomia, eikä Suomella ole kahdenvälisiä sopimuksia lentoliikenteen polttoaineen verottamisesta muiden jäsenvaltioiden kanssa. Lisäksi Suomessa tankat-

---

<sup>245</sup> European Commission: Taxes in the Field of Aviation and their impact (2019); Krenek – Schratzenstaller: Sustainability-oriented EU Taxes: The Example of a European Carbon-based Flight Ticket Tax (2016).

<sup>246</sup> Gordijn – Kolkman: Effects of the Air Passenger Tax: Behavioral responses of passengers, airlines and airports (2011).

tavan lentopolttoaineen verottamista vaikeuttaa kahdenkeskiset ja monenkeskiset lentoliikennesopimukset<sup>247</sup>, joiden merkitys lentoliikennejärjestelmän toiminnassa on keskeinen. Näiden sopimusten muuttaminen on käytännössä vaikeaa, kuten myös Chicacon sopimuksen.

EU:n piirissä on myös käyty keskustelua unionin laajuisen lentoveron tai polttoaineveron käyttöönotosta. Hallitusohjelman mukaisesti Suomi on suhtautunut avoimesti laajemman alueellisen verotuksen kehittämiseen. Se voisi hieman vähemmän vääristää alan globaalia kilpailua ja sen ohjausvaikutus ympäristönäkökulmasta voisi olla suurempi erilaisten kansallisten verojärjestelmien yhdistelmään verrattuna. Komissio ei kuitenkaan ole tehnyt ehdotusta lentoliikennettä koskevasta verosta, mutta se on ilmoittanut selvittävänsä energiaverodirektiiviin muutosten valmistelun yhteydessä lentoliikenteen polttoaineiden verotuskohtelua.

Ajoittain yleisessä keskustelussa on noussut esiin globaali kansainvälistä lentoliikennettä koskeva hiilivero. Se olisi riittävän suuruisena todennäköisesti tehokas keino vähentää lentoliikenteen päästöjä, koska sen avulla voitaisiin edistää siirtymää fossiilista kerosiinista uusiutuviin lentopolttoaineisiin. Lisäksi globaalina velvoitteena se kohtelisi kaikkia lentoyhtiöitä tasapuolisesti eikä vääristäisi kilpailua. ICAO:ssa on käynnissä pitkän aikavälin päästövähennystavoitteen ja sen saavuttamisen mahdollistavien keinojen valmistelu. Näistä pyritään pääsemään sopuun vuoden 2022 yleiskokouksessa. On kuitenkin erittäin epätodennäköistä, että veroratkaisut saisivat ICAO:n jäsenvaltioiden piirissä laajempaa kannatusta. ICAO:n työskentely painottuu lähivuosina perinteisten päästövähennyskeinojen edistämisen ohella CORSIA:n käyttöönottoon ja sen mahdollisiin tehostamistoimiin.

## Haasteet ja mahdollisuudet 2030 ja 2045

Verotuksen keinoin lentoliikenteen päästöjä olisi mahdollista tehokkaimmin vähentää, jos vero olisi kattavuudeltaan vähintäänkin alueellinen tai mieluiten globaali. EU:n jäsenvaltioiden keskuudessa unioninlaajuisen lentoverojen käyttöönotto ei kuitenkaan ole toistaiseksi saanut laajempaa kannatusta. Vihreän kehityksen ohjelman mukaisesti päästöjä pyritään EU:ssa ensisijaisesti vähentämään päästökauppaa vahvistamalla ja panostamalla vahvasti uusiutuvien lentopolttoaineiden käyttöönottoon. ICAO puolestaan keskittyy uuden lentokoneteknologian ja operationaalisten parannusten edistämiseen sekä erityisesti CORSIA:n käyttöönottoon ja tarvittaessa tehostamiseen. Kansainvälisen verotuksen kehittyminen lentoliikenteen piirissä vaikuttaakin vähintäänkin epävarmalta, mutta tilannetta on syytä seurata aktiivisesti. Arvioitaessa mah-

---

<sup>247</sup> Valtioiden välisiä lentoliikennesopimuksia (Air Service Agreements, ASAs) on arvioitu olevan yhteensä noin 5 000 ja niistä osa, kuten Open Skies –sopimus, on monenkeskisiä sopimuksia.

dollisia tulevaisuuden velvoittavia päästövähennystoimia ICAO:ssa, on hyvin todennäköistä, että verojen sijasta kohteena on markkinamekanismit tai uusiutuvat lentopolttoaineet.

Kansallisen lentoveron mielekkyyttä arvioitaessa on sen päästövähennysvaikutusten ohella tärkeää arvioida lentoliikenteen päästöjen hallinta- ja hinnoittelujärjestelmää kokonaisuutena ja varmistaa, ettei eri osatekijöiden yhteisvaikutus kumuloidu hallitsemattomasti. Lentoliikenteen päästökaupan ehdot kiristyvät vuoden 2021 alusta ja pian odotetaan komission ehdotusta päästöoikeuksien ilmaisjaon vähentämisestä ja asteittaisesta poistamisesta. Samaan aikaan käynnistyvät globaalin CORSIA:n hyvitysvelvoitteet. Lisäksi komissiolta odotetaan ehdotuksia uusiutuvien lentopolttoaineiden velvoittavasta käyttöönotosta EU:ssa. Näiden tekijöiden yhteisvaikutus ei ole täysin tiedossa ja käynnissä oleva koronavirusepidemia lisää toimialaan kohdistuvia epävarmuustekijöitä. Kansalliset lentolippuverot on useissa maissa koettu lähinnä fiskaalisina eikä niiden päästövähennysvaikutus ole ollut merkittävä, koska verotasoa on poliittisista syistä vaikea säätää riittävän korkeaksi.

Kansallisessa päätäntävällässä olevista lentoliikenteen päästövähennystoimista selvästi merkittävin päästövähennyspotentiaali on hallitusohjelman mukaisen uusiutuvan lentopolttoaineen jakeluelvoitteen käyttöönotolla. Se nostaisi lentämisen hintaa lentoveron tavoin ja voisi sitä kautta jossain määrin vaikuttaa liikennesuoritteen määrään. Toisin kuin vero, uusiutuvan lentopolttoaineen käyttö kuitenkin myös tehokkaasti vähentäisi suoritettujen lentojen päästöjä. Laskennallisesti 30 prosentin osuus uusiutuvia vähentäisi noin neljänneksen lentoliikenteen CO<sub>2</sub>-päästöjä ja velvoitteen keskimääräinen vaikutus lentolipun hintaan olisi edellä esitettyjen arvioiden mukaisesti noin 8-1923 euroa. Saman päästövähennyksen saavuttaminen verotuksella edellyttäisi todennäköisesti hyvin korkeaa veroa, joka olisi haasteellinen Suomen kansainvälisen saavutettavuuden näkökulmasta. Komission teettämässä selvityksessä arvioitiin 40 prosentin uusiutuvien lentopolttoaineiden jakeluelvoitteen tuottamien päästövähennysten saavuttamisen edellyttävän vähintään 178 euron lentoveroa EU:n sisäisille lennoille<sup>248</sup>.

---

<sup>248</sup> Sustainable Aviation Fuels High Level Round Table, Bryssel 4.3.2020 (E3 Modelling –yhtiön selvitys).

## Jatkovalmistelussa huomioitavaa / työryhmän suositukset

- Kansallisen lentoveron käyttöönottoa ja sen vaikutuksia ei ole tarkemmin selvitetty, mutta suuntaa-antavien arvioiden perusteella veron avulla saavutettavat päästövähennykset olisivat vaatimattomia suhteessa veron lentoliikennetoimialaan ja Suomen saavutettavuuteen kohdistuviin kielteisiin vaikutuksiin.
- Laajemmilla alueellisilla tai erityisesti globaaleilla veroilla olisi mahdollista saavuttaa kansallisia veroja suurempi ilmastovaikuttavuus ja vääristää vähemmän toimialan kansainvälistä kilpailua.
- Veroja tehokkaampaa päästöjen vähentämisen ja toimialan toimintaedellytysten näkökulmasta olisi kuitenkin panostaa suoraan uusiutuvien lentopolttoaineiden käyttöönnottoon sekä kehittää markkinamekanismien vaikuttavuutta.

### 4.5.4 Lentoasemamaksut

Lentoasemamaksuista säädetään Suomessa lailla lentoasemaverkosta- ja maksuista (210/2011). Tällä kansallisella lailla on pantu täytäntöön Euroopan parlamentin ja neuvoston lentoasemamaksuista annettu direktiivi 2009/12/EY.

Lentoliikenteen palveluiden käyttäjät rahoittavat muista liikennemuodoista poiketen lentoasemaksuin ja kaupallisten palveluiden käytöllä lentoasemainfrastruktuurin ylläpidon ja kehittämisen sekä lennonvarmistuksen toiminnan. Lentoasemapalveluntarjoajalla on käytännössä luonnollinen monopoli, jonka vuoksi kustannustehokkaiden lentoasemapalveluiden tarjonta ja saatavuus lentoyhtiöille pyritään turvaamaan sääntelyn avulla.

Euroopan komissio on vuonna 2019 järjestetyssä evaluaatiossaan<sup>249</sup> todennut, että nykyinen sääntely ei täytä sille asetettuja tavoitteita. Komissio antaa mahdollisesti loppuvuodesta 2020 ehdotuksen direktiivin uudistamisesta. On mahdollista, että säädösehdotukseen tullaan sisällyttämään myös uusia elementtejä muun muassa ympäristöön liittyen. Kansallisesti tähän kysymykseen ei ole muodostettu vielä kantaa eikä komission suunnitelmista ole toistaiseksi yksityiskohtaista tietoa.

### Haasteet ja mahdollisuudet 2030 ja 2045

Lentoasemayhtiöt kattavat lentoasemamaksuilla lentoliikenteen palvelujen järjestämisestä aiheutuvat kustannukset. Maksuja voidaan porrastaa paikallisia ympäristövaikutuksia aiheuttavien päästöjen mukaan, koska näistä lentoasemat ovat lainsäädännön

---

<sup>249</sup> Euroopan komissio: Evaluation of the directive 2009/12/EC, 9.7.2019, <https://ec.europa.eu/transport/sites/transport/files/legislation/swd20190289.pdf>.

mukaan vastuussa ja niiden hallinta on yksi lentoaseman toimintaedellytyksistä (sisäinen kustannus). Porrastus perustuu tavallisesti lentokoneiden melupäästöön sekä ilmanlaatuun vaikuttaviin typen oksidien päästöihin. Lisäksi melunhallinnan kustannusten kattamiseksi ja melukapasiteetin turvaamisen vuoksi voidaan asettaa erillisiä melumaksuja. Lentokoneiden hiilidioksidipäästöjen vaikutukset ovat globaaleja, eikä niitä siksi ole perinteisesti pidetty lentoasemamaksuilla ohjattavina. Lentoasemayhtiöt voivat kuitenkin mahdollisuuksiensa mukaan kehittää lentoasemamaksujärjestelmästä erillisiä kannustimia lentoyhtiöiden päästövähennysten edistämiseksi. Lentoasemamaksujen tarkoitus huomioiden on varsin epätodennäköistä, että ne pidemmälläkään aikavälillä kehittyisivät keskeiseksi hiilidioksidipäästöjen ohjauskeinoksi Euroopassa tai Suomessa.

### Jatkovalmistelussa huomioitavaa / työryhmän suositukset

- Lentoasemamaksujen mahdollista roolia lentoliikenteen hiilidioksidipäästöjen vähentämisessä tulee arvioida komission mahdollisten lainsäädäntöehdotusten antamisen jälkeen yhteistyössä alan keskeisten toimijoiden kanssa.

## 4.6 Johtopäätökset

Pariisin ilmastopimuksen ja EU:n ilmastotavoitteiden saavuttaminen edellyttää kaikilta yhteiskunnan sektoreilta huomattavasti nykyistä tehokkaampien päästövähennystoimien käyttöönottoa. Tämä koskee myös lentoliikennesektoria, jonka päästöt ovat kasvaneet niin kansallisesti kuin kansainvälisesti. Euroopan komissio käynnisti joulukuussa 2019 vihreän kehityksen ohjelman, joka tähtää unionin hiilineutraalisuuteen vuoteen 2050 mennessä. EU:n hyväksymä hiilineutraalisuustavoite on linjassa Hallitustenvälisen ilmastomuutospaneeli IPCC:n vuonna 2018 julkaiseman 1,5 asteen raportin kanssa, jossa todetaan globaalin lämpötilan nousun rajoittamisen 1,5 asteeseen edellyttävän nettonollapäästöjä noin vuonna 2050<sup>250</sup>. Komissio on EU:n ilmastoain valmistelun yhteydessä toukokuussa 2020 vahvistanut, että hiilineutraalisuustavoite kohdistuu myös lentoliikenteeseen osana unionin päästökauppasektoria<sup>251</sup>.

Lentoliikennealan toimijat, EU ja ICAO ovat suuren haasteen edessä lentoliikenteen päästöjen vähentämisessä. ICAO:ssa pyritään pääsemään sopuun pitkän aikavälin päästövähennystavoitteesta ja sen toteuttamiskeinoista vuoden 2022 yleiskokouksessa. Käytännössä tavoitteen tulisi olla toimialan jo vuonna 2008 sopimaa tavoitetta (päästöjen puolitus vuoden 2005 tasosta vuoteen 2050 mennessä) tiukempi, jotta se

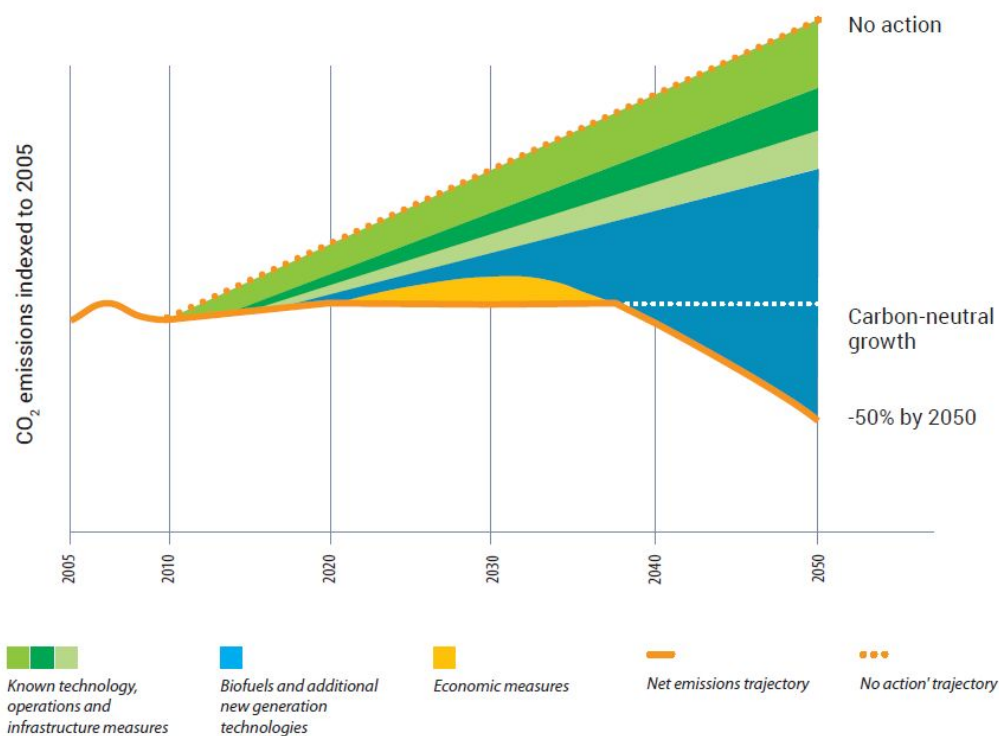
<sup>250</sup> IPCC Summary for Policymakers (2018), <https://www.ipcc.ch/sr15/chapter/spm/>.

<sup>251</sup> WK 5147/2020 INIT, 18.5.2020.



vastaisi 1,5 asteen päämäärää ja EU:n tavoitteita. Koronavirusepidemian aiheuttamat poikkeusolot ja epävarmuus niiden kestosta vaikeuttavat muutoinkin haastavaa yhteisymmärryksen saavuttamista. Seuraavasta toimialan tavoitetta ja arvioituja päästövähennyskeinoja esittävästä kuvasta on havaittavissa hinnoittelun (markkinamekanismin) arvioitu väliaikaisuus ja uusiutuvien lentopolttoaineiden erittäin merkittävä rooli. Tavoitteen kiristäminen vastaamaan 1,5 asteen päämäärää ja EU:n tavoitteita edellyttäisi vielä suurempaa uusiutuvien lentopolttoaineiden (erityisesti sähköpolttoaineiden) osuutta sekä panostuksia sähkölentokoneiden ja muiden uusien teknologioiden käyttöönottoon, koska kuvassa vihreällä näkyviä nykYTEKNOLOGIAAN, operationaalisiin toimiin ja infrastruktuuriin liittyviä keinoja ei ole vastaavassa määrin mahdollista tehostaa. Haastavien ilmastotavoitteiden saavuttamiseksi olisikin tärkeää nykyistä nopeammin edistää uusien teknologioiden ja uusiutuvien lentopolttoaineiden käyttöönottoa.

#### BASKET OF MEASURES



Kuva 17. Eri päästövähennyskeinojen vaikuttavuus lentoliikenteen hiilidioksidipäästöihin 2050 mennessä.

Ainakin lyhyellä aikavälillä näyttää epätodennäköiseltä, että ICAO:ssa sovittaisiin CORSIA:n lisäksi muista velvoittavista päästövähennystoimista, joten on varmaa, että EU tulee ottamaan käyttöön uusia lentoliikenteen päästövähennyskeinoja ja tehostamaan nykyisiä keinoja. EU tulee keskittymään erityisesti lentoliikenteen päästökaupan kehittämiseen ja uusiutuvien lentopolttoaineiden käyttöönoton edistämiseen.

Tässä raportissa on arvioitu mahdollisuuksia vähentää Suomen kotimaan lentoliikenteen ja Suomesta lähtevän kansainvälisen lentoliikenteen päästöjä. Ottaen huomioon lentoliikenteen päästöjen kasvukehitys ja kaikkien sektoreiden tarve vähentää päästöjä ilmastotavoitteiden saavuttamiseksi, tulee lentoliikenteenkin päästökehitys pyrkiä mahdollisimman nopeasti kääntämään pysyvälle lasku-uralle. Selvästi tehokkain kansallisessa päätösvallassa oleva keino siihen on Marinin hallitusohjelmassa tarkoitettujen uusiutuvien lentopolttoaineiden jakeluelvoitteen käyttöönotto. Lentoyhtiökohtaisesti voidaan lyhyessä ajassa saavuttaa merkittäviä päästövähennyksiä uusien energiatehokkaampien lentokoneiden käyttöönotolla, mutta koneiden tyypillisesti pitkä käyttöikä rajoittaa toimenpiteen vaikuttavuutta pidemmällä aikavälillä. Myös ilmatilan hallintaa sekä energiatehokkaampia lentomenetelmiä ja lentoasematoimintoja kehittämällä voidaan vähentää lentoliikenteeseen liittyviä päästöjä ja melua. Lisäksi on tärkeää EU:ssa ja ICAO:ssa edistää kansainvälisten hinnoittelumekanismien (lentoliikenteen päästökauppa ja CORSIA) tehokkuutta päästöjen vähentämisessä, joskaan niiden vaikutus ei suoraan näy Suomen lentoliikenteen päästöissä.

Lentoliikenne on korostetun globaalia ja tiukasti kilpailtua liiketoimintaa, joten kansallisten päästövähennyskeinojen käyttöönottoa tulee edeltää huolelliset vaikutusarviointit, jotta lentoliikennealan toimintaedellytykset Suomessa säilyvät. Päästövähennystoimenpiteiden käyttöönoton kiireellisyydestä huolimatta olisi tärkeää, ettei toimialaan kohdistuvia kustannusrasitteita merkittävästi lisätä ennen kuin lentoliikenne on alkanut toipua koronavirusepidemian aiheuttamasta vakavasta markkinahäiriöstä. Kansainvälisessä vaikuttamisessa Suomen tulee pyrkiä edistämään laajempien globaalien tai alueellisten lentoliikenteen ilmastotoimien kunnianhimoa, sillä näin voidaan ehkäistä kilpailun vääristymistä ja saavuttaa suurempia kokonaispäästövähennyksiä.

Työryhmän näkemyksen mukaan kotimaan ja Suomesta lähtevän kansainvälisen lentoliikenteen CO<sub>2</sub>-päästöjä olisi kunnianhimoisella ilmastopolitiikalla mahdollista liikennesuorituksen ennakoidusta kasvusta huolimatta vähentää vuoden 2018 tasosta noin 15 prosenttia vuoteen 2030 mennessä. Tavoitteen saavuttaminen edellyttää hallitusohjelman mukaisen uusiutuvien lentopolttoaineiden jakeluelvoitteen käyttöönottoa. Vastaavasti vuoteen 2045 mennessä päästöjä olisi mahdollista vähentää noin 35-60 prosenttia riippuen erityisesti uusiutuvan lentopolttoaineen jakeluelvoitteen tasosta, jonka tulisi edellä mainittujen päästövähennysten saavuttamiseksi olla 50-70 prosenttia ja siten todennäköisesti mahdollisia kansainvälisiä velvoitteita korkeampi. Päästövähennysarviot sisältävät vain sektorin sisäiset tilastoidut päästöt, joten on tärkeää huomioida päästökaupan ja CORSIA:n muilla sektoreilla tuottamien päästövähennysten lisäävän lentoliikenteen myönteistä kokonaisilmastovaikutusta kansainvälisten päästövähennyshankkeiden rahoituksen kautta. Uusiutuvien lentopolttoaineiden elinkaarilasketut päästövähennykset on arvioissa huomioitu.

## 5 Meri- ja sisävesiliikenne

### 5.1 Meri- ja sisävesiliikenteen kasvihuonekaasupäästöjen nykytila ja arvioitu kehitys

#### 5.1.1 Johdanto

Meriliikenteellä tarkoitetaan vesitse tapahtuvaa tavara- ja matkustajaliikennettä Suomen ja ulkomaiden välillä sekä Suomen sisävesien ja merenrannikon satamien välillä. Laivaliikenteen lisäksi meriliikennejärjestelmään kuuluvat esimerkiksi luotsaus, jäänmurto, meriväylien hoito, liikenteen ohjaus ja valvonta sekä satamapalvelut. Meriliikenne on Suomelle elintärkeää, sillä valtaosa Suomen ulkomaankaupan tavaravirroista kulkee meriteitse. Vuonna 2018 merikuljetusten osuus kaikista ulkomaankaupan tavarakuljetuksista oli 84 prosenttia.

Tässä raportissa sisävesiliikenteellä tarkoitetaan tavara- ja matkustajaliikennettä muilla vesialueilla kuin merillä eli järviolueiden sisäistä liikennettä sekä joissa ja kanavien kautta järviolueiden välillä kulkevaa liikennettä.

#### 5.1.2 Nykyiset päästöt ja arvioitu kehitys

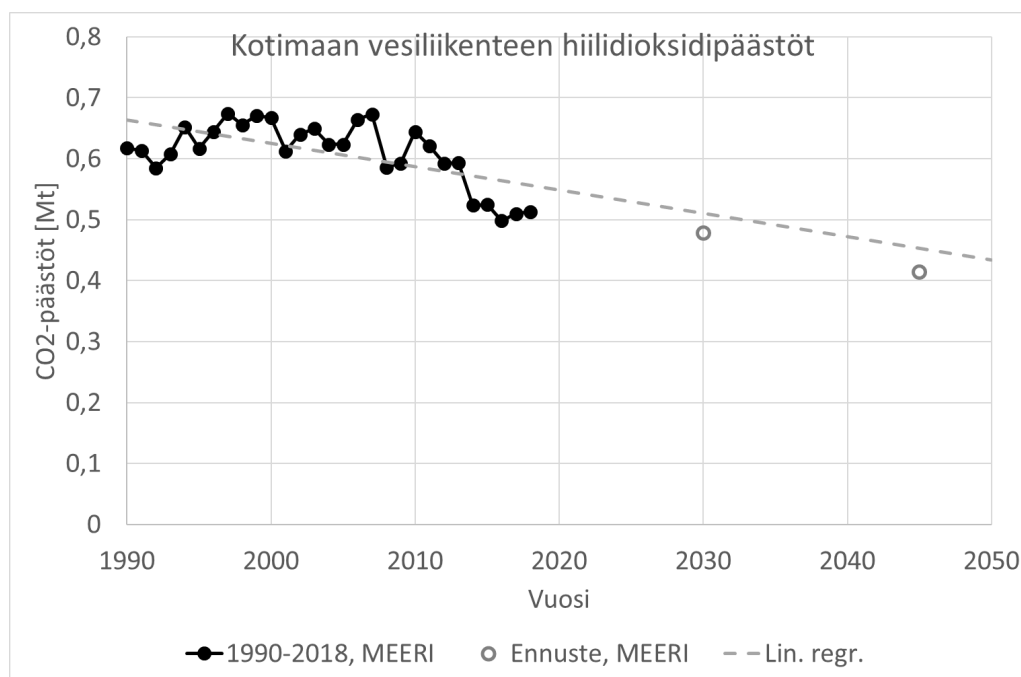
Suomen meri- ja sisävesiliikenteen hiilidioksidipäästöt muodostavat noin 4 % kotimaan liikenteen hiilidioksidipäästöistä. Vuonna 2019 kotimaan vesiliikenteen hiilidioksidipäästöt olivat noin 0,53 miljoonaa tonnia (Mt) (ks. kuva 18).<sup>252</sup> Hiilidioksidipäästöt muodostavat noin 98,6 % kotimaan meri- ja sisävesiliikenteen kaikista kasvihuonekaasupäästöistä käytetyn laskentamallin mukaan, joten samalla tarkkuudella ilmoitettu kasvihuonekaasupäästö määrä vuonna 2019 oli 0,54 miljoonaa tonnia hiilidioksidiekvivalenttia (Mt CO<sub>2</sub>-ekv.).

Tulevaisuudessa päästöjen voidaan arvioida vähenevän nykyisestä tasosta muun muassa alusten energiatehokkuuden parantumisen sekä ympäristösääntelyn kiristymisen vuoksi. Arvioita päästöistä on syytä pitää suuntaa-antavina, sillä niihin liittyy useita

---

<sup>252</sup> MEERI-malli. LIPASTO. <http://lipasto.vtt.fi/meeri/index.htm>. LIPASTO on Suomen liikenteen pakokaasupäästöjen ja energiankulutuksen laskentajärjestelmä. MEERI on LIPASTON vesiliikennettä koskeva laskentamalli.

epävarmuutta aiheuttavia tekijöitä. Tällä hetkellä käytössä olevan laskentamallin (MEERI) mukaan vuonna 2030 kotimaan vesiliikenteen hiilidioksidipäästöt olisivat 0,48 Mt ja kasvihuonekaasupäästöt 0,49 Mt CO<sub>2</sub>-ekv. Vuonna 2045 hiilidioksidipäästöt olisivat 0,41 Mt ja kasvihuonekaasupäästöt 0,42 CO<sub>2</sub>-ekv. Jos taas oletetaan kehityksen jatkuvan vuosien 1990 ja 2019 välillä toteutuneen trendin mukaan (lineaarinen regressio kuvassa 18), päädytään hieman suurempiin lukuihin: 0,51 Mt ja 0,51 Mt CO<sub>2</sub>-ekv. vuonna 2030 sekä 0,45 Mt ja 0,45 Mt CO<sub>2</sub>-ekv. vuonna 2045.



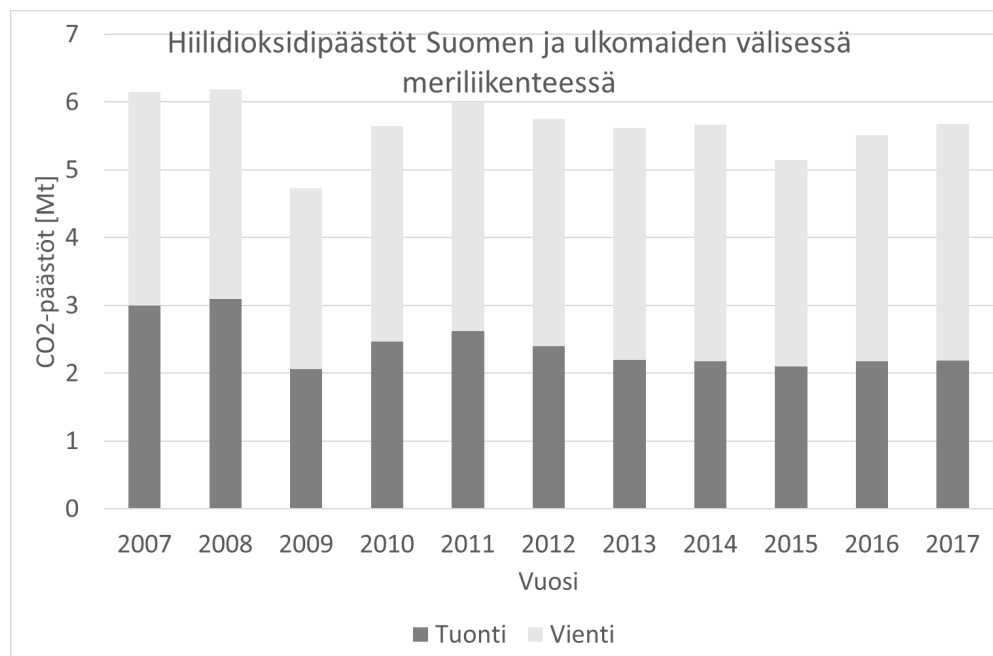
Kuva 18. Suomen meri- ja sisävesiliikenteen hiilidioksidipäästöt vuosina 1990-2018 MEERI-laskentamallin mukaan, MEERIn mukainen ennuste vuosien 2030 ja 2045 päästöistä ja vuosien 1990-2018 päästöihin perustuva trendi (lineaarinen regressio).

Suomen kansainvälisiä merikuljetuksia kuvaavan MERIMA-mallin mukaan Suomen ja ulkomaiden välisen meriliikenteen tavarakuljetusten hiilidioksidipäästöt olivat vuonna 2017 yhteensä 5,67 Mt, josta tuonnin osuus oli 2,18 Mt ja viennin 3,49 Mt (ks. kuva 19).<sup>253</sup> Hiilidioksidipäästöt muodostavat laskentamallissa 99 % kasvihuonekaasupäästöistä eli vastaavat luvut kasvihuonekaasupäästöille ovat: tuonti 2,21 Mt CO<sub>2</sub>-ekv., vienti 3,53 Mt CO<sub>2</sub>-ekv. ja yhteensä 5,73 Mt CO<sub>2</sub>-ekv.

<sup>253</sup> Liikenne- ja viestintäviraston julkaisu Suomen kansainvälisten merikuljetusten päästöt –tietokone-mallit: Tulosraportti 2005-2017 - MERIMA. Traficom julkaisu 14/2018.

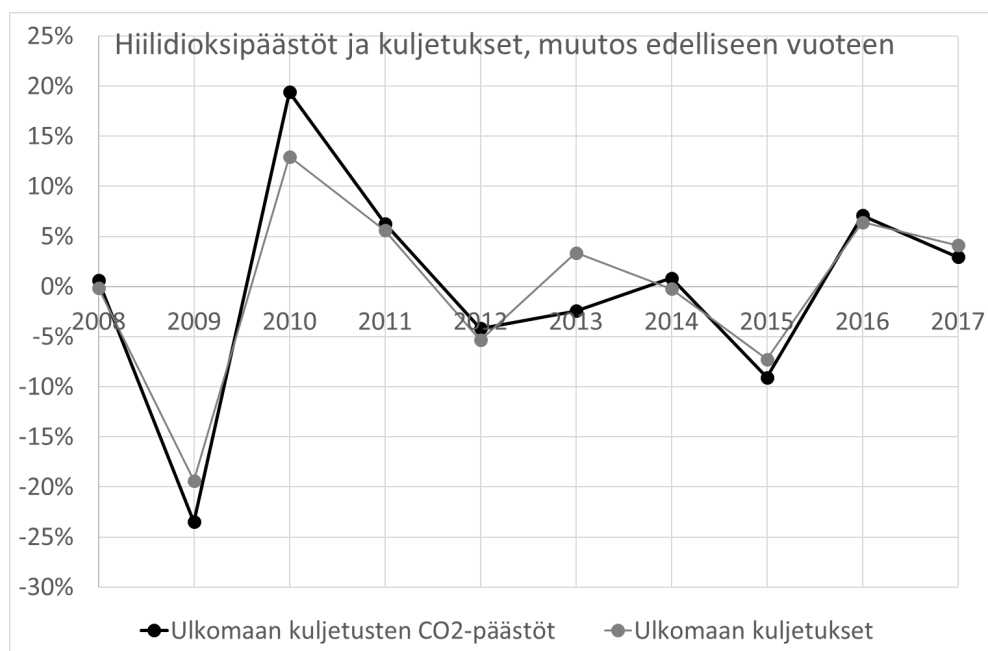
Ulkomaan meriliikenteen tulevaisuuden päästömääriä voidaan arvioida ulkomaan meriliikenteen rahtiliikenteen kuljetusmäärien muutosten perusteella, sillä ulkomaan meriliikenteen kasvihuonekaasujen muutos seuraa hyvin kuljetusmäärien muutoksia (ks. kuva 20). Jos tulevaisuuden kehitystä arvioidaan esimerkiksi vuosien 1990 ja 2018 välillä toteutuneiden kuljetusmäärien<sup>254</sup> pohjalta (lineaarinen regressio), viennin ja tuonnin yhteenlasketuiksi hiilidioksidipäästöiksi saadaan noin 7,0 Mt vuonna 2030 ja noin 8,3 Mt vuonna 2045. Vastaavat kasvihuonekaasupäästömäärät ovat 7,1 Mt CO<sub>2</sub>-ekv. vuonna 2030 ja 8,4 Mt CO<sub>2</sub>-ekv. vuonna 2045. Tämä on kuitenkin vain nykyisiin tietoihin perustuva arvio, johon liittyy epävarmuustekijöitä. Esimerkiksi keväällä 2020 alkanut globaali koronaepidemia vaikuttaa myös Suomen merikuljetuksiin ja siten meriliikenteen päästöihin.

Käytännössä nykyinen taloustilanne huomioiden voidaan kuitenkin arvioida, että ulkomaan meriliikenteen kasvihuonekaasupäästöt ovat korkeintaan nykytasolla vuonna 2030 ilman uusia päästömääräyksiä. Kansainvälisessä merenkulkujärjestössä IMO:ssa (*International Maritime Organization*) valmisteilla olevat uudet päästömääräykset tulevat rajoittamaan päästöjen kasvua tulevaisuudessa, joten ulkomaan meriliikenteen päästöt tuskin tulevat ainakaan ylittämään niiden nykytasoa vuoteen 2045 mennessä.



Kuva 19. Suomen ja ulkomaiden välisen meriliikenteen tavarakuljetusten hiilidioksidipäästöt MERIMA-mallin mukaan.

<sup>254</sup> Ulkomaan meriliikenteen tilastoja - 2020, Traficom.



Kuva 20. Suomen ja ulkomaiden välisen meriliikenteen hiilidioksidipäästöjen ja tavarakuljetusten kehittymisen MERIMA-mallin mukaan.

Suomen meri- ja sisävesiliikenteen osalta Suomen kuuluu ilmoittaa EU:lle ja YK:lle kotimaan meri- ja sisävesiliikenteen päästöt (0,51 Mt CO<sub>2</sub>-ekv. vuonna 2018), jotka lasketaan mukaan Suomen päästörajoitusvelvoitteisiin. Lisäksi Suomella on velvollisuus ilmoittaa ulkomaan liikenteessä oleviin aluksiin Suomessa tankattu polttoainemäärä laivojen globaalia kokonaispäästöjen laskentaa varten. Vuonna 2018 Suomessa ulkomaan liikenteessä oleviin aluksiin tankattu polttoainemäärä oli noin 13 000 terajoulea (reilut 300 000 tonnia polttoainetta). Vastaava kasvihuonekaasupäästö on noin 1,0 Mt CO<sub>2</sub>-ekv. Tämä luku on noin 17 prosenttia Suomen viennin ja tuonnin yhteenlasketuista päästöistä vuonna 2017 eli suurin osa Suomen suuntautuvan meriliikenteen aluksista bunkraa eli tankkaa muualla kuin Suomessa.

Jos Suomessa ulkomaan liikenteessä oleviin aluksiin bunkratun polttoainemäärän oletetaan kasvavan samassa suhteessa kuin Suomen ja ulkomaiden välisen meriliikenteen tavarakuljetusten, päädytään seuraaviin arvioihin: vuonna 2030 polttoainemäärä on noin 13 000 - 15 000 TJ (noin 300 000 - 400 000 tonnia perinteisiä meripolttoaineita) ja vuonna 2045 noin 13 000 - 18 000 TJ (noin 300 000 - 400 000 tonnia perinteisiä meripolttoaineita). Näitä Suomessa ulkomaan liikenteessä oleviin aluksiin tankattuja polttoainemääriä vastaavat kasvihuonekaasupäästöt olisivat vuonna 2030 noin 1–1,2 Mt CO<sub>2</sub>-ekv. ja vuonna 2045 noin 1–1,4 Mt CO<sub>2</sub>-ekv.

## Arvioita kansainvälisen meriliikenteen kasvihuonekaasupäästöjen kehityksestä

Elokuussa 2020 julkaistun IMO:n neljännen kasvihuonekaasututkimuksen mukaan koko maailman meriliikenteen hiilidioksidipäästöt olivat vuonna 2018 noin 1 056 miljoonaa tonnia eli vajaa kolme prosenttia kaikista maailman päästöistä.<sup>255</sup> Saman tutkimuksen mukaan kansainvälisen merenkulun päästöjen arvioidaan kasvavan maailmantaloudesta ja energiamarkkinoista riippuen 90–130 % vuoden 2008 tasosta vuoteen 2050 mennessä, jos tehokkaisuuden parantamiseen ei ryhdytä.

IMO:n tuoreimman kasvihuonekaasututkimuksen hyvä uutinen on, että kansainvälisen meriliikenteen kasvihuonekaasupäästöjen kehitys ei ole seurannut rahtimäärän kehitystä vuoden 2008 jälkeen. Kuljetussuoritteiden ja rahtimäärän kasvu on siis jatkunut, kun taas hiilidioksidipäästö määrät ovat jopa laskeneet vuoden 2008 tasosta. Vuodesta 2012 vuoteen 2018 kansainvälisen meriliikenteen kasvihuonekaasupäästöt ovat kuitenkin kasvaneet 9,6 prosenttia.

YK:n kauppaja-kehityskonferenssi (*United Nations Conference on Trade and Development*, UNCTAD) arvioi kansainvälisen meriliikenteen kasvavan noin 3,5 % vuodessa vuoteen 2024 asti. Erityisesti kasvaa konttiliikenne ja kuivarahtit sekä kaasun kuljetus.<sup>256</sup> Euroopan parlamentin tilaaman selvityksen mukaan merenkulku aiheuttaisi vuonna 2050 jopa 17 % kaikista maailman hiilidioksidipäästöistä.<sup>257</sup>

### 5.1.3 Meri- ja sisävesiliikenteen kasvihuonekaasupäästöjen vähennystavoitteet

#### 5.1.3.1 Kansainväliset tavoitteet

IMO:n alustava strategia merenkulun kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseksi hyväksyttiin keväällä 2018. Sen mukaan kansainvälisen merenkulun hiili-intensiteettiä eli hiilidioksidipäästöjä kuljetussuoritetta kohden tulee vähentää keskimäärin vähintään 40 % vuoteen 2030 mennessä vuoteen 2008 verraten, minkä jälkeen tavoitteena on 70 prosentin vähennys vuoteen 2050 mennessä. Lisäksi kaikkien kansainvälisestä meriliikenteestä aiheutuvien kasvihuonekaasupäästöjen tulisi saavuttaa huippunsa mahdollisimman pian ja vuotuisten kokonaispäästöjen laskea vähintään 50 % vuoteen

<sup>255</sup> Fourth IMO GHG Study 2020 – Final report - MEPC 75/7/15, IMO, 2020.

<sup>256</sup> Review of Maritime Transport. UNCTAD 2019. <https://unctad.org/en/pages/PublicationWeb-flyer.aspx?publicationid=2563>.

<sup>257</sup> Public Health and Food Safety. European Parliament's Committee on Environment 2015. [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2015/569964/IPOL\\_STU\(2015\)569964\\_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2015/569964/IPOL_STU(2015)569964_EN.pdf).

2050 mennessä vuoden 2008 tasoon verrattuna. Pyrkimyksenä on kasvihuonekaasupäästöjen vaiheittainen poistaminen huomioiden Pariisin ilmastosopimuksen lämpötilatavoitteet.

Keväällä 2019 IMO:ssa alkoivat neuvottelut konkreettisista keinoista, joilla asetetut päästövähennystavoitteet saavutetaan. Tarkoitus on ensin sopia lyhyen aikavälin keinoista vuoden 2023 loppuun mennessä. Lyhyen aikavälin keinoja ovat mm. alusten operatiivisen toiminnan tehostaminen, nopeuden tai konetehon rajoittaminen, sekä alusten energiatehokkuuden parantaminen. Keskipitkän aikavälin keinoista on tarkoitus päättää vuosien 2023 ja 2030 välillä ja pitkän aikavälin keinoista vuodesta 2030 alkaen. Keskipitkän ja pitkän aikavälin keinoihin kuuluvat mm. vaihtoehtoiset polttoaineet, hiilen hinnoittelu ja muut markkinaehtoiset keinot.

### 5.1.3.2 EU-tavoitteet

Kansainvälinen meriliikenne on EU:n tasolla ainoa liikennemuoto, joka ei sisälly EU:n kasvihuonekaasujen vähennyssitoumukseen. EU:lla ei toistaiseksi ole merenkululle omia päästövähennystavoitteita, mutta komissio antoi kesäkuussa 2013 tiedonannon meriliikenteen päästöjen sisällyttämisestä EU:n kasvihuonekaasujen vähentämistoi-miin. Sen mukaan merenkulku on maailmanlaajuisen toimitusketjun olennainen osa ja EU:n talouden keskeinen ala. Merenkulku on kuljetussuoritteeseen suhteutettuna tie- ja lentoliikennettä vähemmän saastuttava liikennemuoto, mutta myös merenkulun päästöjä on edelleen vähennettävä.

EU:ssa on voimassa merenkulun hiilidioksidipäästöjen seurantaa, raportointia ja to-dentamista koskeva asetus eli nk. MRV-asetus (*Monitoring, Reporting and Verifi-cation*). Se velvoittaa kaikki Euroopan talousalueen satamissa käyvät suuret lasti- ja matkustaja-alukset keräämään tietoja hiilidioksidipäästöistään ja raportoimaan niistä. EU:n MRV-tiedonkeruujärjestelmä on laajempi kuin vastaava IMO:n maailmanlaajui-nen järjestelmä DCS-järjestelmä (*Data Collection System*), sillä EU:n asetus velvoit-taa keräämään enemmän tietoja aluksen kuljetussuoritteista, ja yksittäisten alusten hiilidioksidipäästötiedot julkaistaan komission vuosittaisessa raportissa.

EU:n MRV-järjestelmä on nähty perustana merenkulun päästökaupalle tai muulle markkinaehtoiselle keinolle meriliikenteen päästöjen vähentämiseksi. Komission joulu-kuussa 2019 Euroopan vihreän kehityksen ohjelmasta antaman tiedonannon mukaan komissio aikookin ehdottaa Euroopan päästökauppajärjestelmän laajentamista me-renkulkuun. Merenkulusta vastaavat EU-jäsenmaiden ministerit viittasivat julistukses-saan maaliskuussa 2020 (nk. Opatijan julistus) IMO:n päästövähennystavoitteisiin sekä EU:n vihreän kehityksen ohjelman yleistavoitteeseen, jonka mukaan vuonna



2050 kasvihuonekaasujen nettopäästöt ovat nollassa. Lisäksi julistuksessa korostettiin vaihtoehtoisten polttoaineiden jakelun ja satamien merkitystä, sekä kannustettiin kokonaan päästöttömien alusten kehittämiseen lähimeri- ja sisävesiliikenteessä.

EU tavoittelee myös alusten satamassaolon aikana syntyvien päästöjen vähentämistä sekä aluskannan uusiutumista. Vihreän kehityksen ohjelmassa mainitaan suuripäästöisimpien alusten satamiin pääsyn sääntely sekä velvoite käyttää maasähköä satamissa. Näiden tavoitteiden yksityiskohdat eivät ole vielä selvillä.

### 5.1.3.3 Kansalliset tavoitteet

Suomi on sitoutunut IMO:n ja EU:n ilmastotavoitteisiin meriliikenteen päästöjen vähentämiseksi. Pääministeri Sanna Marinin hallituksen ohjelman mukaan Suomi jatkaa aktiivista työtä merenkulun päästöjen vähentämiseksi niin EU-tason kuin kansainvälisten järjestöjen kautta. Kauppamerenkulun kansainvälisen luonteen vuoksi tehokkaan sääntelyn edellytys on yleensä sääntelyn maailmanlaajuisuus. Suomi on ajanut merenkulkuun kunnianhimoisia päästövähennystavoitteita ja tiukkaa aikataulua päästövähennystoimille niin IMO:ssa kuin EU:ssa.

Suomella ei ole IMO- ja EU-tavoitteista erillisiä numeerisia kansallisia tavoitteita meri- ja sisävesiliikenteen päästöjen vähentämiseksi. Valtioneuvoston periaatepäätökset Suomen Itämeren alueen strategiasta (15a/2017) ja Suomen meripolitiikan linjauksista (2019:4) korostavat merilogistiikan ja Suomen koko meriklusterin edelläkävijäasemaa päästöjen vähentämisessä. Merilogistiikan kasvihuonekaasupäästöjen vähentäminen on yksi Suomen meripolitiikan prioriteeteista ja vähähiilisen meriliikenteen edistäminen yksi sen jatkuvista toimista. Liikenteen uusien teknologioiden, automaation ja palveluistumisen kehitys tulee hyödyntää täysimääräisesti liikenteen päästötavoitteiden saavuttamiseksi. Samalla voidaan vahvistaa Suomen vientiteollisuuden asemaa globaalina ympäristöhaasteiden ratkaisijana.

Suomelle merikuljetukset ovat elintärkeitä, sillä Suomen viennistä noin 90 % ja tuonnista noin 80 % kulkee meritse. Suomen vuonna 2014 laadittu ja vuoteen 2022 ulottuva meriliikennestrategia korostaa merenkulun ilmasto- ja ympäristösääntelyn osalta IMO:ssa tapahtuvan kansainvälisen sopimisen ensisijaisuutta. Kaukana Euroopan päämarkkina-alueesta sijaitsevalle Suomelle ja sen vientiteollisuudelle laivaliikenteen päästöjen vähentämisen aiheuttamat lisäkustannukset voivat olla merkittävät. Haasteena on tämän vuoksi löytää tasapainoinen ratkaisu yhtäältä tehokkaasti haitallisia ympäristövaikutuksia vähentävän sääntelyn ja toisaalta niiden täytäntöönpanosta johtuvien elinkeinolle ja yhteiskunnalle aiheutuvien taloudellisten vaikutusten välillä.

Suomen meriliikennestrategian mukaan Suomen kansainvälisessä ja EU-tason vaikutamisessa on otettava huomioon Suomen sijainnin asettamat reunaehdot ja talvimerenkulun aiheuttamat lisäkustannukset. Suomen ympärivuotisen meriliikenteen vaatimien jäävahvistettujen laivojen korkeampi polttoaineenkulutus sekä jäänmurtoavustus tulee huomioida erityisolosuhteena erityisesti, kun neuvotellaan merenkulun kasvihuonekaasupäästöjen vähennystoimista ja energiatehokkuutta parantavista määräyksistä.

Suomen Itämeren alueen strategian mukaan Suomi edistää Itämeren alueella biopolttoaineiden ja biokaasun liikennekäytön markkinoita kaikissa liikennemuodoissa. Hallitusohjelman mukaan edistetään lisäksi kuljetuspalveluiden, merilogistiikan ja siihen kuuluvien multimodaalisten kuljetusketjujen sekä pienlogistiikan nollapäästöisyyttä kaupunkiseuduilla maankäytön, asumisen ja liikenteen sopimusten (MAL) kautta.

Liikenteen vaihtoehtoisten käyttövoimien jakeluverkkoa koskevan kansallisen ohjelman mukaan nesteytetyn maa- ja biokaasun osalta tavoitteena on, että kaikissa Suomen TEN-T-ydinverkkoon kuuluvissa satamissa olisi mahdollisuus bunkrata eli tankata aluksiin nesteytettyä maa- tai biokaasua viimeistään vuonna 2025. Tämä tavoite on pääosin jo toteutunut, sillä säiliöautot ja bunkrausalukset voivat kuljettaa LNG:tä niihinkin satamiin, joista sitä ei saa suoraan terminaalista.

Maasähkön osalta kansallisen ohjelman tavoitteena on, että Suomen suurimmissa satamissa olisi mahdollisuus maasähkön käyttöön viimeistään vuonna 2030. Satamien terminaaliliikenteen tulisi olla lähes täysin päästötöntä vuonna 2050. Ohjelman tavoitteena on, että kaikki uudet työkoneet ja laitteet olisivat jonkin vaihtoehtoisen käyttövoiman käyttöön sopivia vuodesta 2030 eteenpäin. Sisävesiliikenteen osalta tavoitteena on, että Saimaan syväväylillä kulkevien alusten mahdollinen kaasutarve katettaisiin liikkuvalla bunkrauspisteellä tai vastaavalla Lappeenrannan Mustolassa viimeistään vuonna 2030.

Pääministeri Sanna Marinin hallituksen ohjelman mukaan sisävesiliikenteelle laaditaan kehittämisohjelma ottaen huomioon elinkeinoelämän ja vesiensuojelun kannalta parhaat kohteet. Osana liikenteen päästöjen vähentämiseen tähtääviä toimia sisävesiliikennettä edistetään EU:n tavoitteiden mukaisesti.

## 5.2 Keskeiset päästövähennykset

### 5.2.1 Vaihtoehtoiset käyttövoimat ja polttoaineet

Vaihtoehtoisilla käyttövoimilla tarkoitetaan tässä osiossa esimerkiksi tuuli- ja aurinkovoimaa sekä ladattavia akkuja. Vaihtoehtoisilla polttoaineilla tarkoitetaan esimerkiksi biopolttoaineita, vetyä, ammoniakkia sekä synteettisiä polttoaineita.

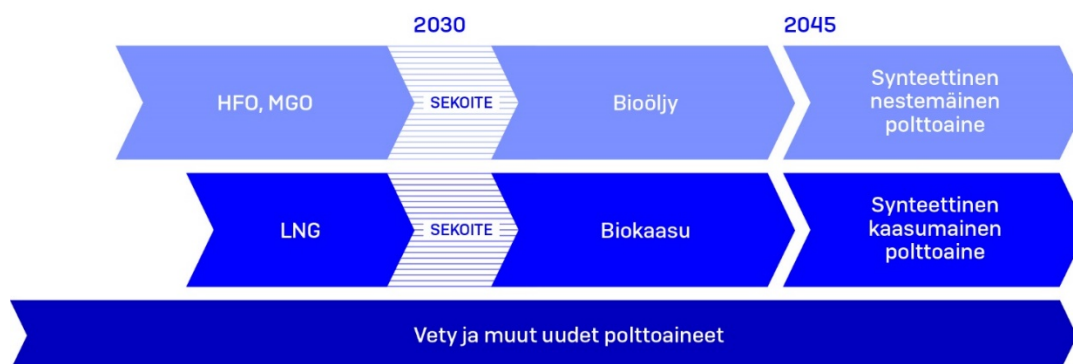
Meriliikenteen käyttöön sopii moni samoista vaihtoehtoisista käyttövoimista ja polttoaineista kuin muissakin liikennemuodoissa. Meriliikenteen näkökulmasta toistaiseksi suurimpia vaihtoehtoisiin polttoaineisiin liittyviä haasteita ovat kuitenkin perinteisiä polttoaineita korkeampi hinta, riittävyys meriliikenteen tarpeisiin, jakelutarpeiden ennakointi satamien tasolla sekä meriliikenteen luonteesta johtuvat tiukat turvallisuusvaatimukset. Useita vaihtoehtoisia polttoaineiden tutkitaan ja kehitetään parhaillaan meriliikenteen käyttöön, mutta joidenkin osalta laajamittaiseen kaupalliseen käyttöön on vielä matkaa.

Vuonna 2018 luokituslaitos DNV GL:n mukaan 0,3 % maailmalla liikenteessä olevista aluksista käytti jotain vaihtoehtoista polttoainetta. Samana vuonna telakoiden tilauskirjoissa olevista uusista aluksista 6,1 prosenttia oli vaihtoehtoisia polttoaineita käyttäviä. Suomen kauppalaivaston aluksista vajaa kaksi prosenttia käytti vuonna 2019 jotain vaihtoehtoista käyttövoimaa tai polttoainetta. Ulkomaan liikenteessä toimivista Suomen kauppalaivaston aluksista noin 10 % käytti vaihtoehtoisia polttoaineita tai käyttövoimia keväällä 2020. Suomen meriliikenteessä on tällä hetkellä käytössä LNG:tä, bioöljyä ja sähköverkosta ladattavaa sähköä käyttäviä sekä lisävoimana tuulivoimaa hyödyntäviä aluksia.

Jotta IMO:n nykyiseen päästövähennystavoitteeseen vuodelle 2050 yllettäisiin, DNV GL:n mukaan alusten energiatehokkuuden parantamisen lisäksi noin 30–40 % koko maailman aluskannasta tulee olla hiilineutraaleja polttoaineita käyttäviä vuoteen 2050 mennessä. Tämä on valtava haaste 30 vuoden aikajaksolle, kun otetaan huomioon, että esimerkiksi LNG:n kehittämiseen aluspolttoaineeksi kului noin 20 vuotta. Lisäksi on huomioitava, että alusten keskimääräinen käyttöikä on noin 25–30 vuotta. Vaihtoehtoisten polttoaineiden käyttöönoton ja niiden jakeluinfraktuurin kehityksen tuleekin merenkulussa olla hyvin nopeaa, jotta sovittuihin päästövähennystavoitteisiin päästään.

Yhtä parhaaksi havaittua vaihtoehtoista käyttövoimaa tai polttoainetta ei meriliikenteessä ole, vaan erilaisiin aluksiin ja eripituisille merimatkoille sopivat erilaiset käyttövoimat tai polttoaineet. Siksi useita vaihtoehtoja tulisi kehittää rinnakkain. Kokonaan uusien polttoaineiden ja niiden jakeluinfraktuurin kehittämistä ei voida jättää

odottamaan, vaan keskeistä on irrottautua nykyisistä fossiilisista polttoaineista mahdollisimman pian ja luoda vaiheittainen polku kokonaan päästöttömiin polttoaineisiin ja käyttövoimiin. Tätä varten tarvitaan varmuutta kehityssuunasta etenkin kansainvälisellä tasolla, sekä pitkän tähtäimen näkymä myös merenkulun ulkopuoliseen saatavilla ja kehitteillä olevaan energiapalettiin. Ilman selkeästi osoitettua suuntaa ja energia-alan kehitysnäkymää ei investointeja vaihtoehtoihin käyttövoimiin ja polttoaineisiin sekä niiden jakeluinfrastruktuureihin uskalleta tehdä.



Kuva 21. Esimerkki polusta yhä kestävämpiin polttoaineisiin meriliikenteessä.

Vaihtoehtoihin polttoaineisiin siirryttäessä on tärkeää, että laivan energiatehokkuus ja operointi on optimoitu, jotta uusiutuvaa energiaa ei tuhjata tehottomaan kuljetustyöhön. Energiatehokkuutta käsitellään erikseen kappaleessa ”6.3.2 Alusten energiatehokkuuden parantaminen”. Olennaista on myös niin sanottu polttoainejoustavuus eli aluksen mahdollisuus käyttää suoraan tai pienillä jälkiasennuksilla useita eri polttoaineita ja käyttövoimia elinkaarensa aikana.

## LNG

Nesteytetty maakaasu eli LNG (*Liquefied Natural Gas*) on metaania ja siten fossiilinen polttoaine, mutta sen käyttö voi vähentää aluksen hiilidioksidipäästöjä enimmillään noin 20 % moottoritypistä riippuen. Sen käyttö ei myöskään aiheuta juuri lainkaan rikki- ja pienhiukkaspäästöjä, ja myös typpipäästöt ovat merkittävästi perinteisiä polttoaineita pienemmät. Näiden molempien päästöjen osalta LNG:tä käyttävä alus vastaa sekä rikin että typen oksidien päästörajoitusalueiden määräyksiin (*Sulphur Emission Control Area SECA* ja *Nitrogen oxide Emission Control Area NECA*). Nämä näkökulmat ovat olennaisia aluksen aiheuttamia paikallisia päästöjä ajatellen. Etuna muihin vaihtoehtoisiin polttoaineisiin verrattuna on, että LNG:tä on hyvin saatavilla ja esimerkiksi Itämeren alueella sen jakeluinfrastruktuuria kehitetään.

Suomessa LNG:tä voi bunkrata aluksiin tällä hetkellä lähestulkoon kaikissa kansainvälisen liikenteen satamissa joko säiliöautolla jaeltuna tai suoraan terminaalista. Tuontiterminaleja on Porissa ja Torniossa, Haminan terminaali on rakenteilla ja In-koon terminaalia suunnitellaan. Suomenlahden aluetta palveleva LNG-tankkausalus on parhaillaan valmisteilla.

Hiilidioksidipäästöjen vuoksi LNG:tä ei voida pitää pitkän aikavälin vaihtoehtona meriliikenteelle. Lisäksi LNG:n tuotannon ja käytön eri vaiheissa ilmaan vuotava metaani on voimakas kasvihuonekaasu. Teknologisen kehityksen myötä metaanivuoto on vähentynyt, ja tutkimus- sekä tuotekehitystyö jatkuu. Keskeistä kaasumuotoisten polttoaineiden käytössä on kuitenkin mahdollisimman pikainen siirtyminen LNG:stä uusiutuvaan nestemäiseen biokaasuun tai synteettiseen metaaniin, kun nämä polttoaineet tulevat saataville. LNG:hen voidaan sekoittaa biometania, sillä biometani vastaa teknisiltä ominaisuuksiltaan metaania.

## Biopolttoaineet ja synteettiset polttoaineet

Biopolttoaineiden etuna on, että niitä voidaan sekoittaa perinteisiin fossiilisiin polttoaineisiin. Meriliikenteessä niillä voidaan korvata esimerkiksi raskasta polttoöljyä (*Heavy Fuel Oil*, HFO), meridieselä (*Marine Diesel Oil*, MDO), kaasuoöljyä (*Marine Gas Oil*, MGO) ja nesteytettyä maakaasua (*Liquefied Natural Gas*, LNG). Toinen merkittävä etu on, että jo liikenteessä olevien alusten polttoainejärjestelmiin ja jakeluinfrastruktuuriin ei välttämättä tarvitse tehdä merkittäviä muutoksia biopolttoaineiden käytön vuoksi. Keskeisimpiä haasteita ovat toistaiseksi olleet biopolttoaineiden riittävyys meriliikenteen tarpeisiin sekä perinteisiä polttoaineita merkittävästi kalliimpi hinta. Biopolttoaineiden raaka-aineiden saatavuus on rajallinen ja samoista raaka-aineista voidaan tehdä biodieselä, -metaania ja -metanolia.

Suomalaisista varustamoista esimerkiksi VG-Shipping on panostanut biopolttoaineiden käyttöön. Varustamo käyttää VG EcoFuel Oy:n valmistamaa bioöljyä, jonka raaka-aineet ovat kierrätettyjä kasvirasvoja sekä kalanperkuujätettä.

Biokaasulla ja synteettisellä uusiutuvalla kaasulla voidaan korvata fossiilista maakaasua (LNG). Meriliikenteen näkökulmasta biokaasun tulee olla jalostettua ja nesteytettyä. Vuonna 2017 Suomessa tuotetusta biokaasusta vain pieni osa oli tällaista, mutta biometaanin tuotannon on kuitenkin arvioitu lisääntyvän Suomessa ja maailmanlaajuisesti. Gasum Oy teki keväällä 2020 ensimmäisen sopimuksen, jossa asiakkaalle toimitetaan jatkuvasti LNG:n ja nesteytetyn biokaasun (10 %) seosta. Laajempaa seosten käytön yleistymistä on mahdollista edistää kannustimilla tai sekoitevelvoitteella.

Biopolttoaineiden ohella Suomessa on viime vuosina ryhdytty aktiivisesti kehittämään myös niin sanottuja synteettisiä polttoaineita (*power-to-x* -polttoaineet, P2X, synteettiset polttoaineet, sähköpolttoaineet). Jotta nämä polttoaineet olisivat kestävän kehityksen mukaisia, tuotanto vaatii runsaasti edullista ja uusiutuvaa sähköä, esimerkiksi tuuli- tai aurinkovoimaa. Lopputuotteena saatavilla uusiutuvilla polttoaineilla voidaan korvata nestemäisiä tai kaasumaisia fossiilisia polttoaineita. Synteettisiä polttoaineita ei kuitenkaan vielä ole markkinoilla liikennepolttoaineina.

## Vety

Vetyä (H<sub>2</sub>) pidetään potentiaalisena vaihtoehtoisena polttoaineena merenkulussa, koska sen käyttö ei aiheuta lainkaan hiilidioksidi, typpi- tai rikkidioksidipäästöjä. Sen haasteet ovat kuitenkin toistaiseksi samat kuin muissakin liikennemuodoissa: tuotannosta, varastoinnista ja kuljetuksesta aiheutuvat hiilidioksidipäästöt sekä jakeluinfrastruktuurin puute. Lisäksi vedyn varastointi vie paljon tilaa laivalla, koska vedyn tilavuuteen suhteutettu energiatiheys on paljon matalampi kuin perinteisillä polttoaineilla. Tämä on haaste kehitykselle. Meriliikennettä palvelevaa vedyn jakelu- ja bunkrausinfrastruktuuria ei ole tällä hetkellä olemassa. Vedyn käyttöönottoa voisi edistää useamman sektorin samanaikainen kehitys: esimerkiksi maa- ja meriliikenteen siirtyminen vetypohjaisiin ratkaisuihin yhdessä teollisuuden kanssa edesauttaisi investointien syntymistä, kun loppukäyttäjää olisi enemmän.

Maailmalla on käynnissä useita hankkeita liittyen vedyn käyttöön meriliikenteessä. Suomessa VTT koordinoi eurooppalaista innovaatiohanketta FLAGSHIPS, jonka tavoitteena on tuoda kaupalliseen liikenteeseen kaksi vedyllä kulkevaa nollapäästöistä laivaa. Hankkeeseen osallistuu Suomesta myös ABB. Lisäksi merentutkimusalue Arandalla on käynnissä VTT:n koordinoima eurooppalainen projekti, jossa kokeillaan vetypohjaista polttokennoteknologiaa.

## FLAGSHIPS-HANKE

FLAGSHIPS-projektin tavoitteena on nostaa nollapäästöisen vesiliikenteen valmiutta demonstroimalla kaksi vetypolttokennolaivaa kaupallisissa sovelluksissa. Projektissa otetaan käyttöön kaksi alusta, joista toinen on työntöalus, joka operoi Ranskan Lyonissa osana kaupungin tavaraliikenne- ja jätteenkäsittelyjärjestelmää. Toinen alus taas on matkustaja- ja autolautta, joka liikennöi Norjan Stavangerissa osana alueen julkista liikenneverkkoa. Projekti on saanut rahoitusta EU:n Horizon 2020 -ohjelman alaiselta *Fuel cells and Hydrogen Joint Undertaking* -instrumentilta 5 M€. Projektin kokonaisbudjetti on 6,8 M€.

Projektissa asennetaan yhteensä 1 MW edestä polttokennojärjestelmiä aluksille. Molemmissa kohteissa polttoaineena käytetään uusiutuvasta energiasta elektrolyysin avulla paikallisesti tuotettua vetyä, joka varastoidaan paineistettuna kaasumaisena vetyä aluksilla. Alukset käyvät projektin aikana läpi mittavan turvatarkastelun, jolla varmistetaan vähintään saman tasoinen turvallisuus kuin perinteisissä käyttövoimaratkaisuisissa.

Kumminkin projektissa mukana olevan varustamon (CFT ja Norled) tavoitteena on projektin jälkeenkin jatkaa alusten operointia kaupallisesti. Konsortio koostuu kymmenestä partnerista: VTT (koordinointi, turvatarkastelu, tekno-ekonominen analyysi), Norled, CFT, Ballard, ABB Finland, Westcon Power & Automation, LMG Marin (Norja ja Ranska), Pers-EE sekä NCE Maritime Cleantech.

## Metanoli

Metanolista laivapolttoaineena löytyy jo esimerkkejä maailmalta. Esimerkiksi norjalaisella *Waterfront Shipping* -varustamolla oli vuoden 2019 lopussa yksitoista alusta, joiden moottorit kykenivät käyttämään polttoaineenaan meridieselin lisäksi metanolia. Matkustaja-autolautta *Stena Germanican* käyttämästä polttoaineesta 25 % on metanolia. Saksassa metanolia käyttävät polttokennot ovat käytössä sisävesiliikenteessä operoivalla matkustajalaivalla nimeltä *Innogy*. Haasteita laajamittaisemmalle hyödyntämiselle ovat kestävästi tuotetun metanolin hinta ja puutteellinen infrastruktuuri.

Jotta metanolin käyttö laivapolttoaineena vähentäisi meriliikenteen kasvihuonekaasupäästöjä, on se tuotettava uusiutuvalla energialla uusiutuvista raaka-aineista kuten selluloosapohjaisista jäte- ja tähdeaineista tai maanviljelyn jätteistä. Metanolia voidaan tuottaa myös suoraan voimaloiden hiilidioksidipäästöistä. Nykyään maailmalla saatavilla oleva metanolia tuotetaan yleisimmin maakaasusta, jolloin käyttö laivapolttoaineena johtaa öljypohjaisia polttoaineita suurempiin kasvihuonekaasupäästöihin polttoaineen koko elinkaarta tarkasteltaessa (suuruusluokka +5 %).

## Ammoniakki

Ammoniakki (NH<sub>3</sub>) on todettu potentiaaliseksi laivapolttoaineeksi useissa tutkimuksissa. Sen käyttö ei aiheuta hiilidioksiditai rikkidioksidipäästöjä. Ammoniakin keskeinen etu on, että sen on vetyä korkeamman energiatiheydensä puolesta nähty sopivan hyvin valtameriliikenteen käyttöön. Nestekaasua (LPG) käyttävä laivat voitaisiin tulevaisuudessa muuntaa kohtalaisen helposti ammoniakkikäyttöisiksi. Ammoniakkia valmistetaan suuria määriä muita aloja varten.

Markkinoilla ei ole vielä olemassa laivamoottoria, joka voisi käyttää ammoniakkia. Sen käyttöön liittyy useita teknisiä haasteita ja turvallisuuskäyttökohtia, sillä ammoniakki on erittäin myrkyllistä ja syövyttää kuparia, nikkeliä ja muovia. Polttomoottoreissa käytettynä ammoniakki aiheuttaa typpioksidipäästöjä. Polttomoottoreiden lisäksi ammoniakkia voitaisiin käyttää polttokennoissa. Ammoniakin käyttöönottoa meripolttoaineena joudutaan vielä odottamaan ainakin siihen asti, kunnes tekniikkaan ja turvallisuuteen liittyvät haasteet on ratkaistu.

## Ydinvoima

Ydinvoimaa on pohdittu voimanlähteeksi kauppamerenkulkuun siitä lähtien, kun ensimmäiset ydinkäyttöiset sukellusveneet rakennettiin.<sup>258</sup> Ydinvoiman käytöstä aluksella ei aiheudu hiilidioksidipäästöjä, eikä ydinkäyttöisen aluksen tarvitse tankata läheskään yhtä usein kuin perinteisiä polttoaineita käyttävän.<sup>259</sup> Näiden ja muiden hyötyjen vastapainona ydinvoiman käyttöön liittyy kuitenkin merkittäviä haasteita alusturvallisuuden, säteilyturvallisuuden sekä voimanlähteiden valvonnan osalta.

Maailmalla on toistaiseksi rakennettu ja ollut käytössä neljä ydinkäyttöistä rahtilaivaa, jotka ovat liikennöineet poikkeusluvilla. Todennäköisesti myös tulevaisuudessa mahdolliset ydinkäyttöiset alukset tulevat ainakin aluksi operoimaan poikkeusluvilla ennen kuin IMO:n sääntelyä tarkennettaisiin. Kansainvälisten kanavien ja satamien käyttöön liittyvien rajoitteiden lisäksi pienydinreaktoreiden omistukseen liittyy oikeudellisia ja poliittisia haasteita, jotka rajoittavat niiden yleistymistä kauppamerenkulussa, vaikka ne teknisesti aluksilla toimitaisivatkin.

---

<sup>258</sup> When America Dreamed of a Nuclear-Powered Cargo Fleet 2.12.2015, <https://www.flexport.com/blog/nuclear-powered-cargo-ships/>.

<sup>259</sup> Nuclear Ship Propulsion: Is it the Future of the Shipping Industry? 13.12.2019, <https://www.marineinsight.com/tech/nuclear-ship-propulsion-is-it-the-future-of-the-shipping-industry/>.



## Lisävoimalähteet kuten tuuli ja aurinko

Tuulivoimaa voidaan hyödyntää meriliikenteessä parhaiten propulsion apuvoimana alukseen asennettavilla roottoripurjeilla tai muilla purjeratkaisuilla. Roottoripurjeet vähentävät käytännössä aluksen polttoaineen kulutusta 5–20 % riippuen olosuhteista.

Suomalaisen roottoripurjeita kehittävä ja valmistava Norsepower Oy arvioi, että tuuli-voiman avulla on mahdollista pienentää maailmanlaajuisen meriliikenteen hiilidioksidipäästöjä jopa 82 miljoonaa tonnia vuodessa, mikä vastaa noin kaksinkertaista määrää koko Suomen vuosittaisista hiilidioksidipäästöistä. Purjeita on mahdollista asentaa lähes kaikkiin alustyyppeihin. Varustamolle roottoripurjeinvestointi maksaa itsensä takaisin yleensä alle kymmenessä vuodessa.

Aurinkoenergiaa voidaan hyödyntää meriliikenteessä aluksille asennettavilla aurinkopaneeleilla. Meriliikenteen näkökulmasta aurinkopaneelien haaste on hyötysuhde. Se on tällä hetkellä vain noin 17–21 %, joten suuriltakaan aluspinoilta ei saada merkittävästi energiaa talteen. Tankkerit ja bulkkerit ovat potentiaalisimpia alustyyppisiä aurinkopaneelien asennusta ajatellen, sillä niissä on paljon kansipinta-alaa. Wärtsilän ja MacGregorin tutkimuksessa, jossa bulkkeriin asennettiin maksimimäärä aurinkopaneeleja, huipputeho oli noin 250 kW eli kolmannes yhden apukoneen tehosta.<sup>260</sup> Kyseisestä tehomäärästä on hyötyä esimerkiksi valaistusta ajatellen.

Kansipinta-alojen lisäksi aurinkoenergiaa voidaan hyödyntää esimerkiksi seinäpinoilla ja etenkin aluksilla olevilla lasipinoilla. Lasipintoja voidaan korvata läpinäkyvillä lasi/lasi -aurinkopaneeleilla, jolloin potentiaalinen huipputeho voi aluksesta riippuen kasvaa merkittävästi. Seinäpintojen etuna on paneelien noin 90 asteen asennuskulma, jolloin ne ottavat vastaan myös veden pinnasta heijastuvaa auringon säteilyä.

## Sähkö ja akkuteknologia

Uusiutuvalla energialla tuotettu sähkö on yksi mahdollinen meriliikenteen ilmastopäästöjä pienentävä käyttövoima. Sen nykyistä tehokkaammalla ja laajemmalla hyödyntämisellä voidaan vähentää etenkin lyhyiden merimatkojen ilmastopäästöjä. Maasähkön käyttö satamassaolon aikana mahdollistaa satamassa syntyvien päästöjen pienentymisen. Merellä erilaisten sähköhybridiratkaisuiden hyötynä on, että akut voivat tasata syntyviä kuormituspiikkejä, jolloin aluksen moottori voi käydä optimaalisella hyötysuhteella. Akkujen käyttö vähentää aluksen polttoaineen kulutusta.

---

<sup>260</sup> Heinonen: Utilizing Solar Energy in Hatch Cover Operations (2017).

Suomen lipun alla kulkee toistaiseksi vain muutama kokonaan tai osittain varastoitua sähköä päävoimanlähteenään käyttävä alus. Merentutkimusalus Arandalla on ollut peruskorjauksen jälkeen vuodesta 2018 lähtien valmius kulkea lyhyitä matkoja pelkätään akkusähköllä. Suomen ensimmäinen hybridilautta Elektra aloitti liikennöinnin Paraisten ja Nauvon saarten välillä kesäkuussa 2017. Se on Suomen suurin maantielautta ja lähes kokonaan sähkökäyttöinen. Aluksen dieselmootoreita käytetään vain, jos akkujen varaus ei riitä.

Suomen ensimmäinen maasähköllä toimiva kaapelikelalossi aloitti liikennöintinsä Nauvon Högsarin reitillä syyskuussa 2018. Alus saa käyttövoimansa sähköverkosta pitkin kaapelia, joka kelautuu lossilla olevaan kelaan ajon aikana. Sähkökatkojen varalta aluksella on dieselillä toimiva varageneraattori. Vastaava tekniikka on toteutuskelpoinen myös monella muulla lossireitillä ympäri Suomen.

Vaasan ja Uumajan väliseen liikenteeseen Rauman telakalta vuonna 2021 valmistuvaan hybridikäyttöiseen *Aurora Botniaan* tulee matkustaja-autolautoissa harvinaisempi sähkökäyttöinen ruoripotkurijärjestelmä. Akkuja on tarkoitus käyttää lisävoimana etenkin Merenkurkun ankarissa talviolosuhteissa sekä satamiin tuloissa ja lähdöissä.

## Maasähkö satamissa

Maasähkön avulla satamassa olevat alukset voivat pitää laivan sähköjärjestelmät käynnissä ilman aluksen omia diesel-sähkögeneraattoreita. Aluksen laiturissa tapahtuvasta polttoaineen kulutuksesta on mahdollista korvata maasähköllä noin 50–80 %. Maasähkön käyttö vähentääkin alusten hiilidioksidipäästöjä satamassa ollessa merkittävästi edellyttäen, että sähkö on tuotettu kestävästi. Maasähkön käytön etuja kasvihuonekaasupäästöjen vähenemisen lisäksi ovat melun ja paikallisten päästöjen väheneminen.

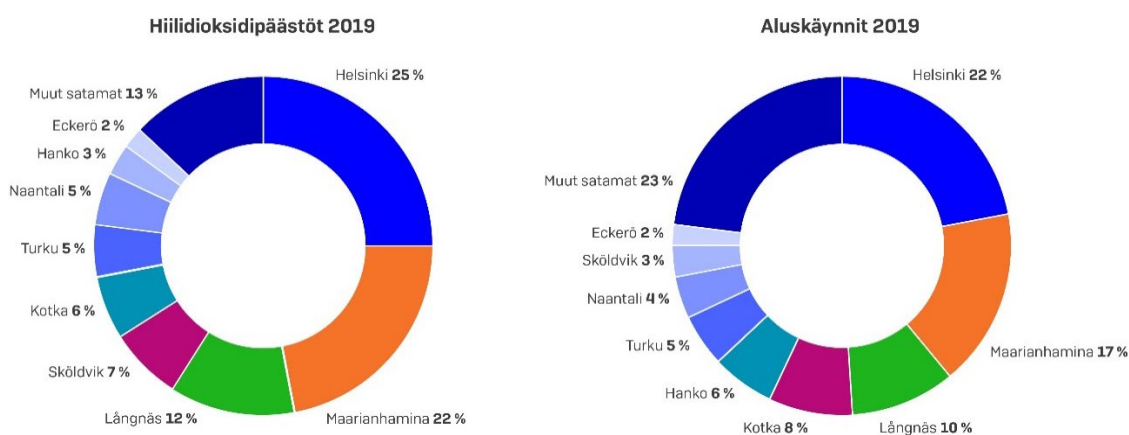
Yhden laiturin maasähköinvestointi satamalle on noin 1,5 miljoonaa euroa tai enemmän riippuen mm. siitä, onko kyseessä uudis- vai laajennusinvestointi. Luonnollisesti myös alueen sähköverkkoyhtiön tulee investoida satama-alueen sähköyhteyksiin ja kapasiteettiin, varustamoiden taas sopiviin järjestelmiin aluksilla. Verkkoyhtiöllä ei välttämättä ole kannustinta varautua suureen tehontarpeeseen satamassa, jos ei ole riittävää varmuutta tarpeen vakaudesta ja pysyvyydestä. Laituriajan sähkönkulutus on erittäin mittaavaa esimerkiksi risteilyaluksilla suuren hotellikuorman ja irtolastialuksilla niillä sijaitsevien lastinkäsittelylaitteiden vuoksi.

Merkittävien investointitarpeiden lisäksi varustamoiden kannalta yksi olennainen maasähkөөn liittyvä kysymys on hintaero omalla polttoaineella tuotetun sähkön ja

maasähkön välillä. Lisäksi kattavien kansainvälisten standardien puute, satamien vielä nykyään vähäiset maasähkövalmiudet sekä hakurahtialuksilla usein vaihtuvat satamat ja laituriportit ovat olennaisia tekijöitä. Varustamon kannalta maasähkön käyttö voi olla kannattavaa, jos sähkön käytöstä aiheutuvat kulut ovat pienemmät kuin aluksen polttoaineen käytöstä aiheutuvat kulut. Lisäksi energiaa tulisi käyttää laituriportissa ollessa sen verran paljon, että sähkön ja polttoaineen hintaero kompensoi järkeväällä aikavälillä aluksen maasähköliittämään liittyviä investointikuluja.

Yksi maasähkön käyttökuluihin vaikuttava tekijä on sähkövero. Satamien maasähkö kuuluu Suomessa edelleen kalliimpaan sähköveroluokkaan 1 toisin kuin esimerkiksi Ruotsissa, Tanskassa ja Saksassa. Nämä Suomen verokorkeudet ovat myös hakeneet ja saaneet EU:lta luvan energiaverodirektiivin 19 artiklan mukaiseen poikkeukseen noudattaa alennettua verokantaa maasähkön osalta.

Monissa Suomen pienissä hakurahtisatamissa liikenne on melko ajoittaista ja luonteeltaan vaihtelevaa, jolloin maasähköt investointi ei yleensä ole kannattavaa, eikä vähennä satamassa syntyviä päästöjä merkittävästi. Suuremmissa linjaliikenteen satamissa aluskäynnit sen sijaan ovat säännöllisempiä ja maasähkön käytöllä alusten satamassaolon aikaiset päästöt voivat laskea huomattavasti. Päästövähennyspotentiaalia eri satamissa tulisi selvittää tarkemmin. Satamapäästöihin vaikuttavat myös esimerkiksi alusten satamaan sisään- ja ulosajon aikana syntyvät päästöt. Maasähkön toteuttamista punnitaan yleisesti varustamoiden ja satamien kesken säännölliseen liikenteeseen rakennettavien uusien alusten suunnittelun yhteydessä.



Alusten hiilidioksidipäästöt Suomen satamissa vuonna 2019 olivat yhteensä 0,62 Mt, mistä 0,55 Mt syntyi 10 suurimmassa satamassa. Aluskäyntejä satamissa tehtiin vuonna 2019 yhteensä 37 165, joista 29 736 oli 10 suurimmassa satamassa.

**Kuva 22. Alusten satamassaoloaikaiset hiilidioksidipäästöt ja käynnit satamissa MEERI-laskentajärjestelmän mukaan vuonna 2019**

Nykyisessä EU:n vaihtoehtoisten käyttövoimien direktiivissä veloitetaan ensisijaisesti TEN-T -ydinverkon satamat ja muut satamat tarjoamaan maasähköyhteyttä vuoden 2025 loppuun mennessä, paitsi jos kysyntää ei ole tai kustannukset ovat suhteettomia hyötyihin nähden, ympäristöhyödyt mukaan luettuina. Vuoden 2020 keväällä maasähkön kiinteitä laitteistoja oli Suomessa käytössä Helsingin (Katajanokka), Oulun (Oritkarin pohjoislaituri) ja Kemian satamissa. Myös Ahvenanmaalla Maarianhaminan ja Långnäsän satamissa sekä Berghamnin yksityiskäytössä olevassa satamassa on yksittäisille aluksille räätälöity kiinteät maasähköyhteykset. Jäämurtajat ovat jo pitkään olleet kesäkuukausina kytkettyinä maasähköön.

Helsingin satama on päättänyt rakentaa Olympiaterminaaliin uuden maasähköliittämän Tukholman liikennettä varten, ja myös Länsisataman, Vuosaaren sataman sekä Hernesaaren risteilylaitureiden maasähköliittämien suunnittelu on käynnissä. Kvarken Ports Ltd. toteuttaa Vaasan ja Uumajan väliseen liikenteeseen valmistuvalle alukselle maasähköliittämät kumpaakin satamaan.

Turun ja Naantalien satamat ovat selvittäneet maasähkön rakentamista yleisellä tasolla ja todenneet kustannukset suhteettomiksi hyötyihin nähden. Naantalien sataman helmikuussa 2020 hyväksynnän saanut EU-rahoitushakemus sataman kehittämiseen pitää kuitenkin sisällään maasähköinvestoinnin. Turun matkustaja-alusliikenne on tiheästi ja säännöllisesti liikennöityä, mutta alusten satamassaoloaika on vain noin tunti, mikä on toistaiseksi liian lyhyt aika maasähkön tehokkaaseen hyödyntämiseen. Matkustajaliikenteen laitureiden perusparannuksen suunnittelun ja rakentamisen yhteydessä voidaan kuitenkin huomioida valmiudet myös maasähkön tarjoamiselle. Perusparannushankkeen valmistumisen tavoiteaikataulu on vuosi 2025.

EU:n komissio on kertonut aikeestaan ehdottaa osana Green Dealia aluksille velvollisuutta käyttää maasähköä laiturissa ollessaan. Ehdotus voidaan nähdä vastinparina vaihtoehtoisten polttoaineiden jakeluinfradirektiivissä suurimmille satamille asetettuun veloitteeseen tarjota maasähköä. Pääosa suomalaisten matkustajalaivavarustamojen Helsingin ja Tukholman välisessä liikenteessä kulkevista aluksista hyödyntää jo nykyään maasähköä satamissa.

## Haasteet ja mahdollisuudet vuoteen 2030

LNG:ta käyttävien alusten lukumäärä Itämerellä tulee todennäköisesti kasvamaan lähivuosina niin maailmanlaajuisen rikkisääntelyn kuin alueella kehittyvän bunkrausinfrastruktuurin kehittymisen myötä. Koska samaa jakeluinfrastruktuuria voidaan käyttää biokaasun ja synteettisten kaasujen jakeluun, tämä on merkittävä mahdollisuus siirtyä

suhteellisen pian fossiilittomiin kaasumaisiin polttoaineisiin nyt LNG:tä käyttävien alusten osalta. Kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseksi tavoitteita vastaavalla tavalla merkittävä osa LNG:stä tulisi vuoteen 2030 mennessä korvata biokaasulla.

Metaanivuoto on LNG:n osalta merkittävä haaste. Vuodon merkityksestä kasvihuonekaasupäästöjen lähteenä on kuitenkin hyvin erilaisia arvioita ja ne vaihtelevat riippuen kaasun alkuperästä. Joidenkin selvitysten mukaan metaanivuoto vie kaikki LNG:n ilmastohyödyt, toiset taas osoittavat selvää hyötyä suhteessa esimerkiksi dieselöljyyn. Moottorivalmistajat ovat teknologisen kehitystyön avulla pystyneet vähentämään vuotoa, mutta metaanivuodosta tarvitaan vielä lisää varmennettua tutkimustietoa. Sen minimoimiseen tulee moottori- ja alustekniikassa kiinnittää edelleen huomiota.

Biodieseliä on jo mahdollista sekoittaa fossiilisen dieselin joukkoon tai käyttää sellaisenaan dieselmootoreissa. Vastaavien nykyisiin polttoaineisiin sekoitettavien eli ns. *drop-in* -polttoaineiden kehittäminen ja niiden käytön edistäminen voivatkin vähentää merenkulun päästöjä merkittävästi tulevan vuosikymmenen aikana. Biopolttoaineiden käyttöönottoa voidaan vauhdittaa varmistamalla niiden saatavuus Suomen satamissa. Tällä hetkellä ei kuitenkaan ole tiedossa, mistä saataisiin riittävästi edullista biodieseliä Suomessa bunkraavan meriliikenteen käyttöön.

Kaikki kauppamerenkulun käyttämät polttoaineet ovat Suomessa kansainvälisen ja muiden EU-maiden linjan mukaisesti vapaita valmisteverosta ja huoltovarmuusmaksusta. Biopolttoaineiden vapaus valmisteverosta ja huoltovarmuusmaksusta on kuitenkin valvonnallisista syistä toteutettu palautusmenettelyn kautta toisin kuin perinteisten polttoaineiden kohdalla. Tämä on johtanut alalla virheelliseen käsitykseen, että kauppamerenkulun biopolttoaineet eivät olisi verovapaita. Myös muut biopolttoaineiden verokohteluun eri maissa ja liikennemuodoissa liittyvät seikat vaikuttavat merkittävästi biopolttoaineiden hintaan suomalaisissa satamissa. Nämä virheellisiin tulkintoihin ja verokohteluun liittyvät haasteet tulee pikaisesti korjata.

Merenkulussa biokaasun käytön odotetaan yleistyvän nopeammin kuin nestemäisten biopolttoaineiden. Tätä siirtymää on tärkeä tukea ja huolehtia samalla, että myös mahdollisen meriliikenteen käyttöön tulevan biodieselin valmistukseen riittää raaka-aineita. On huomioitava myös biokaasun riittävyys meriliikenteeseen: jos rajallinen tuotanto käytetään maantieliikenteessä, ei biokaasua riitä meriliikenteeseen.

Biopolttoaineisiin ja synteettisiin polttoaineisiin liittyvät meriliikenteessä samat haasteet: riittävyys ja perinteisiä polttoaineita merkittävästi korkeampi hinta. Synteettisten polttoaineiden ja niihin liittyvien teknologioiden kehitys vaikuttaa lupaavalta, mutta aikataulua ja synteettisten polttoaineiden tulevaa hintaa on toistaiseksi haastavaa arvioida. Lisäksi synteettisten polttoaineiden ympäristöedut eivät ole yksiselitteisiä, sillä niiden valmistaminen on energiantensiivistä ja vaatii siten suuren määrän puhdasta

sähköä. Ollakseen varteenotettavia vaihtoehtoja meriliikenteen kasvihuonekaasujen vähentämiseksi synteettisiä polttoaineita tulisi tuottaa huomattavia määriä satamissa, lähellä uusiutuvan energian lähteitä ja merkittäviä meriliikenteen väyliä. Tällaisia alueita on esimerkiksi Chilessä<sup>261</sup> ja Marokossa.

Uusiutuvista energianlähteistä etenkin tuulta hyödyntävät ratkaisut tarjoavat vaihtoehtoja merenkululle. Tuulivoimaratkaisuja tulee lähivuosina siirtyä hyödyntämään täysimääräisesti etenkin niillä merireiteillä, joissa olosuhteet ovat otollisimmat. Myös aurinkovoima voi olla tulevaisuuden uusiutuva energialähde meriliikenteelle. Sen osalta haasteena on aurinkopaneelien matala hyötysuhde.

Sähköverkosta akkuja lataavien ja satamassa maasähköä käyttävien alusten lukumäärä tulee todennäköisesti lisääntymään lähivuosina kiristyvän kansainvälisen päästösääntelyn sekä satamien parempien latausmahdollisuuksien myötä. Meriliikenteen laajempi sähköistyminen vaatii kuitenkin sekä akkuteknologian kehittämistä, että parempia mahdollisuuksia akkujen lataamiseen satamissa. Pitkille merimatkoille tarvittaisiin edelleen niin suuria ja painavia akkuja, ettei niiden sijoittaminen alukselle ole käytännöllistä. Lisäksi vesiliikenteessä käytettävät akut ovat edelleen jopa kymmenen kertaa kalliimpia kuin vastaavan suhteellisen kapasiteetin omaavat akut tieliikenteessä. Hintaero liittyy tuotantoprosessiin, turvallisuusvaatimuksiin, vähäisempään mittakaavaetuun sekä suurempiin asennuskuluihin.

Satamien maasähkøyhteyksien kehittämisessä haasteina puolestaan ovat suuret, kaupunkien tai alueiden sähköverkoja kuormittavat tehontarpeet, sekä sähkön vähäinen ja vain ajoittainen kysyntä etenkin pienemmissä satamissa. Aluksilta maasähkön käyttö vaatii tarpeeksi pitkän satamassaoloajan lisäksi maasähkön vastaanottoon sopivaa tekniikkaa.

Maasähkøyhteyksien parantaminen voidaan liittää muihin satama-alueen kehitysprojekteihin, jolloin mahdolliset hyödyt ja kytkökset muun infrastruktuurin kehittämiseen voivat tulla selkeämmin näkyviksi myös satamakaupungeille. Maasähkön kehittämiseen auennee lähivuosina lisää rahoitusmahdollisuuksia eri EU-lähteistä.

## Haasteet ja mahdollisuudet vuoteen 2045

Merkittävä osa tänään rakennettavista aluksista on liikenteessä vielä vuonna 2045. Nykyisen merenkulun käyttövoimien jakeluinfrastruktuurin tulisi siihen mennessä palvella näille aluksille sopivien fossiilittomien polttoaineiden kuten biometaanin ja syn-

---

<sup>261</sup> Alternative Fuels for Shipping 2020, <https://europe.edf.org/alternative-fuels-shipping>.

teettisen metaanin jakelua. Lisäksi nyt rakennettavien alusten käyttövoimaratkaisuiden tulisi olla joustavia niin, että alukset voivat hyödyntää nyt kehitysvaiheessa olevia, mutta vuonna 2045 jo käytössä olevia uusia polttoaineita. Tämä on valtava haaste alusten suunnittelulle.

Teknologian kehittyessä alusten pintamaalit voitaisiin saada tuottamaan sähköä, jolloin kaikki laivan maalatut ulkopinnat saataisiin toimimaan aurinkopaneeleina. Tällaiset innovatiiviset ratkaisut eivät tulevaisuudessakaan riitä korvaamaan pääasiallisia käyttövoimia, mutta niiden käytöllä voidaan vähentää pääasiallisilla käyttövoimilla tuotetun energian kulutusta aluksella.

### **Jatkovalmistelussa huomioitavaa/työryhmä suosittelee:**

- Korjataan verohallinnon tuella virheelliset tulkinnat kauppamerenkulun käyttämien biopolttoaineiden verokohtelusta, ja selvitetään mahdollisuudet yksinkertaistaa verokohtelua. Muutetaan tarvittaessa asetusta nestemäisten polttoaineiden valmisteverosta, jotta epäselvyyksiä biopolttoaineiden verokohtelusta kauppamerenkulussa ei syntyisi.
- Selvitetään, kuinka biopolttoaineiden veroedut eri maissa ja liikennemuodoissa vaikuttavat näiden polttoaineiden jakeluun ja hintaan kauppamerenkulussa. Hinta on edelleen keskeisin polttoainevalintoja ohjaava tekijä kilpailuilla meriliikennemarkkinoilla.
- Itämeren lähimerenkulussa käyttövoimien kehityskulku voisi nojata akkuteknologian ja maasähkön ohella niin nestemäisten kuin kaasumaisten polttoaineiden korvaamiseen vaiheittain biopolttoaineilla EU:n laajuista sekoitevelvoitetta ja kannustumia käyttäen. Selvitetään biopolttoaineiden sekoitevelvoitteen vaikutukset kauppamerenkulun päästöjen vähentämiseen ja merenkulun polttoaineiden hinnoitteluun.
- Nestemäisten biopolttoaineiden osalta tarvitaan lisätietoa niiden saatavuudesta meriliikenteen tarpeisiin. Laaditaan selvitys biopolttoaineiden saatavuudesta meriliikenteen tarpeisiin.
- Tuetaan tutkimus- ja innovaatorahoituksella kokonaan uusien merenkulun polttoaineiden kuten metanolin, vedyn, ammoniakkin ja synteettisten polttoaineiden ja käyttövoimien sekä niiden vaatimien alusteknologioiden kehitystyötä. Suomalaisten toimijoiden tulee jatkaa aktiivisessa roolissa uusien polttoaineiden kansainvälisissä ja EU:n laajuisissa tutkimus- ja kehityshankkeissa.
- Siirretään maasähkön verotus alimpaan sähköveroluokkaan ja haetaan EU:lta energiaverodirektiivin 19 artiklan mukainen poikkeuslupa Ruotsin, Tanskan ja Saksan tavoin noudattaa maasähkössä alennettua verokantaa. Jatkossa tulisi harkita mahdollisuuksia kokonaan verottoman maasähkön tarjoamiseen, mikäli EU-lainsäädäntö sallii tämän tulevaisuudessa. Vertailukohdaksi tulee ottaa sähköinen raideliikenne, jonka käyttämä sähkö on täysin verotonta.

- Yhteysalus- ja maantielauttaliikenteessä, jossa palveluiden tilaajana on julkishallinto, valtion tulee hankinta- ja sopimusehdoissa vaatia mahdollisuuksien mukaan maasähkön ja muiden vaihtoehtoisten käyttövoimien hyödyntämistä.
- Varmistetaan riittävä ja toimiva vaihtoehtoisten polttoaineiden jakeluinfrastruktuuri Suomessa jatkamalla kansallisen liikenteen vaihtoehtoisten käyttövoimien jakeluverkkoa koskevan ohjelman toimeenpanoa. Ohjelman päivityksen yhteydessä arvioidaan tarve päivittää tavoitteita ja toimenpiteitä jakeluinfran osalta.

## 5.2.2 Alusten energiatehokkuuden parantaminen

Merenkulku on etenkin irtolastikuljetuksissa energiatehokkain ja yleensä myös vähäpäästöisin kuljetusmuoto. Jo liikennöivien alusten energiatehokkuuden parantaminen ja vielä rakentamattomien uusien alusten energiatehokkuuden sääntely ovat kansainvälisellä tasolla keskeisiä keinoja merenkulun kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseksi edelleen. Energiatehokkaammat alukset kuluttavat vähemmän polttoainetta ja aiheuttavat siten vähemmän päästöjä ilmaan.

IMO:n määräysten mukaan lähes kaikkien uusien rahti- ja matkustaja-alusten on täytettävä energiatehokkuutta koskevaan suunnitteluindeksiin EEDI (*Energy Efficiency Design Index*) liittyvät määräykset. EEDI koskee säännöksissä erikseen mainittuja alustyyppisiä ja -kokoja, joiden bruttovetoisuus on 400 tai enemmän. Aluksen EEDI-indeksiin vaikuttavia tekijöitä ovat aluksen koneteho, nopeus, kapasiteetti ja polttoaine. Käytännössä EEDI on luku, joka kertoo laivan hiilidioksidipäästöjen suhteen laivan tekemään kuljetustyöhön. Alukselta vaadittava EEDIn mukainen energiatehokkuustaso riippuu alustyyppistä, aluksen koosta ja rakentamisajankohdasta. EEDIn tarkoituksena on edistää entistä energiatehokkaampien ja siten vähemmän hiilidioksidipäästöjä tuottavien alusten rakentamista. Vaatimustaso on tiukentunut vaiheittain vuodesta 2013 alkaen.

Jo liikennöivien alusten operatiivisilla toimenpiteillä voidaan vaikuttaa polttoaineen kulutukseen ja siten kasvihuonekaasupäästöihin. Tätä varten aluksella tulee olla energiatehokkuuden hallintasuunnitelma (*Ship Energy Efficiency Management Plan, SEEMP*). SEEMP kattaa aluksen energiatehokkaaseen käyttöön liittyviä toimenpiteitä, kuten reitinvalinta, nopeuden optimointi, rungon puhdistus kitkan pienentämiseksi ja lastinkäsittelyjärjestelmien käytön optimointi, joiden tehokkuutta aluksen omistajan on seurattava ja tarvittaessa parannettava. Vaikka alukselta vaaditaan energiatehokkuuden hallintasuunnitelma, se ei kuitenkaan tällä hetkellä velvoita alusta vähentämään päästöjä. SEEMP:n velvoittavuuden ja seurannan tehostamista on pohdittu IMO:ssa yhtenä päästövähennyskeinona.

Koska polttoaineen kulutus on keskeinen kuluerä varustamoille, energiatehokkuuden parantamiseksi on jo tehty paljon. Ilmatieteen laitoksen tutkimuksen mukaan Itämeren



alueella liikkuvien alusten operatiivisen energiatehokkuuden arvioidaan parantuneen noin 20 % vuodesta 2008 vuoteen 2018. Näin on tapahtunut siitä huolimatta, että kuljetussuorite samalla ajanjaksolla kasvoi noin 12,5 %. Hiilidioksidipäästöt kuitenkin laskevat tänä aikana vain 6,2 %. Ilmatieteen laitoksen tutkimuksen mukaan tuloksiin vaikuttivat aluskannan uusiutuminen sekä alusten operointinopeuksien aleneminen.

### 5.2.3 Uusien alusten suunnittelu ja alustyyppien kehitys

Koko maailman aluskannan on perinteisesti ajateltu muuttuvan yhä energiatehokkaammaksi uusien alusten suunnittelun ja rakentamisen myötä. Tulevaisuudessa nykyistä pidempien ja kapeampien alusten rakentaminen voisi olla yksi ratkaisu alusten energiatehokkuuden parantamiseksi nykyisestään. Myös isommat aluskoot parantavat alusten energiatehokkuutta EEDI-sääntelyn ja muun kansainvälisen merenkulun ympäristösääntelyn edellyttämällä tavalla. Kehitys on kuitenkin vahvasti sidoksissa merenkulun markkinoihin. Tiedetään esimerkiksi, että aluksen pituus vaikuttaa merkittävästi rakentamiskustannuksiin ja näin ollen lyhyempien ja leveämpien alusten rakentamista saatetaan suosia, mikä ei ole paras ratkaisu aluksen energiatehokkuutta ja ilmastotavoitteiden saavuttamista ajatellen.<sup>262</sup>

Uusien alusten energiatehokkuuden kehitys ei ole ollut tasaista, vaan eri alustyyppien välillä on tutkitusti merkittäviä eroja.<sup>263</sup> Meriliikenteen päästöjen vähentämisen näkökulmasta on olennaista paitsi se, että tulevaisuuden laivat kaikissa alustyypeissä ovat nykyisiä vähäpäästöisempiä, myös se että liikennöintikonseptien muutokset osattaisiin mahdollisimman varhaisessa vaiheessa huomioida alussuunnittelussa. Esimerkiksi rahti- ja matkustajaliikenteen yhdistäminen on toistaiseksi tuonut tehokkuus- ja kustannushyötyjä suomalaisille rahdinantajille, joten on rakennettu tätä konseptia palvelevia aluksia. Matkustuskäyttötymisen muutokset voivat kuitenkin tulevaisuudessa joutaa merirahdin ja risteilymatkustuksen eriytymiseen tai muutoin nykyisestä merkittävästi eroavaan liikennöintikonseptiin. Tällainen kehitys ja sitä vastaavat meriliikenne-markkinoiden murrokset haastavat uusien vähäpäästöisten ja lopulta päästöttömien alusten suunnittelun.

Aluskannan uudistaminen on keskeinen keino merenkulun päästöjen vähentämiseen. Suomen kauppalaivaston keski-ikä on yksi maailman vanhimmista. Kauppalaivaston uudistuminen edellyttää varustamoilta mittavia investointeja. Valtioiden on tämän uu-

<sup>262</sup> Ship dimensions – a key factor in today's GHG reduction aims 7.10.2019, <https://www.se-atrade-maritime.com/europe/ship-dimensions-key-factor-today-s-ghg-reduction-aims>.

<sup>263</sup> Faber – Hoen: Historical trends in ship design efficiency (2015).

distumisen tukemiseksi mahdollista kehittää takausjärjestelmiä tai muita rahoitusmahdollisuuksia. Euroopan investointipankilla on jo nykyään meriliikenteeseen keskittyviä takaus- ja lainaohjelmia.

## Haasteet ja mahdollisuudet vuoteen 2030

On tärkeää, että Suomen meriliikenteen energiatehokkuuden kehittämistä jatketaan edelleen. Meritse kulkevasta ulkomaankaupasta riippuvaisena valtiona Suomen on oman kauppamerenkulkunsa turvaamiseksi huomioitava myös energiatehokkuuteen vaikuttavat erityisolosuhteet pohjoisella Itämerellä. Turvallinen talvimerenkulku edellyttää tulevaisuudessakin aluksilta riittävää konetehoa ja aluksen rungon ja koneiston jäävahvistuksia riippumatta jäänmurtoavustuksen laadusta tai määrästä.

EEDI-säännösten mahdollinen tiukentaminen vaikuttaa eri tavoin eri alustyyppisiin. EEDI:n vertailuarvojen saavuttaminen tai alittaminen on havaittu erityisen haastavaksi roro- ja ropax-aluksille<sup>264</sup>, joita käytetään paljon Suomen meriliikenteessä. Suomen tulee tehdä tiivistä yhteistyötä Itämeren muiden valtioiden kanssa ja kehittää lähimerenkulussa eniten käytetyn aluskannan energiatehokkuutta ennen vuotta 2030.

Alusten energiatehokkuudelle tulee uusia maailmanlaajuisia vaatimuksia IMO:ssa parhaillaan käsitellyssä olevien lyhyen tähtäimen päästövähennyskeinojen seurauksena. Yhtenä esillä olevana vaihtoehtona lyhyen tähtäimen keinoksi on EEDI-vaatimusten laajentaminen koskemaan uusien alusten lisäksi kaikkia olemassa olevia aluksia, jolloin etenkin roro- ja ropax-alusten osalta jouduttaisiin etsimään uusia ratkaisuja energiatehokkuuden parantamiseksi. Toisena esillä olevana vaihtoehtona on alusten operatiivista energiatehokkuutta rajoittava määräys, joka rajoittaisi aluksen hiili-intensiteettitasoa ja jonka seurauksena alukset saattaisivat joutua esimerkiksi alentamaan kulkunopeuttaan.

## Haasteet ja mahdollisuudet vuoteen 2045

Pidemmillä tähtäimellä mahdollisuudet vähentää alusten hiilidioksidipäästöjä alusten energiatehokkuutta parantamalla ovat rajalliset, kun kaikki keinot on jo otettu käyttöön. Toisaalta tekniikka kehittyy jatkuvasti ja uusia ratkaisuja voidaan kehittää entistä paremmin toimiviksi saadun käyttökokemuksen perusteella. Esimerkkinä voisi olettaa,

---

<sup>264</sup> Roro-alukset (*roll-on-roll-off*) ovat sivusta, perästä tai keulasta rullaten kuormattavia aluksia, joiden lastaamiseen ei tarvita nosturia. Ropax-alukset (*roll-on-roll-off-passenger*) ovat roro-aluksia, jotka kuljettavat rahtiaajoneuvoja sekä matkustajien ajoneuvoja, ja joissa on matkustajia varten majoitustilat yms.

että uusien polttoaineiden käyttöönotto johtaa näille polttoaineille optimaalisten koneistoratkaisujen ja -säätöjen täsmentymiseen pidemmällä aikavälillä. Tällaiset yksityiskohdat parantavat osaltaan alusten energiatehokkuutta.

Nykyisten alusten energiatehokkuutta parantavien jälkikäteisasennusten (*retrofit*) takaisinmaksuaika on pitkä, ja moni nykyinen alus on elinkaarensa päässä vuonna 2045. Kannustimia suunniteltaessa huomio tulisikin kiinnittää uusien alusten suunnittelun ja rakentamisen ohella sellaisiin aluksiin ja jälkikäteisasennuksiin, jotka tarjoavat parhaan mahdollisen päästövähennyshyödyn vuoteen 2045 mennessä. Tällaisten ratkaisuiden tarjoaminen on merkittävä mahdollisuus myös Suomen meriteollisuudelle.

#### **Jatkovalmistelussa huomioitavaa/työryhmä suosittelee:**

- Selvitetään mahdollisuudet luoda valtion ympäristöinnovaatiotuki ja takausjärjestelmä uusien alusten rakentamiseen ja aluskunnostuksiin, jotka mahdollistavat nykyistä vähäpäästöisemmät ja lopulta nettonollapäästöiset alukset.
- Selvitetään, mihin aluksiin ja jälkikäteisasennuksiin keskittyminen tarjoaa parhaan mahdollisen päästövähennyshyödyn vuoteen 2045 mennessä. Tällaisten ratkaisuiden tarjoaminen on merkittävä mahdollisuus myös Suomen meriteollisuudelle.
- Suomen aluskannan uusiutuessa kiinnitetään erityistä huomiota jäävahvistettujen alusten energiatehokkuuden parantamiseen sekä roro- ja ropax-aluksille soveltuviin energiatehokkuusratkaisuihin. Näiden ratkaisuiden löytämiseksi haetaan EU:lta rahoitusta yhteistyössä muiden Itämeren rantavaltioiden kanssa.

## **5.2.4 Meri- ja sisävesiliikenteen järjestämiseen liittyvät päästövähennyskeinot**

Vesiliikennejärjestelmä on moninainen kokonaisuus, joka kattaa erilaisia toimijoita ja toimintaa sekä infrastruktuuria niin vesillä kuin maalla. Kaikilla järjestelmän osilla on vaikutuksensa meriliikenteen päästöihin. Päästöjä voidaan vähentää esimerkiksi alusten satamiin saapumisen ja sieltä lähtemisen oikealla ajoituksella, meriliikenteen ohjauksella, alusten operatiivisilla toimilla sekä vesiväylien tehokkaalla järjestämisellä. Tässä luvussa käsitellään järjestelmätasoon ja alusten operointiin liittyvien päästövähennyskeinojen lisäksi erikseen myös maantielautta- ja yhteysalusliikenteen, sisävesiliikenteen sekä veneilyn ja vesibussiliikenteen päästöjen vähentämistä.

## Meriliikenteen ohjaus, reittioptimointi ja satamaan saapuminen oikeaan aikaan

Logistista järjestelmää tehostamalla meriliikenteessä voidaan saavuttaa merkittäviä päästövähennyksiä. Tämä edellyttää kehittyntä viestintäteknologiaa, digitaalisia palveluja, tiedon jakamista ja tietojärjestelmien avaamista.<sup>265</sup> Alusten satamakäynteihin liittyvää tiedonvaihtoa kehittämällä alukset voisivat ajoittaa nykyistä paremmin saapumisensa satamaan, jolloin alus voi hidastaa merellä ja vähentää siten päästöjään. Vastaavasti aluksen lastauksen valmistumisen tarkempi ennakointi antaa aluksille edellytykset lähteä matkaan kiireettömämmin. Laituripaikan odottelu lähellä satamia on etenkin kansainvälisen merenkulun maailmanlaajuinen haaste, joka hidastaa kuljetuksia ja aiheuttaa päästöjä. Suomelle tyypillisessä alusten linjaliikenteessä alukset joutuvat odottamaan suhteellisen harvoin pääsyä laituripaikalleen.

Meriliikenteen ohjauksella on keskeinen rooli siinä, kuinka tehokkaasti meriliikenteestä riippuvainen ulkomaankaupan logistiikkaketju toimii. Liikenteenohjaus voi merenkulun digitalisaation myötä hyödyntää entistä enemmän aikataulutietoja alusten nopeuden ja saapumisajan optimoinnissa. Meriliikenteen tietojärjestelmiä kehittämällä meriliikenteen päästöjä voidaan Suomessa alentaa liikenteenohjauksen ja -hallinnan palveluita kaikissa liikennemuodoissa tarjoavan ja kehittävän Traffic Management Finlandin (TMF) arvion mukaan 10 %. Tämä tarkoittaisi 0,3 miljoonaa hiilidioksiditonnia vähemmän päästöjä vuodessa.

Meriliikenteen ohjauksesta Suomessa vastaava TMF:n tytäryhtiö Vessel Traffic Services Finland (VTS Finland) on mukana useissa kansallisissa ja kansainvälisissä hankkeissa tehokkaampien satamakäyntien, sujuvamman liikenteen ja siten myös päästövähennysten aikaansaamiseksi. Traficomien koordinoima kansallinen Aikatieto-ryhmä kehittää yhtä kanavaa, josta saisi luotettavasti ajantasaista meriliikenteen aikataulutietoa näiden tavoitteiden hyväksi. VTS Finland tarjoaa ryhmälle yhteisen rajapinnan mm. saapumisaika-arvioiden ja todellisten saapumisaikojen jakoon.

Kansainvälisessä STM EfficientFlow -projektissa tavoitellaan tehokkaampia satamakäyntejä Rauman ja Gävlen satamissa sekä polttoainesäästöjä Saaristomeren sekä Tukholman saariston kapeilla väylillä. Etenkin useamman valtion ja useampia keskenään kilpailevia kaupallisia toimijoita kattavien tiedonjakohankkeiden haasteena on kuitenkin usein haluttomuus jakaa liiketoiminnan näkökulmasta arkaluontoista tietoa.

---

<sup>265</sup> Valtioneuvoston periaatepäätös Suomen meripolitiikan linjauksista Itämereltä valtamerille, Valtioneuvoston kanslian julkaisu ja 2019:4. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-287-689-8>

Tällaista tietoa voi olla aluksen laituripaikkatietojen lisäksi aluksen täyttöaste. Päästöjen vähentämisen näkökulmasta alusten ajo vajaassa lastissa tai tyhjänä tulisi minimoida.

Satamiin saapumisen optimoinnin (nk. *just-in-time arrival*) lisäksi aluksen reitin optimointi vähentää päästöjä etenkin pitkällä valtameren ylittävillä matkoilla. Suomessa on paljon osaamista reittioptimointiin liittyvien ratkaisuiden kehittämisessä. Esimerkiksi meriteollisuuden ohjelmistoyritys NAPA on kehittänyt reittioptimoinnin työkaluja, joita voidaan käyttää myös nopeuden ja polttoaineen kulutuksen optimointiin.

## Satamatoiminnot

Satamat ovat liikenteen solmukohtia. Sataman alueella toimii yleensä joukko itsenäisiä liikennettä palvelevia tai siihen nojautuvia yrityksiä. Satamayhtiö vastaa satama-alueen hallinnasta, fyysisestä infrastruktuurista, ja koordinoi alueen palvelutarjontaa. Suomen satamat ovat hyvin erilaisia niin alusliikenteen määrän ja tyyppien, asiakkuuksien, kuin päästöjenkin suhteen. Suurin osa Suomen satamayhtiöistä on satamakaupunkien kokonaan tai osittain omistamia.

Valtaosa satamien päästöistä on alusten päästöjä, kun taas maapuolen operointiliikenteellä ja sataman omalla toiminnalla on pienempi rooli. Esimerkiksi Helsingin satamassa alus- ja laituripäästöt ovat noin 80 % kaikista sataman päästöistä.<sup>266</sup> Alusten satamassaolon aikaisten päästöjen vähentämistä on käsitelty kappaleessa ”Maasähkö satamissa”, satamaan tulon päästöjen vähentämistä puolestaan kappaleessa ”Meriliikenteen ohjaus, reittioptimointi ja satamaan saapuminen oikeaan aikaan”.

Satamien kautta kulkevien kuljetusten sujuvuus vähentää päästöjä. Sujuvuutta voidaan lisätä optimoimalla toimintojen sijoittelu ja liikennejärjestelyt, sekä kehittämällä sataman palveluita yhä helpommin hyödynnettäviksi ja digitaalisiksi. Sataman oman toiminnan päästöjä voidaan vähentää myös valaistuksen energiatehokkuutta parantamalla, koneiden ja laitteiden käyttövoimia päivittämällä sekä satamarakennusten lämmittämiseen liittyvillä ratkaisuilla. Esimerkiksi satamissa käytössä olevien raskaiden koneiden ja hinaajien käyttövoimaksi voidaan uusien teknologioiden yleistyessä ottaa sähkö tai biokaasu. Lisäksi *automooring*-laitteistot eli laivojen automaattisen kiinnityksen käyttöönotto voi vähentää sataman päästöjä.<sup>267</sup>

Helsingin Vuosaaren satamassa on selvitetty mahdollisuuksia edistää vähähiilisen työkoneliikenteen käyttöönottoa. Satamassa on yli 200 rahdin käsittelyyn tarkoitettua

<sup>266</sup> Hiilineutraali satama 2035 –toimenpideohjelma, Helsingin satama 2019.

<sup>267</sup> Laivojen automaattisen kiinnityksen käyttöönotto on säästänyt aikaa ja ympäristöä 27.4.2020, <https://www.hel.fi/uutiset/fi/helsinki/ajan-saasto-saastaa-myos-ymparistoa>.

työkoneita, jotka käyvät vielä pitkälti fossiilisella dieselöljyllä. Tähän asti työkoneiden päästöjä on vähennetty muun muassa optimoimalla koneiden käyttöä ja hankkimalla polttoainetehokkuudeltaan parempia dieselkoneita. Selvityksen mukaan vähittäinen irtautuminen fossiilisista polttoaineista on mahdollista myös työkoneiden osalta.<sup>268</sup>

Satamayhtiön palvelutehtäviin sisältyy yhteistyö energiayhtiöiden kanssa, jotta niin sataman kautta kulkeva meri- kuin maaliikennekin saavat tarvitsemiaan käyttövoimia. Satamaosakeyhtiöiden näkökulmasta energiaratkaisujen pitkän tähtäimen taloudellisella kannattavuudella on keskeinen merkitys. Tämä on huomioitava satamilta odotetun energiapaletin kokoamisessa.

#### HELSINGIN SATAMAN ”HIILINEUTRAALI SATAMA 2035” -TOIMENPIDEOHJELMA

Helsingin Satama haluaa olla kestävä kehityksen edelläkävijä. Kasvihuonekaasupäästöjen vähentäminen on yksi sataman tärkeimmistä tavoitteista. Vuoteen 2035 mennessä pyritään vähentämään satama-alueen todellisia CO<sub>2</sub>-kokonaispäästöjä yli 30 %, ei vain siirtämään niitä muualle. ”Hiilineutraali Satama 2035” -toimenpideohjelmaan kuuluu noin 50 toimenpidettä, jotka jakautuvat neljään ryhmään: alus- ja laituripäästöt, työkonepäästöt, kumipyöräliikenteen päästöt ja sataman omat päästöt. Ensimmäiset ryhmät vaativat laajaa yhteistyötä ja omien päästöjen osalta tavoitteena on 100 % väheneminen.

Alus- ja laituripäästöjä vähennetään lisäämällä maasähkölaitteita, nopeutetaan alusten kiinnitystä ja irrotusta (*automooring*-laitteistot) sekä sujuvoitetaan laivoihin ja maihin nousua ajoneuvoille. Helsingin Satama varmistaa vaihtoehtoisten polttoaineiden saatavuuden, ja kannustaa vähäpäästöisyyteen tarjoamalla hintoihin alennuksia ympäristöperustein. Satama varmistaa, että alueen sähköinfra on kunnossa siinä vaiheessa, kun sähköisiin työkoneisiin siirtyminen on mahdollista. Raskaiden ajoneuvojen satamassaoloaikaa vähennetään slottijärjestelmän ja tuplaramppien avulla. Sataman omia päästöjä vähennetään keskittymällä energiatehokkuuteen ja hankkimalla hiilivapaata energiaa.

## Rahtaussopimukset

Merikuljetuksista sovitaan rahdinantajan ja varustamon välillä rahtaus- tai kuljetussopimuksilla. Rahtaussopimus solmitaan yleensä varustamo ja rahdinantaja edustavien laivameklareiden välityksellä pääsääntöisesti vuosikymmeniä käytössä olleiden rahtaussopimuskaavakkeiden pohjalta. Joissain rahtausstyypeissä kuten aikarahtausstyyppissä aluksen omistavan varustamon sijaan rahtaus vastaa aluksen kaupallisesta operoinnista ja matkakustannuksista. Rahtaussopimus pohjat ovat siis monen alusliikenteen päästöihin vaikuttavan päätöksen taustalla.

<sup>268</sup> Vuosaaren satamassa selvitettiin yritysten näkökulmia vähähiiliseen työkone liikenteeseen 14.5.2020, <https://helsinginilmastoteot.fi/uutinen-hnry-vuosaaren-satama-yhteenveto/>.

Rahtaus sopimukset voivat vaikeuttaa varustamoiden ja alusten päälliköiden mahdollisuuksia hakea päästövähennyksiä operatiivisin keinoin. Rahtaus sopimusten kirjaukset vaikuttavat esimerkiksi siihen, että jotkin alukset kulkevat tyhjinä paluumatkoilla. IMO:lla, EU:lla tai valtioilla ei ole juurikaan mahdollisuuksia vaikuttaa kaupallisten rahtaus sopimusten sisältöön. Suurten rahtaajien eli merikuljetuksen ulkomaankauppaa käyvien yritysten lisäksi keskeinen vaikuttaja on varustamojen, rahtaajien ja laivameklareiden kansainvälinen etujärjestö BIMCO (*Baltic and International Maritime Council*), jonka sopimus pohjiin ala pitkälti nojaa. Järjestössä on käyty keskustelua kasvihuonekaasupäästöjen laajemmasta sisällyttämisestä mallisopimuksiin.

## Alusten nopeuden rajoittaminen ja optimointi

Alusten nopeuden rajoittaminen tuodaan usein esiin nopeana keinona parantaa olemassa olevien alusten hiili-intensiteettiä ja vähentää hiilidioksidipäästöjä. IMO:ssa on esillä määräysehdotuksia, joissa suoraan ehdotetaan aluksille nopeusrajoituksia. Myös teknisissä ja operatiivisissa määräysehdoituksissa alusten nopeuden rajoittaminen on yksi keino täyttää ehdotetut määräykset, vaikka itse määräyksissä ei nopeusrajoituksia olisi suoraan annettukaan.

Aluksen nopeuden alentaminen vähentää polttoaineen kulutusta ja siten aluksen matkakohtaisia kasvihuonekaasupäästöjä. Kun päästövähennys potentiaalia tarkastellaan laajemman meriliikenteen kuljetussuoritteiden tai kokonaisten kuljetusketjujen näkökulmasta, nopeuden alentamisen vaikutus ei ole yhtä suoraviivainen. Nopeuden alentamisesta seuraavan matka-ajan pidentymisen vuoksi joillekin meriliikenteen reiteille tarvittaisiin mahdollisesti lisää aluksia alkuperäisen kuljetussuoritteiden tekemiseksi. Tämä kasvattaa reitillä syntyviä kokonaispäästöjä. Nopeusrajoitusten vaikutusten täsmällinen arvioiminen yleisellä tasolla vesiliikenteen kokonaispäästöille on haastavaa mm. alustyyppikohtaisten erojen, aluskoon kasvamisen ja rahtimarkkinoiden reagoimisen ennakoimattomuuden vuoksi.

Yhtenä esimerkkinä arvioista nopeusrajoitusten vaikutuksista päästöihin voidaan mainita tutkimuslaitos CE Delftin Etelä-Amerikasta EU:hun suuntautuvaa konttilaiva-, bulkkeri- ja säiliöalusliikennettä koskeva tutkimus.<sup>269</sup> Sen mukaan kyseisen meriliikenteen hiilidioksidipäästöt vähenisivät 13 prosenttia nykyisestä vuoteen 2030 mennessä, jos alusten keskimääräisiä nopeuksia alennettaisiin 10 prosenttia. Tämä vaatii käytössä olevan laivaston kasvattamista 6 prosentilla. Tutkimuksen mukaan 33 prosentin päästövähennykset saataisiin aikaan, jos nopeuksia alennettaisiin 30 prosenttia.

---

<sup>269</sup> Faber – Huigen – Nielssen: Regulating speed: a short-term measure to reduce maritime GHG emissions (2017).

Tämä vaatii käytössä olevan laivaston kasvattamista 23 prosentilla. On huomattava, että tässäkin arviossa on mukana useita epävarmuustekijöitä.

Yksi alusten nopeuden alentamiseen ja optimointiin liittyvä hyöty on mahdollinen polttoainekustannusten aleneminen. Tämän vuoksi nopeuden alentaminen ja optimointi ovat jo nykyään aktiivisessa käytössä olevia keinoja, joilla varustamot pyrkivät karsimaan kulujaan rahtaussovimusten, sääntelyn ja muiden reunaehtojen puitteissa. Valameriliikenteessä nopeutta säädellään polttoainekulujen ja rahtihintojen mukaan muutoinkin.

Nopeusrajoitukset voivat aiheuttaa myös negatiivisia vaikutuksia. Nopeuksien pudottaminen voi lisätä kuluja niin varustamolle kuin rahtiajalle, jos samalle reitille tarvitaan lisää aluksia. IMO:ssa etenkin kaukana päämarkkinoista sijaitsevat sekä nopeasti pilaantuvia tuotteita vievät maat pitävät nopeusrajoituksia kalliina ja epäoikeudenmukaisena päästövähennyskeinona. Nopeusrajoitukset saattavat myös hidastaa teknologian kehittämistä ja sitä kautta saavutettavia päästövähennyksiä. Olemassa olevia aluksia ajatellen nopeusrajoitukset voivat pakottaa ne toimimaan epäoptimaalisilla nopeuksilla, jolloin alus ei toimi energiatehokkaasti, vaan kuluttaa suhteessa käytettyyn nopeuteen liikaa polttoainetta ja tuottaa siten enemmän päästöjä.

Yksi nopeusrajoitukseen liittyvä vaihtoehto olisi säätää väliaikaisia nopeusrajoituksia tietyille alustyypeille laajempien negatiivisten vaikutusten välttämiseksi. Esimerkiksi Ranska on esittänyt<sup>270</sup>, että irtolastialuksille sekä öljy- ja kemikaalitankkereille säädettäisiin tilapäinen nopeusrajoitus vuosiksi 2023–2025. Ranska arvioi, että nämä rajoitukset vähentäisivät irtolastialusten sekä öljy- ja kemikaalitankkereiden kasvihuonekaasupäästöjä 10 %.

Itämerellä kulkevien alusten nopeudet ovat jo laskeneet vuodesta 2006 vuoteen 2018.<sup>271</sup> Suomen meriliikennettä ajatellen on erityisen tärkeää huomioida nopeuden alentamisen vaikutukset aikataulutetulle linjaliikenteelle. Suomen lähiliikenteelle ominaista on alusten aikataulutettu kierto linjaliikenteessä eri satamien välillä. Kierto voi häiriintyä, jos nopeuksia merellä alennetaan. Tällä olisi vaikutuksia Suomen ulkomaankaupan laajempiin kuljetusketjuihin ja yritysten kilpailukykyyn.

Nopeuden vaikutukset aikataulutetulle linjaliikenteelle riippuvat reitin pituudesta ja liikennöinnin tyypistä. Lyhyillä reiteillä tavaraliikenteessä matka-ajan pidentymisellä ei

---

<sup>270</sup> IMO-esitys ISWG-GHG 6/2/8, IMO.

<sup>271</sup> HELCOM Maritime 19 -kokouksen dokumentti 5-2, HELCOM, 2019.



välttämättä ole niin suurta merkitystä, jos alus pystyy tekemään vuorokauden aikana yhtä monta edestakaista matkaa kuin nykyäänkin.

## Talvimerenkulku

Jäänmurto on Suomen ilmaston ja maantieteellisen sijainnin vuoksi meriliikenteen kuljetuksille välttämätön palvelu. Suomen rannikon kaikki satamat voivat jäätyvät talvisin. Talvimerenkulun avustustarve vaihtelee vuodesta toiseen, mutta asettaa ilmaston muuttuessa Suomen meriliikenteen erilaiseen asemaan esimerkiksi muihin EU-maihin verraten. Ilmatieteen laitoksen pitkän ajan ennusteiden mukaan jäätalvet eivät ilmaston muuttuessa välttämättä helpotu, vaan muuttuvat entistä vaihtelevammiksi ja vaikeammiksi ennustaa. Tehokas talvimerenkulun järjestelmä vähentää koko kauppamerenkulun vuotuisia päästöjä.

Talvimerenkulun näkökulmasta on olennaista, että käytössä on aluskantaa, joka pystyy operoimaan turvallisesti jäissä, ja että nykyinen jäänmurron palvelutaso voidaan säilyttää myös tulevaisuudessa riippumatta muutoksista esimerkiksi alusten koossa ja jäissäkulkukyvyyssä. Kun alusten konetehtävät laskevat tai koot merkittävästi kasvavat kansainvälisen merenkulun kehityksen ja sääntelyn seurauksena, tarvitaan lisää tehokkaita jäänmurtajia avustamaan alusten kulkua jäissä. Avustusmatkat ja -määrät tulevat kasvamaan. Tämä lisää meriliikenteen päästöjä ilmaan. Suomen onkin niin merenkulun turvallisuuden varmistamiseksi, päästöjen vähentämiseksi kuin talvimerenkulun aiheuttamien lisäkustannusten minimoimiseksi järkevää varmistaa jäävahvistettujen alusten ja jäänmurtajien huomiointi kansainvälisessä yhteistyössä merenkulun päästöjen vähentämiseksi.

Jäänmurtajien toiminnalla on suuri merkitys koko kauppamerenkulun järjestelmän tehokkuudelle ja siten myös päästöille. Nykyistä palvelutasoa kehittämällä päästöjä voi olla mahdollista pienentää. Esimerkiksi kauppaluksen jäissä kulkeman matkan päästöt vähenevät, jos aluksen ei tarvitse puskea paksun jään läpi omin voimin, vaan se voi seurata jäänmurtajaa entistä aiemmin. Talvimerenkulun järjestelmän tasolla Suomessa on toistaiseksi kiinnitetty enemmän huomiota kauppaluksen liikkumiseen ja avustusaikoihin, ei niinkään polttoaineen kulutukseen ja siten järjestelmätason ratkaisuiden päästövaikutuksiin.

Talviolosuhteissa päästöjä syntyy avovesiolosuhteita enemmän paitsi jäissä kulkevien alusten suuremmasta polttoaineen kulutuksesta, myös jäänmurtajien avustustyöstä ja niiden siirtoajoista. Talvimerenkulun avustamisen viranomais- ja tilaajatehtävistä sekä valtakunnallisesta koordinoinnista, kehittämisestä ja ohjauksesta vastaava Väylävirasto pyrkii vähentämään näitä päästöjä kehittämällä jäänmurron ohjausjärjestelmää sekä uusimalla jäänmurtajalaivastoa. Suuret suomalaiset jäänmurtajat omistava ja

niitä operoiva valtionyhtiö Arctia Oy puolestaan on sitoutunut vähentämään polttoaineen kulutusta alhaisimmalle järkevälle tasolle ja parantamaan alusten energiatehokkuutta.<sup>272</sup>

## Muu vesiväylänpito

Merenkulun päästöjä voidaan vähentää talvimerenkulun järjestelmän tehostamisen lisäksi myös muiden väylänpidollisten toimien avulla. Esimerkiksi satamien vesiväyliä syventäminen mahdollistaa entistä suurempien alusten pääsyn satamaan, jolloin sama lastimäärä tuodaan satamaan kahden tai useamman pienen aluksen sijaan yhdellä suurella aluksella ja kokonaispäästöt laskevat. Väyläviraston arvion mukaan Suomen ulkomaanmeriliikenteen merellä ajon päästöt laskisivat arviolta 6–7 prosenttia, jos kaikki satamissamme käyvät alukset olisivat 10 % nykyistä suurempia.

Meriväylien syventämisellä saavutetaan siis kuljetuskustannussäästöjen lisäksi usein päästövähennyksiä.

Myös vesiväylien digitaalisuuden lisääminen ja uudenlaiset turvalaitteet voivat vähentää päästöjä. Suomen vesialueilla on noin 30 000 merenkulun turvalaitetta, joiden sijainnit tarkastetaan kaksi kertaa vuodessa. Digitalisaation myötä kaukovalvottavat turvalaitteet voivat kertoa itse sijaintinsa ja mahdolliset vikatilanteet. Kaukovalvottuja turvalaitteita on jo nykyisin Suomen vesillä käytössä noin 1 000. Kemiönsaaressa on tehty pilotointi, jossa veneilyväylän pimeät viitat on vaihdettu sijaintinsa kertoviin viittoihin. Vähentyneiden sijaintitarkastusten ansiosta on säästynyt polttoainetta. Lisäksi uusien muovisten poijujen asennus- ja huoltotyöt hoituvat pienemmillä aluksilla ja nostolaitteilla kuin vastaavien painavien teräspoijujen, mikä vähentää huollon päästövaikutuksia. Älykkäiden turvalaitteiden välittämät olosuhdetiedot, kuten vedenkorkeus- ja aallokkotiedot, puolestaan mahdollistavat alusten lastauksen optimisyväteiden, mikä myös osaltaan vähentää päästöjä.

### INTELLIGENT SEA -PROJEKTI

*Intelligent Sea* on EU:n osittain rahoittama kehitysprojekti, jonka tavoitteena on kehittää älypoijujen ja merenkulun turvalaitteiden digitaalinen verkosto, sekä testata poijujen vaihtoehtoisia energianlähteitä ja rikkipäästöjen monitoroinnin uusia ratkaisuja. Valtion omistamaan Arctia-konserniin kuuluva Meritaito vie projektia eteenpäin yhteistyössä Naantalien ja Tukholman satamien kanssa. Projekti kestää vuoden 2021 loppuun. Sen eri vaiheissa etsitään ratkaisuja myös hiihijalanjäljen pienentämiseen satamien merialueilla.

<sup>272</sup> Vuosikertomus 2018, Arctia Oy.

## Haasteet ja mahdollisuudet vuosiin 2030 ja 2045

Meri- ja sisävesiliikenteen järjestämiseen liittyvät päästövähennyskeinot tulee nähdä osana koko logistisen järjestelmän tehokkuuden parantamista ja hiilijalanjäljen pienentämistä. Esimerkiksi meriliikenteen ohjauksella, alusten reittien ja nopeuden optimoinnilla ja satamaan oikeaan aikaan saapumisella saavutetaan merkittäviä järjestelmätason päästövähennyshyötyjä vain, jos maapuolen logistiikka toimii samojen tiedon vapaan jakamisen ja digitaalisten ratkaisuiden pohjalla kuin meriliikenne.

Satamien osalta keskeistä on vaihtoehtoisten käyttövoimien riittävä saatavuus. Kaikilta keskenään erilaisilta satamilta ei kannattane vaatia samaa käyttövoimien tarjontaa, vaan suunnitella Suomen meriliikenteelle sopiva kokonaisuus, ja keskittää tuet kansallisista ja EU-lähteistä palvelemaan mahdollisimman vähäpäästöistä ja erilaisia käyttövoimia meriliikenteelle tarjoavaa satamaverkostoa vuoteen 2030 mennessä.

Toiminta ympäri vuorokauden helpottaisi joissakin satamissa meriliikenteen optimointia ja vähentäisi siten päästöjä. Suomessa satamien tavarankäsittely-yritysten palveluiden ympärivuorokautisuus on kuitenkin pienten volyymien takia yleensä liiketaloudellisesti kannattamatonta. Satamien palvelutarjontaa optimoimalla voidaan saavuttaa kustannussäästöjen lisäksi meriliikennejärjestelmän kokonaispäästöjä vähentäviä hyötyjä vuoteen 2030 mennessä.

Suurimmissa matkustajaliikenteen ja säännöllisen linjaliikenteen satamissa liikennemäärä sekä siten myös päästövähennyspotentiaali on suurempi kuin pienissä haku-rahtisatamissa ja yksityisissä teollisuussatamissa. Vuoteen 2030 mennessä nykyistä useamman suuren sataman toimenpiteet toimintojen hiilineutraaliuden kehittämiseksi ovat toteutuneet. Kaikkien satamien hiilineutraalius vuoteen 2045 mennessä vaatii lisää toimia satamayhtiöiden lisäksi kuljetusketjun kaikilta osapuolilta, satamien omistajilta ja satamissa palveluja tarjoavilta yrityksiltä.

Logistiikan sujuvuudessa keskeistä on tiedon parempi hyödyntäminen koko kuljetusketjulla. Logistiikkaketjujen solmukohdissa eli satamien lisäksi terminaaleissa ja varastoissa tavaratoimitukset tai kuljetusyksiköt vaihtavat kuljetusmuotoa (esim. merikuljetuksista tiekuljetuksiin) tai ajoneuvoa (runkokuljetuksesta jakelukuljetukseen). Tässä digitalisaatio voi muiden hyötyjen lisäksi vähentää päästöjä tiedon kulkiessa saumattomasti koko kuljetusketjulla. Liikenne- ja viestintäministeriössä syksyllä 2020 valmistuvan logistiikan digitalisaatiostrategian vaikuttavuustarkasteluissa käydään tarkemmin läpi näitä seikkoja. Myös valmisteilla olevassa liikenteen automaatio suunnitelmassa tullaan linjaamaan toimenpiteitä, joita tarvitaan liikenteen solmukohtien kuten satamien kokeilujen ja pilotointien osalta edistämään turvallista, kestävä ja tehokasta liikennejärjestelmää.

Merikuljetusten keskeisimmät taloudelliset reunaehdot luovien rahtaussopimusten kehittäminen ympäristövastuulliseen suuntaan on merkittävä haaste, mutta vastuullisille rahdinantajille myös erottautumisen mahdollisuus vuoteen 2030 mennessä. Pitkäaikaiset kannattavat rahtaussopimukset mahdollistavat varustamojen vakaan talouden ja siten pitkääkin kuoletusaikaa vaativat investoinnit aluskantaan. Tällaisilla ja ilmasto- päästöt huomioivilla rahtaussopimuksilla voi olla merkittävä vaikutus vesiliikenteen päästöjen vähentämisessä nopeasti.

Rahdinantajien merkitys tällaisten kestävien rahtaussopimusten solmimiseksi korostuu, kun merenkulun päästöjä halutaan vähentää nopeasti vuoteen 2030 mennessä. Itämerellä ja Suomessa suurimmilla rahdinantajilla voisi olla rooli puhtaampien merikuljetusvaihtoehtojen vaatijoina ja rahoittajina. Suomalaisedustajat varustamojen, rahtaaajien ja laivameklareiden kansainvälisessä etujärjestössä BIMCO:ssa voisivat vaikuttaa niin, että pitkäkestoisten rahtaussopimusten malliehtoihin lisätään kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseen sekä aluskannan vähittäiseen uusimiseen velvoittavia kohtia. Jos suurimmat rahdinantajat kantavat vastuunsa, vuoden 2045 rahtausmarkkinoilla kilpailukykyisimpiä aluksia eivät ole halvimmat ja nopeimmat alukset, vaan ne jotka pystyvät yhdistämään näihin kilpailutekijöihin suhteellisesti vähäisimmät päästöt.

Nopeuden vähentäminen säilyy meriliikenteen toimijoille yhtenä mahdollisuutena vähentää päästöjä pikaisesti ennen vuotta 2030. Alusten alueellisilla nopeusrajoituksilla olisi kuitenkin haitallisia vaikutuksia erityisesti Suomeen suuntautuvalla aikataulun mukaiselle säännölliselle liikenteelle. Lisäksi nopeusrajoitukset hidastaisivat teknologista kehitystä, kun päästövähennystavoitteet kuitattaisiin hitaammalla nopeudella vaihtoehtoisin polttoaineisiin siirtymisen ja aluskaluston uusimisen sijaan. Näistä syistä nopeuden alentaminen yhtenä mahdollisuutena IMO:ssa sovittavan kansainvälisen tavoitepohjaisen hiili-intensiteettiin perustuvan päästövähennyskeinon sisällä on suoria nopeusrajoituksia parempi vaihtoehto.

Tehokas talvimerenkulun järjestelmä vähentää koko kauppamerenkulun päästöjä talvella. Ruotsin kanssa yhteisen talvimerenkulun toiminnanohjausjärjestelmän (IBNet) päivitys saadaan valmiiksi vuoden 2020 aikana. Seuraavana vaiheena on tuoda murtajille reaaliaikainen käytännön operatiivista toimintaa ohjaava työkalu, josta miehistö näkee toimenpiteiden vaikutuksia päästöihin ja pystyy suunnittelemaan reaaliaikaisesti erilaisia avustusoperaatiota ja esimerkiksi optimoimaan liikkumista eri operaatioiden välillä. Seuraavan sukupolven jäänmurtajia suunniteltaessa kiinnitetään huomiota päästövähennyksiin ja energiatehokkuuteen.

Muiden vesiväylänpitoon liittyvien toimien osalta keskeinen tulevaisuuden mahdollisuus niin Suomen meriliikenteen päästöjen seuraamiseksi ja vähentämiseksi kuin meriteollisuuden viennin tueksi ovat älykkäät päästöjä havainnoivat merenkulun turvalaitteet. Valtion omistamaan Arctia-konserniin kuuluva Meritaito kehittää pojua, joka voi

tulevaisuudessa tunnistaa rikkidioksidipäästöjen lisäksi muiden päästöjen tasoja meriväylillä. Teknologia on toistaiseksi ainutlaatuinen koko maailmassa. Tämä ja muiden älykkään vesiväylänpidon sekä laivapäästöjen mittaamisen ratkaisut olisivat Suomen maakuvaprofiiliin sopiva merkittävä panos kansainväliseen työhön merenkulun päästöjen vähentämiseksi.

### Jatkovalmistelussa huomioitavaa/työryhmä suosittelee:

- Edistetään merenkulku- ja logistiikkasektorin tiedon jakamista ja tehokkaampaa hyödyntämistä sekä automaation ja digitalisaation hyödyntämistä logistiikkaketjujen sujuvoittamiseksi ja päästöjen vähentämiseksi.
- Kannustetaan satamia kehittämään toimintojaan suunnitelmallisesti vähäpäästöisiksi ja lopulta päästöttömiksi.
- Rohkaistaan suomalaisia rahdinantajia sisällyttämään rahtaus sopimukseen nopeus- tai aikataulutavoitteiden lisäksi näiden kanssa ristiriidattomia päästövähennystavoitteita.
- Selvitetään ulkomaankauppaa käyvien yritysten näkemyksiä raaka-aineiden ja tuotteiden merikuljetusten aikatauluherkkyydestä ja kuljetuskustannuksista suhteessa kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseen.
- Otetaan meriliikenteen päästövähennystoimia ohjaavaksi tavoitteeksi se, että kokonaan fossiilittomilla käyttövoimilla kulkevien alusten rahtaaminen on kilpailukykyistä Itämeren lähimerenkulussa vuoteen 2045 mennessä.
- Edistetään Suomen meriliikenteessä keskeisimpien rahdinantajien sekä varustamoiden ja julkishallinnon yhteistyötä vähäpäästöisempien ja lopulta päästöttömien kuljetusten valtavirtaistamiseksi. Yhteisyydessä laaditaan kestäville rahtauksille sopimus pohja, jossa hinnan rinnalle keskeiseksi sopimusehdoksi nostetaan aluksen kasvihuonekaasupäästöt.
- Kehitetään talvimerenkulun järjestelmää ja uusitaan jäänmurtajakalustoa talvimerenkulun päästöjen vähentämiseksi.
- Siirrytään vuoteen 2030 mennessä kaikilla TEN-T -ydinverkon satamiin johtavilla meriväylillä ja vuoteen 2045 mennessä valtaosalla muitakin vesiväyliä älykkäisiin turvalaitteisiin, joista saadaan liikenteen tilannetiedon lisäksi tietoa päästöistä näillä väylillä.
- Kehitetään päästöjä tunnistavista älypöijuista ja muista meriliikenteen päästöjä valvovista ratkaisuista menestyvä vientituote.

## 5.2.5 Sisävesiliikenne

Sisävesiliikenteessä on kulkenut viime vuosina noin 2–2,4 miljoonaa tonnia tavaraa sisältäen sekä kotimaan että ulkomaan liikenteen. Ainoastaan Vuoksen vesistöstä on yhteys merelle Saimaan kanavan kautta. Vuonna 2019 Saimaalla kuljetettiin 1 053

090 tonnia lastia, mikä vastasi noin 1,3 % osuutta Suomen vesikuljetusten kokonaismäärästä. On arvioitu, että Saimaan sisävesikuljetusten potentiaalinen kapasiteetti on noin 5 miljoonaa tonnia.

Sisävesien tavaraliikenne palvelee nykyisellään ensisijaisesti metsäteollisuuden sekä kemian- ja lannoiteteollisuuden raaka-ainekuljetuksia. Tuotekuljetuksissa päätuotteet tulevat metsäteollisuudesta. Sisävesiltä Saimaan kautta merelle kulkevan vesiliikenteen rooli on perinteisesti ollut tarjota vaihtoehto rautateille ja maantiekuljetuksille, ja näin vaikuttaa kuljetuskustannuksia hillitsevä tekijänä.

Saimaan kanavan kautta kulkeva liikenne on kansainvälistä. Traficomien vuoden 2019 tilastojen mukaan venäläisten alusten osuus Saimaan kanavan liikenteestä oli 52,9 %, alankomaalaisten 18,4 % ja kotimaisten 9,5 %. Jäljelle jäävät 19 % aluksista oli niin kutsuttujen mukavuuslippujen alla kulkevia. Kotimaista aluskalustoa on tarjolla niukasti Saimaan kanavan liikenteeseen.

Sisävesien matkustajamäärä oli vuonna 2018 noin 234 000 henkeä. Tästä yli 103 000 muodostaa Vuoksen vesistön eli Saimaan ja sen lähiympäristön matkustajamäärä.<sup>273</sup>

## Haasteet ja mahdollisuudet vuoteen 2030

Sisävesien tavaraliikenteen kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseksi aluskannan uusiutuminen ja vaihtoehtoihin polttoaineisiin siirtyminen ovat yhtä lailla keskeisiä kuin meriliikenteessä. Kestävän käyttövoimien muutoksen mahdollistamiseksi tulisi huolehtia, että meriliikennesatamien lisäksi sisävesiliikenteen infrastruktuuri mahdollistaa esimerkiksi maasähkön ja biopolttoaineiden käytön. Näiden uusien käyttövoimien hinta suhteessa nykyisiin fossiilisiin polttoaineisiin on kuitenkin sisävesiliikenteessä meriliikennettäkin ohjaavampi tekijä, sillä kuljetusten kannattavuusmarginaalit ovat pienet ja toimijoiden mahdollisuudet investoida uuteen aluskalustoon usein heikot. Kansallisessa liikenteen vaihtoehtoisten käyttövoimien jakeluverkkoa koskevassa ohjelmassa sisävesiliikenteen osalta tavoitteena on, että Saimaan syväväylillä kulkevien alusten mahdollinen LNG/LBG-tarve katetaan liikkuvalla bunkrauspisteellä tai vastaavalla Lappeenrannan Mustolassa viimeistään vuonna 2030.

---

<sup>273</sup> Kotimaan vesiliikennetilasto 2018. Traficom. [https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/file/Kotimaan\\_Vesiliikenteen\\_2018\\_vuosijulkaisu\\_WEB.pdf](https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/file/Kotimaan_Vesiliikenteen_2018_vuosijulkaisu_WEB.pdf).

Saimaan kanavan sulkujen pidentämisestä valmistui toukokuussa 2020 Väyläviraston hankearviointi. Hankkeen vaikutukset liikenteen päästöihin on arvioitu vähäisiksi. Vesiliikenteen päästöjen osalta olennaista on kuitenkin tarkastella kaluston uusiutumisen myötä saavutettavia pitkän aikavälin päästövähennysvaikutuksia.

Sisävesien tavaraliikenteessä tehokkuutta on mahdollista lisätä myös automaation ja digitalisaation keinoin sekä yhdistämällä kuljetukset paremmin osaksi jaettuun tai yhteistyössä järjestettyjä toimitusketjuja. Tällä hetkellä vesiliikenteen laivaukset varsinkin ulkomaille ovat lähes poikkeuksetta täyslaivaeria ja lastierien yhdistelyä tapahtuu melko vähän. Lisäksi järviolueiden sisäisessä liikenteessä on edelleen tyypillistä, että tavaraliikenteen alukset ajavat tyhjinä toiseen suuntaan matkasta. Saimaan sisävesikuljetuksilla voitaisiin kenties tulevaisuudessa hoitaa myös joitakin nestemäisiä irtolasikuljetuksia. Sisävesiliikenteessä kuljetettavien tavaralajien laajentamiseen ja kuljetusten tehostamiseen liittyviä mahdollisuuksia ja uhkia olisikin tarpeen selvittää.

Sisävesiliikenteen kuljetukset kilpailevat monesti merisatamien kautta maantieliikenteessä kulkevien kuljetusten kanssa. Sisävesiliikenteen haasteita talven aiheuttaman kuukauden tai kahden kuljetuskatkon lisäksi ovat teollisuuden ja Saimaan kanavan asettamat vaatimukset kuljetukseen käytettävälle aluksille, sekä viennin ja tuonnin tasapainon ylläpitäminen. Olennainen ero meriliikenteeseen on, että Saimaan kanava määrittää alusten koon ja näin aluskoon optimointi kuljetuserään käy hankalaksi. Vesiliikenteen ympäristövaatimusten lisääntyessä aluksen rajallinen koko ja resurssit vaikuttavat muun muassa mahdollisuuksiin asentaa alukselle erilaisia laitteita kuten painolastivesipesureita.

Sähköenergian tehokkaammalla ja laajemmalla hyödyntämisellä voidaan vähentää sisävesiliikenteen ilmastopäästöjä etenkin järviolueiden henkilöliikenteessä. Tämä vaatisi kuitenkin merkittävää panostusta uuteen aluskalustoon. Pääosa matkailutoimialojen yrityksistä Järvi-Suomessa on mikroyrityksiä, mikä tulee ottaa huomioon kaluston uudistamisvaateissa. Matkustajaliikenteessä on edelleen käytössä aluksia, jotka on aikanaan muutettu höyrykonekäytöstä dieselillä toimiviksi. Tällaisten alusten määrä ja matkustajaliikenteen volyyymi ovat kuitenkin pieniä, ja suhteessa investointikustannuksiin saavutettavat päästövähennyshyödyt ovat rajalliset.

Ilmastopäästöjen kannalta kestävä alusinvestoinnit mahdollistavan sisävesimatkailun kasvun tulisi olla huomattavaa, sillä matkailusezonki on monilla alueilla vain kesäkuukausien mittainen. Vaarana on, että säästöyistä sisävesimatkailuun hankitaan edelleen muualta poistuvaa vanhentuvaa ja ympäristöä rasittavaa kalustoa. Toisaalta vaarana on se, että liian kunnianhimoiset kalustovaatimukset ovat yrityksille mahdottomia toteuttaa, ja yritysten toimintaedellytysten heikentymisen seurauksena toimijoiden määrä supistuu. Suomella on kuitenkin kaikki edellytykset tulla suureksi kestäväksi ve-

sistömatkailun maaksi, jos kasvava kiinnostus luontomatkailuun ja kotimaan matkailuun hyödynnetään tehokkaasti. Saimaan vesistöalueella matkailijamäärät ovat selvästi kasvaneet viime vuosina ja kasvun odotetaan jatkuvan. Vesistöjen koko matkailupotentiaalia ei ole vielä täysimääräisesti hyödynnetty kestävän kotimaan matkailun ja luontomatkailun hyväksi.

## Haasteet ja mahdollisuudet vuoteen 2045

Suomen sisävedet muodostavat laajan verkoston. Vuoksen, Kymijoen ja Kokemäenjoen vesistöjen alueella väylästä on yhteensä noin 7 600 kilometriä. Tämän Euroopan mittakaavassa laajan sisävesiverkoston koko potentiaalia hyödyntämällä ja kuljetuksia maanteiltä vesille siirtämällä olisi teoriassa mahdollista vähentää liikenteen päästöjä merkittävästi. Kannattavan ympärivuotisen vesireitistön rakentaminen päävesistöalueiden välille olisi kuitenkin hyvin haastavaa ja kallista maantieteellisten olosuhteiden vuoksi. Esimerkiksi vuonna 2000 valmistuneessa liikenneministeriön työryhmän raportissa Päijänteen ja Saimaan yhdistävän Mäntyharjun kanavan kustannuksiksi arvioitiin noin 228 miljoonaa euroa vuoden 2000 kustannustasossa.

Nykyistä merkittävästi laajemman sisävesien satama- ja väyläverkoston ja palvelutarjonnan ylläpito olisi myös melko kallista valtiolle ja kunnille. Teollisuus ei ole erilaisia kanavointiselvityksiä varten tehdyissä haastatteluissa nähnyt tarvetta päävesistöjen väliselle sisävesien tavaraliikenteelle. Sisävesireittien nykyistä laajemman ja tehokkaamman hyödyntämisen päästövähennyspotentiaalia on kuitenkin syytä tarkastella valtakunnallisen liikennejärjestelmäsuunnitelman sekä erillisen sisävesiliikenteen kehittämissuunnitelman yhteydessä.

Sisävesiliikenteen vahvistamisella on mahdollista edistää kestävän kehityksen periaatteiden mukaisia kuljetusketjuja. Sisävesiliikenteen potentiaalin hyödyntäminen edellyttää, että pitkäjänteisessä liikennejärjestelmäsuunnittelussa huomioidaan vesikuljetusten ympäristöystävällisyys ja varmistetaan satama- ja väyläverkon sekä niihin liittyvien palveluiden toimivuus ja riittävyys siten, että se kannustaa lastien siirtämiseen maantiekuljetuksista vesikuljetuksiin.

### Jatkovalmistelussa huomioitavaa/työryhmä suosittelee:

- Kehitetään Saimaan kanavaa sisävesiliikenteen tehostamiseksi ja liikenteen päästöjen vähentämiseksi.
- Selvitetään mahdollisuudet tukea liikenteen siirtymistä maantieliikenteestä sisävesiliikenteeseen.



## 5.2.6 Maantielautta- ja yhteysalusliikenne sekä veneily

Maantielautta- ja yhteysalusliikenteen hoito on valtakunnallisesti keskitetty Varsinais-Suomen elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskukselle. Keskus vastaa 40 lauttapaikasta, joista suurin osa sijaitsee Turun saaristossa ja Itä-Suomen järviolueilla. Lisäksi keskus hoitaa liikenneyhteyksiä Saaristomerellä kymmenellä ja Suomenlahdella kahdella yhteysalusreitillä. Valtion yhteysaluslaitureita on noin sata.

Maantielautta kulkee kahden pisteen välillä ja on osa tieliikenneverkostoa. Lauttaliikenteessä ympäristövaikutusten huomiointi on pidemmällä kuin yhteysalusliikenteessä, koska liikennemäärät ovat suurempia. Perusväylänpidon rahoitus mahdollistaa maantielauttaliikenteessä 10–15 vuoden palvelusopimusten hankinnan, mikä hillitsee kustannusten nousua ja antaa mahdollisuuksia uusien aluskalustoa vähitellen.

Uusi akkuteknologia ja sähkön käyttö ovat yksi keskeisimmistä keinoista vähentää lauttojen päästöjä. Hybridilautta Elektrasta on kerrottu kappaleessa ”Sähkö ja akkuteknologia”. Se on pystynyt ajamaan käytännössä ympäri vuoden sähköllä. Samalle reitille on tulossa toinen paranneltu hybridilautta vuonna 2023, jonka lisäksi samana vuonna Nauvon ja Korppoon välille tulee uusi hybridilautta. Högsarin lossipaikalla on käynnissä sähkökäyttöisen lossin kokeilu.

Saariston yhteysalusliikennettä hoidetaan ja kehitetään saariston kehityksen edistämisestä annetun lain (26.6.1981/494) nojalla. Niin laki kuin yhteysalusliikenteen kalusto on pääosin vuosikymmeniä vanhaa. Sopimuskaudet ovat lauttaliikennettä lyhyempiä ja pienten palveluntarjoajien taloudelliset mahdollisuudet uusien kalustoaan ovat heikommat kuin lauttaliikenteessä. Keskeisiksi lyhyen aikavälin päästövähennyskeinoiksi jääkin liikennesuoritteiden optimointi kysyntää vastaavaksi ja biopolttoaineiden käytön lisääminen. Joillakin yhteysalusliikenteen reiteillä käyttöaste on hyvin alhainen.

### Veneily ja vesibussit

Suomessa on noin 1,2 miljoonaa venettä, joista noin puolet on moottorikäyttöisiä. Polttoainetta kulutetaan noin 50 miljoonaa litraa vuodessa. Traficomien vuonna 2017 julkaiseman tutkimuksen mukaan veneily aiheuttaa Suomessa vuosittain noin 126 000 tonnin hiilidioksidipäästöt. Tämä vastaa noin neljää prosenttia kaikista vesiliikenteen päästöistä.

Vesibusseiksi laskettavia aluksia Suomessa on noin 200. Vesibussiliikenteellä tarkoitetaan tässä kaikkea sellaista rannikon ja sisävesien henkilöliikennettä, jossa kuljetetaan maksua vastaan useita henkilöitä, ja joka ei ole maantielautta- tai yhteysalusliikennettä. Käytännössä tämä liikenne on lyhyitä risteilyitä tai kuljetuksia rannikon ja

saariston matkailukohteisiin. Vesibusseja on rekisteröity sekä veneinä että aluksina, eikä niitä ole eritelty omiksi alustyypeikseen, minkä vuoksi vesibussiliikenteen päästöt on vaikea eritellä muusta vesiliikenteestä.

## Haasteet ja mahdollisuudet vuosiin 2030 ja 2045

Sähkön ja biopolttoaineiden käytön edistämällä voidaan vähentää lauttaliikenteen päästöjä vuoteen 2030 mennessä. Haasteet ovat samat kuin meriliikenteessä: tavanomaisia fossiilisia polttoaineita merkittävästi korkeampi hinta sekä puutteellinen jakeluinfrastruktuuri. Lain nestemäisten polttoaineiden valmisteverosta (29.12.1994/1472) koetaan suosivan fossiilisia polttoaineita, eikä biopolttoaineisiin siirtymiseen ole riittävästi kannustimia. Niin sähkön kuin biopolttoaineiden osalta saariston hajanaisuus sekä bunkraus- tai lataustarpeiden suuret vaihtelut ovat lisähaaste suhteessa mantereen jakeluinfrastruktuuriin.

Toinen keskeinen keino vähentää lauttaliikenteen päästöjä on palveluhankintoihin sisällytettävät ympäristövaatimukset. Varsinais-Suomen ELY-keskus onkin kehittänyt hankintastrategiaansa tähän suuntaan, ja oppia on haettu Norjasta. Päästövähennysvaatimukset edellyttävät toimijoilta kuitenkin käytännössä kaluston uusimista, mikä nostaa lauttaliikennepalveluiden hankintahintoja. Rahoituskehyksen ja sopimusvaltuuksien niin maantielautta- kuin yhteysalusliikenteessä tulisi joustaa ylöspäin ympäristövaatimusten myötä. Kaluston uusimiseksi voitaisiin asettaa selkeät tavoitteet vuosille 2030 ja 2045.

Lautta- ja yhteysalusliikenteen suurin palveluntarjoaja, valtion omistama Suomen Lauttaliikenne -konserni Finferries, on sitoutunut vähentämään päästöjään niin uusimalla kalustoaan kuin minimoimalla polttoaineen kulutusta ajokoulutuksen ja teknisten ratkaisujen avulla.<sup>274</sup> Monien pienempien palveluntarjoajien mahdollisuudet investoida uusiin aluksiin nykyisten sopimusten puitteissa ovat kuitenkin heikot.

Lauttaliikenteen kustannuksia ja päästöjä voidaan vähentää myös silloittamalla lyhyitä lauttavälejä olettaen, että sillan rakentaminen ilmastokestävää, eikä liikenne silloittamisen myötä merkittävästi kasva. Väyläviraston vuonna 2019 toteuttaman selvityksen mukaan valtakunnallisesti kahdeksan lyhyttä lauttaväliä olisi yhteiskuntataloudellisesti kannattavaa korvata sillalla. Selvityksessä tutkittiin kaikkiaan yhdeksän potentiaalisen

---

<sup>274</sup> Vuosikertomus ja yritysraportti 2018, Suomen Lauttaliikenne –konserni.

silloituskohteen kannattavuutta. Lyhyiden lauttavälien silloitushankkeet vähentävät liikenteen päästöjä, mutta joissain tapauksissa silloista aiheutuu maisemallista tai muuta haittaa.<sup>275</sup>

Veneilyn osalta moottoreiden uusiminen on keskeinen mahdollisuus päästöjen vähentämiseksi vuoteen 2030 mennessä. Traficom:n tutkimuksen mukaan yli puolet vene-kannasta käyttää vanhoja kaksitahtimoottoreita. Näistä luopuminen ja siirtyminen sähkömoottoreihin tai muihin vähäpäästöisempiin vaihtoehtoihin vähentäisi veneilyn päästöjä merkittävästi. Kaksitahtimoottoreista luopumista ja sähköperämoottoreihin siirtymistä voitaisiin edistää palkkiojärjestelmällä. Järkevä palkkion suuruus riippuu moottorin kokoluokasta. Ruotsissa käytössä on järjestelmä, jossa vuosittain jaetaan tietystä budjettivaraksesta palkkioita niin kauan kuin rahaa riittää. Tällaista järjestelmää voitaisiin Suomessa kokeilla lähivuosina.

Venealan keskusliitto Finnboat ry:n mukaan veneilijöiden kiinnostus sähköveneitä kohtaan kasvaa. Ladattavien akkujen kapasiteetti sekä latausmahdollisuudet venesatamissa ovat kuitenkin keskeisiä haasteita. Pienitehoisten perämoottorien akun voi ottaa kotiin ja ladata siellä. Suurempi akku pitää ladata satamassa, jolloin helppokäyttöisiä ja turvallisia latausmahdollisuuksia tulisi olla kaikissa venesatamissa. Valtaosassa venesatamista yhteydet ja kapasiteetti eivät kuitenkaan riitä, jos samaan aikaan pitäisi ladata useampia kymmeniä sähkökäyttöisen henkilöauton akun kokoisia veneakkuja.

Myös vesibussien sähköistymisen haasteena ovat latausmahdollisuudet satamissa. Helsingin Korkeasaarella on vesibusseille tavanomaista suurempi latausvalmius, josta voisi saada käyttökokemusta. Vesibusseissa akuston paino ja koko tekevät niistä monesti epäkäytännöllisiä. Yksi kehittymismahdollisuus on siirrettävissä akuissa, joita voitaisiin hyödyntää muussa käytössä veneilykauden ulkopuolella.

Veneilijät ovat kiinnostuneita vaikuttamaan veneilyn päästöihin. Suomen Purjehdus ja Veneily ry:n vuonna 2019 jäsenilleen tekemän kyselyn mukaan ympäristövaikutusten huomioiminen on tärkein veneilyyn liittyvä trendi. Tiedon ja koulutuksen lisääminen keinoista veneilyn päästöjen vähentämiseksi on siksi keskeistä. Alan yhdistyksillä on tähän kuitenkin vain vähän resursseja. Julkishallinto voisi lähivuosina tukea kaikille avoimien koulutusten järjestämistä yhdistysten kattavien verkostojen kautta.

Biopolttoaineilla voidaan vähentää myös veneilyn ja vesibussiliikenteen päästöjä. Lisäksi veneen runkosuunnitteluun ja pohjamaaleihin liittyvät ratkaisut vähentävät polttoaineen kulutusta ja siten päästöjä. Uuden veneteknologian kehitykseen voidaan vaikuttaa lähinnä kansainvälisen sääntelyn kuten EU:n huvivedirektiivin kehittämisen

---

<sup>275</sup> Väyläviraston julkaisu Lyhyitä lauttavälejä korvaavien siltojen hankearviointi. Väyläviraston julkaisu 42/2019.

kautta, sillä Suomessa ei ole merkittävää venemoottorien valmistusta. Venesatamissa tulisi olla tarjolla mahdollisuus veneen pohjan pesuun, jotta polttoaineen kulutusta lisäävä veneeseen kiinnittyvä eliöstö saadaan pidettyä poissa ilman myrkyllisten pohjamaalien käyttöä.

Vesibussien operaattoreiden haasteena päästöjen vähentämistä tavoiteltaessa on kaluston ikä ja heikko investointikyky. Useimmilla operaattoreilla liikevaihtoa tuova liikennekausi on vain viisi kuukautta tai vähemmän. Kokonaan uuteen kalustoon siirtymistä nopeammin päästövähennyksiä tuovia ratkaisuja voivatkin olla tyhjäkäynnin minimointi satamissa maasähkön avulla sekä vähittäinen biopolttoaineisiin siirtyminen sekoitevelvoitteen tuella. Siirtymää voitaisiin nopeuttaa erilaisin verokannustimin, sillä nykyisistä fossiilisista polttoaineista saatavat valmisteveron ja huoltovarmuuskannun palautukset ovat alalle tärkeitä.

### Jatkovalmistelussa huomioitavaa/työryhmä suosittelee:

- Asetetaan kansallinen tavoite täyssähkö- ja hybridialusten määrälle maantielautta- ja yhteysalusliikenteessä, ja osoitetaan tavoitteiden saavuttamiseen riittävä rahoitus:
  - Maantielauttaliikenteessä vähintään 25 % (10 kpl) aluksista on sähköllä kulkevia vuonna 2030 ja vähintään 80 % (32 kpl) vuonna 2045,
  - Yhteysalusliikenteessä vähintään 15 % (2 kpl) aluksista on sähköllä kulkevia vuonna 2030 ja vähintään 75 % (10 kpl) vuonna 2045.
- Kokeillaan veneilyn päästöjen vähentämiskeinona hankintatukijärjestelmää kaksitahtimoottoreista luopumiseksi ja sähköperämoottorien hankintaan kannustamiseksi.
- Uusitaan EU:n huvivedirektiivin avaamisen yhteydessä sen päästövähennysvaatimuksia. Suomi kannattaa tiukempia vaatimuksia, jos niiden voidaan osoittaa kannustavan vähähiilisten ja hiilettömien käyttövoimien yleistymiseen vapaa-ajan veneilyssä.
- Kannustetaan vesibussiliikennettä siirtymään sähkön ja akkuhybridialusten käyttöön erilaisin kokeiluun sellaisilla reiteillä, joiden satamissa on maasähkøyhteys.

## 5.3 Hinnoittelu

Meriliikenteen päästöjen vähentämiseksi on useita päästöjen hinnoitteluun liittyviä keinoja. Ollakseen vaikuttavia näiden keinojen tulee yleensä olla maailmanlaajuisia, jotta vältetään hiilivuoto eli päästöjen siirtyminen pois tiukemman sääntelyn alta. Suuralu- eellisten kuten esimerkiksi EU:n laajuisten ratkaisuiden riskejä ovat markkinahäiriöt tai

alueen satamien välttely, jos reitti- tai polttoainesuunnittelu sen mahdollistavat. Alueellisen sääntelyn tehokkuuden ja tasapuolisuuden edellytyksenä on yleensä lippuneutraliteetti eli se, että aluksia kohdellaan samalla tavoin riippumatta niiden lippuvaltiosta.

### 5.3.1 Meri- ja sisävesiliikenteen päästökauppa

EU:n päästökauppajärjestelmä ei toistaiseksi kata merenkulkua. Euroopan komissio on vihreän kehityksen ohjelmassaan esittänyt järjestelmän laajentamista merenkulkuun. EU:n hiilidioksidipäästöjen tarkkailua, raportointia ja todentamista koskeva asetetus eli niin sanottu MRV-asetus (*Monitoring, Reporting and Verification*) tarjoaisi pohjatiedot järjestelmän rakentamiseksi. Komission mukaan merenkulun päästökauppajärjestelmän rakentaminen koordinoidaan IMO:ssa tehtävän työn kanssa. Komission esitystä merenkulun päästökaupasta odotetaan vuoden 2021 puolivälissä.

IMO:ssa merenkulun maailmanlaajuisesta päästökaupasta ja muista markkinaehtoisista päästövähennyskeinoista keskusteltiin vuodesta 2006 vuoteen 2013. Lukuisista esityksistä ja keskustelunavauksista huolimatta neuvotteluissa ei edetty, sillä merenkulun päästöjen hinnoittelu jakaa vahvasti IMO:n jäsenvaltioiden näkemyksiä. Keskustelu markkinaehtoisista keinoista jatkuu, kun IMO:n kasvihuonekaasustrategian mukaan edetään keskusteluun keskipitkän aikavälin toimista vuonna 2023 ja kun IMO:n neljännen kasvihuonekaasuselvityksen tulokset ovat käytettävissä.

### 5.3.2 Muut taloudelliset keinot sekä informaatio-ohjaus

Keskustelussa markkinaehtoisista päästövähennyskeinoista kansainvälisessä merenkulussa on päästökaupan lisäksi tuotu esiin bunkkerimaksu, julkisen ja yksityisen sektorin kumppanuudet (*Public-Private Partnership*, PPP) aluskannan uusimiseksi sekä informaatio-ohjaus erilaisin ympäristösertifikaatein ja -merkein. Näiden keinojen päämäärä on käytännössä sama kuin päästökaupan: ohjata merenkulkualaa uusiutuviin polttoaineisiin ja entistä vähäpäästöisempään operointiin hintamekanismin tai kuluttajatiedon avulla.

### 5.3.3 Kansainvälinen polttoainemaksu

Varustamoalan kansainväliset etujärjestöt ovat tehneet IMO:lle esityksen polttoainemaksun keräämisestä tutkimus- ja innovaatorahastoon vähäpäästöisen ja päästöttömän merenkulun edistämiseksi. Suomalaiset varustamot ovat sitoutuneet esitykseen. IMO:n hallinnoimaan rahastoon kerättäisiin varoja käytetyn polttoainemäärän perusteella. Maksu olisi nimellinen, eikä se sinällään johtaisi merkittäviin päästövähennyksiin tai ohjaisi uusiin polttoaineisiin, vaan aloitteen tarkoitus olisi kerätä varoja, jotta

uusien päästöttömien alusten tutkimus- ja kehitystoiminta saadaan kunnolla liikkeelle. Kerätty pääoma käytettäisiin IMO:n kasvihuonekaasustrategian toimeenpanon edistämiseksi eli käytännössä päästöttömien alusten kehittämiseen. Esitetyn rahaston hallinnollista rakennetta IMO:n jäsenmaat voisivat myös hyödyntää myöhemmin, kun neuvotellaan muista keskipitkän ja pitkän aikavälin toimenpiteistä.

Varustamoalan rahastoaloitteen lisäksi on esitetty useita erilaisia versioita niin suoraan kuin rahastoitavasta polttoainemaksusta. Esitykset tehokkaan ohjausvaikutuksen varmistavan maksun tasosta vaihtelevat, samoin arviot tarvittavista investointimääristä IMO:n päästövähennystavoitteiden saavuttamiseksi. Global Maritime Forumissa Singaporessa vuonna 2019 epävirallinen työryhmä teki ehdotuksen merenkulun hiilimaksusta, joka alkaisi tasosta 10 USD hiilidioksiditonnia kohti ja kasvaisi tasolle 50–75 USD hiilidioksiditonnia vuoteen 2030 mennessä.<sup>276</sup> Erään asiantuntija-arvion mukaan tarvitaan 50–70 miljardin Yhdysvaltain dollarin investoinnit joka vuosi ajanjaksolla 2030–2050, jotta tavoitteet todella saavutetaan.<sup>277</sup>

### 5.3.4 Julkisen ja yksityisen sektorin yhteistyö aluskannan uusimiseksi

Koko aluskannan uusiminen on lopulta tarpeen tavoiteltaessa päästötöntä merenkulkua. Tämän valtavan haasteen edessä tarvitaan yksityisen ja julkisen sektorin yhteistyötä niin olennaisen tutkimus- ja kehitystoiminnan aloittamiseksi ja ylläpitämiseksi kuin uudisaluslaskintojen rahoittamiseksi.

Ison-Britannian hallitus on puhtaan merenkulun suunnitelmassaan sitoutunut yhteistyöhön tutkijoiden ja yksityisen sektorin kanssa puhtaan merenkulun tutkimus- ja kehitystoiminnan edistämiseksi. Lisäksi yhteistyötä tehdään pankkien kanssa päästöttömien ratkaisuiden toteuttamiseksi tarvittavan rahoituksen varmistamiseksi.

Norjassa hallitus on kaavaillut julkisen ja yksityisen sektorin yhteistyötä maan meriliikenteessä käytetyn rahtialuskannan uusimiseksi nykyistä ympäristöystävällisemmäksi. Varustamot, rahdinantajat sekä valtio tekisivät yhteistyötä, jotta vihreiden vaihtoehtojen kysyntä meriliikenteessä lisääntyä. Poliittikkakeinot ja yhteistyön tarkat muodot eivät ole vielä selvillä.

<sup>276</sup> "Sohmen-Pao champions \$70bn carbon tax plan to drive fuel switch", Trade Winds, 2019.

<sup>277</sup> "The scale of investment needed to decarbonize international shipping", Global Maritime Forum, 2020.

### 5.3.5 Ympäristösertifikaatit tai -merkit

Erilaisia alusten tai varustamoiden energiatehokkuus- ja ympäristösertifikaatteja on ollut käytössä jo useita vuosia. Esimerkiksi *Clean Shipping Index* ja *RightShip* tekevät aluksen päästötietoja näkyväksi alusmarkkinoilla, ja niiden avulla rahdinantajat, pankit ja sijoittajat voivat valita vähiten kasvihuonekaasupäästöjä tuottavat alukset ja varustamot. Tarkoituksena on tehdä ymmärrettävällä tavalla päästöjä näkyväksi ja vertailtavaksi myös matkustajille ja kuluttajille. Hyvällä sertifikaattimerkinnällä alus voi myös saada alennuksia esimerkiksi alueellisista tai kansallisista satama- ja väylämaksuista.

Sertifikaattijärjestelmien haasteena on monesti niin järjestelmien kuin kuljetusasiakkaiden moninaisuus: yksi asiakas voi vaatia kuljetuksiltaan tiettyä sertifikaattia, toinen toista tai saman sertifikaatin eri tasoa. Tehokas sertifiointijärjestelmä edellyttää luonnollisesti myös sitä, että asiakkaat todella vaativat sertifikaatteja, eivätkä valitse halvinta kuljetusta tai matkaa niistä piittaamatta.

### 5.3.6 Kansalliset verot, maksut ja kannustimet

Vahvasti kansainvälisellä merenkulkualalla kansalliset erilliskorjaukset voivat johtaa jo kuvattuihin haittavaikutuksiin kuten hiilivuotoon ja markkinahäiriöihin. Kansallisilla veroilla tai veriluonteisilla maksuilla tai esimerkiksi satamakohtaisilla maksuilla ja kannustimilla voi kuitenkin olla osansa meriliikenteen päästöjen vähentämisessä, jos niitä käytetään harkiten ja koordinoitusti naapurivaltioiden kanssa. Kuten muidenkin taloudellisten ohjauskeinojen kohdalla, Suomen tulee kansallisia veroja, maksuja ja kannustimia pohtiessaan huomioida talvimerenkulku sekä maantieteellinen asemansa, jotka luovat itsessään merenkululle lisäkustannuksia verrattuna esimerkiksi eteläisen Euroopan maihin.

Esimerkkejä kansallisista taloudellisista ohjauskeinoista meriliikenteen päästöjen vähentämiseksi ovat Norjan NO<sub>x</sub>-rahasto, erilaiset innovaatiotuet ja -rahastot, sekä Ruotsissa käytössä oleva ympäristöperusteinen väylämaksu. Maasähkön alempaa verokantaa on käsitelty maasähköä koskevassa luvussa.

Liikenne- ja viestintävirasto Traficom julkaisi toukokuussa 2020 kirjallisuuskatsauksen sekä viranomaisten ja varustamoiden haastatteluihin perustuvan selvityksen,

joka kokosi ensimmäistä kertaa yhteen eri Itämeren maiden taloudelliset kannustin-käytännöt merenkulun ympäristöystävällisyyden edistämiseksi.<sup>278</sup> Selvityksen tavoitteena oli arvioida kansallisten ja EU-tason kannustimien vaikutuksia, tunnistaa niiden käyttöön liittyvät haasteet ja löytää parhaat käytännöt.

Selvityksen mukaan taloudelliset kannustimet ovat tärkeitä työkaluja ympäristöystävällisen merenkulun edistämässä sekä uusien että olemassa olevien alusten osalta. Erityisesti kansalliset ja EU-tuet sekä julkiset lainat ja takaukset ovat edistäneet laivanvarustajien investointeja ympäristöystävälliseen tekniikkaan. Näiden keinojen lisäksi ympäristöperusteiset verohelpotukset todettiin tehokkaiksi taloudellisiksi kannustimiksi. Erilaiset alusrahoitukseen liittyvät tukitoimenpiteet ovat tästä syystä tärkeitä ympäristöystävällisen tekniikan käyttöönoton varmistamiseksi ja niitä tulisi selvityksen mukaan kehittää edelleen. Lyhyellä aikavälillä Itämeren alueen pankkeja voitaisiin kannustaa allekirjoittamaan vaadittavat sopimukset Euroopan investointipankin (EIP) kanssa vihreän alusrahoituksen saatavuuden helpottamiseksi.

Selvityksen tulokset korostavat taloudellisiin kannustimiin liittyvien parhaiden käytäntöjen jakamisen tärkeyttä niin valtioiden välillä kuin osana julkisen ja yksityisen sektorin yhteistyötä. Selvitykseen osallistuneet varustamoiden edustajat toivoivat ennustettavia ja keskenään johdonmukaisia taloudellisia kannustimia, joita kehitetään pitkäjänteisesti.

Selvityksen mukaan ympäristöperusteiset satama-, väylä- ja muut operatiiviset maksut eivät olleet merkittäviä tekijöitä varustamoiden päätöksissä, jotka koskivat ympäristöjalanjälkeä vähentäviä alusinvestointeja. Yksi juurisyy oli ympäristöperusteisten maksujen ja alennusten pienuus verrattuna vaadittujen investointien suuruuteen. Tämän lisäksi alennusten ei koettu toimivan kannustimina aikarahtimarkkinoilla toimiville laivanvarustajille.

### 5.3.7 Haasteet ja mahdollisuudet vuosiin 2030 ja 2045

Niin maailmanlaajuisen kuin vain EU:n kattavan merenkulun päästökauppajärjestelmän osalta olennaisia kysymyksiä ovat päästökaupan rakenne sekä kauppaa käyvät tahot. Olisiko merenkulun päästökauppajärjestelmä suljettu eli vain merenkulkusektorin sisäinen vai avoin eli muiden sektoreiden kanssa yhteinen? Käykö päästökauppaa polttoaineen tai voimanlähteen jakaja, varustamo vai varustamon asiakas?

---

<sup>278</sup> Liikenne- ja viestintäviraston julkaisu Economic incentives to promote environmentally friendly maritime transport in the Baltic Sea region. Traficom:n tutkimuksia ja selvityksiä 6/2020.



Keskeistä on myös, kattaisiko päästökauppa ainoastaan EU:n sisäisen liikenteen vai myös EU:sta lähtevän ja EU:n satamiin saapuvan meriliikenteen, ja missä määrin sovellettaisiin päästöoikeuksien huutokauppaa tai ilmaisjakoa. Päästökaupan vaikutusten arviointi ja näkemysten muodostaminen on haastavaa ilman näitä perustietoja. Komission valmisteluun on kuitenkin pyrittävä vaikuttamaan mahdollisimman varhaisessa vaiheessa. Suomen kantojen muodostamista tukevat niin liikenne- ja viestintäministeriön tilaama kansallinen selvitys kuin muiden tahojen selvitykset merenkulun liittämistä EU:n päästökauppajärjestelmään.

Hyvin toteutettu merenkulkusektorin sisäinen päästökauppa todennäköisesti vähentäisi päästöjä. Aiheesta on toistaiseksi kuitenkin hyvin vähän tutkimustietoon pohjautuvia selvityksiä. Ruotsalaisen meriklusterin yhteistyöverkosto Lighthouse Ruotsin ympäristöinstituutti IVL:ltä ja Göteborgin yliopistolta tilaaman toukokuussa 2020 valmistuneen selvityksen<sup>279</sup> mukaan meriliikenteen sisällyttäminen EU:n päästökauppajärjestelmään on toteuttamiskelpoista, mutta taloudellisten vaikutusten laskeminen riippuu vielä monesta toistaiseksi tuntemattomasta muuttujasta. Vaikutukset merikuljetusten hintaan riippuisivat ensisijaisesti päästöoikeuksien hinnasta sekä siitä, huutokaupattaisiinko päästöoikeudet vai myönnettäisiinkö ne osaltaan tai kokonaan ilmaiseksi.

EU:n sisäisen merenkulun päästökaupan riskejä ovat hiilivuoto eli päästöjen siirtyminen EU:n ulkopuolelle tai kuljetusten siirtyminen muihin liikennemuotoihin, lippuneutraliteetin eli alusten tasavertaisen kohtelun vaarantuminen, sekä muut markkinahäiriöt. Riippuen siitä, minkä suuruinen päästöoikeuden hinta on ja kuka sen maksaa, päästökauppa ei välttämättä myöskään kannusta innovointiin alalla: vanhoilla paljon kasvihuonekaasuja päästävillä aluksilla operoivalle toimijalle voi olla halvempaa jatkaa vanhoilla aluksilla kaluston uusimisen sijaan. Päästöoikeuden hintatasosta riippuu, missä määrin päästökauppa kannustaa merkittävämpiin investointeihin päästöjen vähentämiseksi.

Merenkulkualalla on hyvin eri tyyppisiä liiketoimintamalleja, erilaista liikennettä moninaisilla alustyypeillä sekä eri kokoisia toimijoita. EU:n sisäisen päästökaupan laajentaminen meriliikenteeseen vaatii siksi huolellisen arvion sosiaalisista ja taloudellisista vaikutuksista, vaikutuksista kilpailukykyyn ja pienten toimijoiden hallinnolliseen taakkaan sekä päästökaupan tehokkuudesta päästövähennyskeinona. Erityisen tärkeää on arvioida, millaisia vaikutuksia päästökauppajärjestelmään sisällytettävä liikenteen laajuudella on, eli kattaisiko järjestelmä vain EU:n sisäisen vai kaiken EU:sta tulevan

---

<sup>279</sup> Including maritime transport in the EU Emission Trading System – addressing design and impacts. Lighthouse reports 2020. [https://www.lighthouse.nu/sites/www.lighthouse.nu/files/report\\_ets\\_eu.pdf](https://www.lighthouse.nu/sites/www.lighthouse.nu/files/report_ets_eu.pdf).

ja lähtevän liikenteen. Tässä tarkastelussa tulee huomioida lentoliikenteen vastaavan järjestelmän kehittämisestä saadut opit.

Päästökaupan vaihtoehtona hiilisisältöön perustuvat polttoaineerot tai -maksut todennäköisesti ohjaisivat meriliikennettä tehokkaasti pois fossiilisista polttoaineista viemällä niiden hintoja lähemmäs toistaiseksi merkittävästi kalliimpien vähähiilisten ja hiilittömien polttoaineiden tasoa. Päästöjen vähenemisen ohella polttoaineerot ja -maksut johtaisivat kuitenkin hyvin todennäköisesti merikuljetusten hintojen nousuun, mikä voisi ohjata kuljetuksia muihin, merenkulkua enemmän saastuttaviin liikenne-  
muotoihin. Korkeammat hinnat myös siirtyisivät todennäköisesti kuluttajien maksettavaksi, jolloin monien meritse tuotavien hyödykkeiden hinnat nousisivat. Lisäksi useat valtiot näkevät valtioiden ulkopuolisten tahojen kuten IMO:n hallinnoimien polttoainemaksurahastojen haasteena omien verolakiensa tai jopa perustuslakiensa aiheuttamat rajoitukset sekä rahastojen politisoitumisen kansainvälisellä tasolla.

### **Jatsovalmistelussa huomioitavaa/työryhmä suosittelee:**

- Merenkulun mahdollisen polttoaineeron tai -maksun tulee olla maailmanlaajuinen hiilivuodon ja markkinahäiriöiden välttämiseksi.
- Jos kansainvälisen polttoainemaksu- tai verojärjestelmän myötä syntyy IMO:n jäsenmaiden hallinnoima rahasto, sen rahanjaon tulee olla puolueetonta ja mahdollisimman yksinkertaista.
- Maailmanlaajuinen päästökauppa olisi kansainväliselle merenkulkualalle EU:n sisäistä päästökauppaa parempi vaihtoehto. Koska IMO:ssa keskustellaan päästökaupasta alustavan kasvihuonekaasustrategian mukaan todennäköisesti vasta vuonna 2023, ja EU:n päätöksenteko päästökaupasta etenee jo vuonna 2021, tulee EU-valmistelussa huomioida järjestelmän mahdollinen maailmanlaajuinen sovellettavuus.
- Merenkulun mahdollinen lisääminen EU:n päästökauppajärjestelmään vaatii koko unionin merialueet kattavan vaikutustenarvioinnin, joka huomioi merenkulun moninaisuuden ja erilaiset olosuhteet eri puolilla Eurooppaa. Vaikutusarvioinnin tulee sisältää arvio järjestelmän todellisesta päästövähennyspotentiaalista eri skenaarioilla.
- Suomen kannanmuodostuksen ja päätöksenteon päästökauppajärjestelmän mahdollisesta laajentamisesta meriliikenteeseen tulee perustua päästövähennyspotentiaalin lisäksi arvioon vaikutuksista Suomelle keskeiseen meriliikenteeseen Itämerellä sekä vaikutuksiin Suomen ulkomaankauppaan.
- Talvimerenkulun erityisvaatimukset sekä siitä jo nykyisellään aiheutuva lisäkustannus Suomen satamiin liikennöiville aluksille tulee huomioida päästökauppajärjestelmää rakennettaessa.
- Mikäli päästökauppa toteutettaisiin EU:n alueella, sitä ei tule rajoittaa vain EU:n sisäisiin merikuljetuksiin, vaan sen tulee koskea kaikkea EU:sta lähtevää tai EU:hun saapuvaa liikennettä. Tämä laajentaisi päästökaupan vaikuttavuutta merkittävästi,

ja tasaisi jäsenmaiden välillä vaikutuksia kilpailukykyyn. Käytännössä kaikki Suomeen tuleva ja Suomesta lähtevä meriliikenne on EU:n sisäistä toisin kuin monessa muussa päämarkkinoitaan lähempänä sijaitsevassa jäsenvaltiossa.

- Päästökauppajärjestelmän tulisi kannustaa uuden teknologian kehittämiseen.
- Merenkulun päästökaupasta kerättävät varat tulisi käyttää merenkulun päästöjä vähentävien ratkaisuiden käyttöönottoon ja kehittämiseen. Varojen jaossa IMO-tasolla tulisi huomioida etenkin vähiten kehittyneet valtiot sekä pienet saarivaltiot.
- Mahdollisten kansallisten verojen ja maksujen tulee olla tavoitepohjaisia ja teknologianeutraaleja.
- Verojen ja maksujen rinnalle tai niiden sijasta tulee harkita kannustimia vähäpäästöisiin ja päästöttömiin vaihtoehtoihin siirtymiseksi.
- Valtioneuvoston asetus laivanrakennuksen innovaatioihin annettavasta valtionavustuksesta uudistetaan vuoden 2020 aikana. Vähähiilisyteen ja kasvihuonepäästöjen vähentämiseen tähtäävien innovaatioiden on edelleen oltava yksi tärkeimmistä innovaatiotuen käyttökohteista.
- Vapaaehtoisuuteen perustuvien ympäristösertifikaattien tulisi olla vähintään suuralueiden eli esimerkiksi EU:n sisällä samoja, jotta varmistetaan alusten tasapuolinen vertailu.
- Nykyinen merenkulun hiilidioksidipäästöjä koskeva asetus eli MRV-asetus antaa mahdollisuuden allokoida päästöjä matkustajien ja rahdin välillä eri tavoin. EU:ssa tulisi käyttää vain yhtä allokointitapaa alusten päästöjen vertailun helpottamiseksi.

## 5.4 Kansainvälinen vaikuttaminen

Suomi vaikuttaa vesiliikenteen päästöjen vähentämiseksi niin IMO:ssa, EU:ssa kuin alueellisesti Itämeren suojelukomissio HELCOM:ssa sekä pohjoismaisessa ja kahdenvälisessä yhteistyössä lähimpien merellisten naapurimaidensa kanssa. Keskeinen vaikuttamistavoite kaikilla yhteistyön tasoilla on tehokkaiden päästövähennyskeinojen kehittäminen ja käyttöönotto mahdollisimman pian IMO:n alustavan kasvihuonekaasustrategian ja Pariisin sopimuksen lämpötilatavoitteen mukaisesti.

Suomen lipun alla kulkevien alusten, suomalaisten varustamojen ja koko suomalaisen meriklusterin tulee näyttää esimerkkiä matkalla kohti IMO:n päästövähennystavoitteita. Suomen meriklusteri on sitoutunut näihin tavoitteisiin ja on jo nyt etujoukoissa kehittämässä useita päästöjä vähentäviä teknologioita, kuten uudentyypisiä laivamoottoreita ja roottoripurjeita. Muutoksen vauhtia on kuitenkin kansainvälisin päätöksin kiristettävä tavoitteiden saavuttamiseksi. Tämä tuo myös uusia liiketoimintamahdollisuuksia Suomeen.

## 5.4.1 Kansainvälinen merenkulujärjestö IMO

Kauppamerenkulku on hyvin kansainvälistä toimintaa. Siksi tehokkaan sääntelyn on yleensä oltava maailmanlaajuista. Kansainvälistä merenkulkua sääntelee ja ohjaa IMO. Jotta merenkulun päästöt vähenevät kaikkialla maailmassa, ja niin hiilivuoto, alusten epätasa-arvoinen kohtelu kuin markkinahäiriöt vältetään, IMO-tason sääntely on ensisijaista. Tämä ei sulje pois tehokkaan alueellisen sääntelyn mahdollisuutta merenkulun kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseksi.

Merenkulun kasvihuonekaasupäästöjen osalta keskeisiä ovat IMO:ssa sovitut ja edelleen kehitettävät määräykset alusten energiatehokkuudesta. Suomi kannattaa alusten energiatehokkuuden parantamiseen tähtäviä toimia. Suomi vaikuttaa siihen, että sääntelyn kehitys ei johda tilanteeseen, jossa Suomen vesille tulevat koneteholtaan entistä heikommat alukset eivät selviydy turvallisesti merialueidemme haastavissa sää- ja jääolosuhteissa talvella. Suomen ulkomaankaupalle keskeisten roro- ja ropax -alusten erityispiirteet tulee huomioida ennen kuin olemassa oleville aluksille laaditaan uusia energiatehokkuusmääräyksiä.

IMO:n alustava strategia kansainvälisen meriliikenteen kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseksi hyväksyttiin keväällä 2018. Strategiaa on tarkoitus päivittää vuonna 2023. Merkittävä askel on IMO:n neljännen kasvihuonekaasututkimuksen valmistuminen syksyllä 2020. Suomella on asiantuntija tutkimuksen vertaisarviointiryhmässä. Suomi neuvottelee kansallisten ilmastotavoitteidensa ja EU:ssa sovittujen linjausten mukaan IMO:n kasvihuonekaasustrategian päivittämisestä neljännen kasvihuonekaasututkimuksen tulosten pohjalta.

Keväällä 2019 IMO:ssa alkoivat neuvottelut konkreettisista keinoista, joilla strategiasa asetetut päästövähennystavoitteet saavutetaan. Tarkoitus on ensin sopia lyhyen aikavälin keinoista, ja saada niitä voimaan jo ennen vuotta 2023. Lyhyen aikavälin keinoja ovat mm. alusten operatiiviset toimet kuten reittioptimointi, nopeuden tai konetehon rajoittaminen, sekä alusten energiatehokkuuden parantaminen. Myös keskipitkän (2023–2030) ja pitkän aikavälin (2030–) keinoista, kuten merenkulun vaihtoehtoisista polttoaineista, hiilen hinnoittelusta ja muista markkinaehtoisista keinoista, on tarkoitus tehdä päätöksiä viimeistään vuoden 2023 jälkeen, kun lyhyen aikavälin keinoista on sovittu ja strategia on päivitetty.

Suomi on sitoutunut IMO:ssa jo sovittuihin päästövähennystavoitteisiin sekä IMO:n alustavan kasvihuonekaasustrategian toimeenpanoon. EU:n jäsenvaltiot kannattavat IMO:ssa sellaisia lyhyen aikavälin päästövähennyskeinoja, jotka:

1. voivat vähentää kasvihuonekaasupäästöjä jo ennen vuotta 2023 ja mahdollistavat kansainvälisen merenkulun päästöjen laskun lakipisteestään mahdollisimman pian,
2. säilyttävät tasavertaiset kilpailuedellytykset uusille ja vanhoille aluksille sekä eri alustyyppien välillä,
3. ovat lippuneutraaleja eli koskevat kaikkia aluksia lippumaasta riippumatta,
4. ovat tehokkaita, pakollisia ja toimeenpantavissa,
5. muuttavat alusten olennaisia operatiivisia käytäntöjä eri alusliikennemuodot huomioiden, ja
6. tuottavat tehokkaasti todellisia vaikutuksia IMO:n alustavan kasvihuonekaasustrategian mukaan.

Lyhyen aikavälin päästövähennyskeinoista on tarkoitus päättää IMO:ssa alustavasti lokakuussa 2020. Valinta tehtäen muutaman ns. tavoitepohjaisen päästövähennyskeinoon välillä tai muodostamalla niitä yhdistelemällä kompromissi. Tavoitepohjaisilla keinoilla tarkoitetaan sitä, että säännöksissä annetaan vain vaadittu energiatehokkuus- tai hiili-intensiteettitaso, eikä määritellä erikseen, millä keinoilla tavoitteeseen tulee päästä. Hiili-intensiteettitasoa rajoitettaessa varustamo tai operoija voi aluksen hiilidioksidipäästöjen vähentämiseksi käyttää joko operointiin liittyviä tai teknisiä keinoja. Operointiin liittyviä keinoja ovat mm. nopeuden tai konetehon vähentäminen, teknisiä puolestaan energiatehokkuuden parantaminen esimerkiksi uusimalla propulsiojärjestelmää tai asentamalla roottoripurjeet.

Merenkulun kasvihuonekaasupäästöjen suoria vähentämistoimia koskevien neuvotte- luiden lisäksi IMO:ssa on käynnissä useita muitakin merenkulun tehokkuutta lisääviä ja siten päästöjä vähentäviä säädöstoimia ja suosituksia. IMO on juuri hyväksynyt esi- merkiksi satamaresoluution, jossa kehoitetaan kiinnittämään huomiota mm. alusten oikea-aikaisen saapumisen (*just-in-time*) mahdollistamiseen satamissa.

## 5.4.2 Euroopan unioni

Euroopan unionin toiminnasta tehdyn sopimuksen (SEUT) mukaan liikenne kuuluu unionin ja jäsenvaltioiden kesken jaettuun toimivaltaan, ja näin ollen myös merenkulku on jaetussa toimivallassa. Komissio katsoo, että IMO:ssa sovittavat kansainvälisen merenkulun päästövähennystoimet ovat myös EU:n ilmastopolitiikalle merkityksellisiä. EU on käyttänyt asiassa toimivaltaansa mm. meriliikenteen hiilidioksidipäästöjen tark- kailusta, raportoinnista ja todentamisesta annetun asetuksen (nk. MRV-asetus,

2015/757) myötä. Jäsenvaltiot koordinoivat yhteiset kantansa aiheesta IMO:ssa käytäviin neuvotteluihin EU:n neuvoston merenkulkutyöryhmässä (*Working Party on Shipping*).

Euroopan komissio antoi joulukuussa 2019 tiedonannon vihreän kehityksen ohjelmasta (*Green Deal*), jonka tavoitteena on luoda vuoteen 2050 mennessä Euroopasta maailman ensimmäinen ilmastoneutraali maanosa, hidastaa maapallon lämpenemistä ja lieventää lämpenemisen vaikutuksia. Ohjelmassa tavoitellaan myös investointeja huippututkimukseen ja innovointiin.

Meriliikenteen osalta vihreän kehityksen ohjelma pitää sisällään ehdotuksen meriliikenteen lisäämisestä EU:n laajuiseen päästökauppajärjestelmään (*EU Emissions Trading System, ETS*), esityksen velvoitteesta aluksille käyttää maasähköä satamissa sekä esityksen eniten saastuttavien alusten satamiin pääsyn sääntelystä. Etenkin esitys merenkulun päästökaupasta vaikuttanee keskusteluihin markkinaehtoisista päästövähennyskeinoista IMO:ssa.

Komissio aikoo tehdä esityksen EU:n energiaverodirektiivin uudistamiseksi siten, että se kannustaisi jatkossa tehokkaammin päästöjen vähentämiseen. Komission energiaverodirektiiviä koskevassa arviointikertomuksessa todetaan, että sektorikohtaiset verohelpotukset ja -poikkeukset heikentävät kannustimia investoida energiatehokkuuteen. Merenkulussa käytettäviä polttoaineita ei toistaiseksi veroteta.

Komissio tulee myös tekemään ehdotuksen vaihtoehtoisten polttoaineiden jakeluinfrastruktuuria koskevan direktiivin päivittämiseksi. Nykyisen direktiivin tavoitteena on edistää vaihtoehtoisten käyttövoimien ja polttoaineiden tarjontaa. Komissio harkitsee lisäksi uutta sääntelyä, jonka tarkoituksena on edistää vaihtoehtoisten käyttövoimien ja polttoaineiden käyttöä meriliikenteessä. Mahdollisia toimia ovat muun muassa sekoitevelvoite sekä toimet satamien maasähkön käytön lisäämiseksi.

EU:n Horisontti-ohjelmaan on vuoden 2021–2027 rahoituskehyskaudelle suunnitteilla ilmastopainotteinen merenkulun kumppanuus, jonka toteutuminen olisi edullista Suomen meriklusterille. Myös Verkkojen Eurooppa -rahoitusväline (*Connecting Europe Facility, CEF*) tarjoaa mahdollisuuden edistää ilmastokestävää meriväylänpitoa sekä merenkulun vaihtoehtoisia polttoaineita ja niiden jakelua. Merenkulussa rahoitusta on varattu erityisesti merten moottoriteille, jotka laajentavat TEN-T -verkon meriliikenteseen.

EU:n vuonna 2009 hyväksytty Itämeri-strategia (*EU Strategy for the Baltic Sea Region, EUSBSR*) on jäsenvaltioiden ja komission välinen sopimus yhteistyön syventä-

misestä Itämeren alueella. Sen tarkoituksena on tiivistää Itämeren alueen EU-jäsenvaltioiden välistä koordinaatiota ja kohdistaa resursseja siten, että niiden vaikuttavuus on mahdollisimman suuri. Strategialla on kolme päätavoitetta: meren pelastaminen, alueen yhdistäminen ja hyvinvoinnin kasvattaminen.

Suomen tavoitteet Itämeren alueen kehittämiseksi sisältyvät valtioneuvoston periaatepäätökseen Suomen Itämeren alueen strategiaksi (2017) sekä valtioneuvoston periaatepäätökseen Suomen meripolitiikan linjauksiksi Itämereltä valtamerille (2019). Merenkulun kasvihuonekaasupäästöjen vähentäminen on yksi keskeisistä tavoitteista, joka ohjaa Suomen toimintaa strategian mukaisessa yhteistyössä.

### 5.4.3 Itämeren suojelukomissio HELCOM

Itämeren merellisen ympäristön suojelukomissio HELCOM pyrkii vähentämään kuormitusta Itämereen kaikista päästölähteistä, suojelemaan meriluontoa ja säilyttämään lajien monimuotoisuutta. Yksi järjestön työryhmistä (*Maritime Working Group*, WG Maritime) keskittyy meriliikenteeseen ja sen päästöihin. Se seuraa IMO:n säännösten tehokasta toimeenpanoa Itämerellä. HELCOM:n sopimusosapuolet ovat myös aktiivisesti ajaneet IMO:ssa Itämeren erityislaatuisuuden huomioimista. Ilmapäästöjen osalta tästä osoituksena ovat rikin- ja typenoksidien erityisalueet (SECA- ja NECA-alueet). HELCOM tarjoaa puitteet tiedonvaihdolle ja maailmanlaajuisen säännösten tehokkaalle toimeenpanolle koko Itämeren laajuisesti.

Viime vuosina HELCOM on alkanut kiinnittää yhä enemmän huomiota merellisistä toiminnoista aiheutuviin kasvihuonekaasupäästöihin. Ilmatieteen laitos mallintaa alusten arvioituja ilmapäästöjä Itämerellä vuositasolla ja Suomi raportoi nämä tulokset vuosittain WG Maritime -kokouksessa. Alusten ilmapäästöjen ja energiatehokkuuden seuranta onkin nykyään yksi keskeisistä WG Maritimen painopisteistä. Maritime-ryhmän alle perustettiin Suomen aloitteesta Green Team -alatyöryhmä vuonna 2017. Ryhmän tehtävänä on edesauttaa siirtymää kohti vaihtoehtoisia käyttövoimia ja vihreää teknologiaa Itämeren alueella julkisen ja yksityisen sektorin yhteistyönä.

Green Teamin työ tavoittaa läpileikkaavasti Itämeren alueen merenkulkuhallinnot sekä yksityisen sektorin, ja on tärkeä linkki alueellisessa työssä kohti fossiilitonta merenkulkua. Green Team julkaisi kesäkuussa 2019 raportointimekanismin, jolla selvitetään haasteita ja esteitä, jotka hidastavat vihreän teknologian ja vaihtoehtoisten polttoaineiden kehittämistä Itämeren laivaliikenteessä. Raportointimekanismi on matalan kynnyksen nettilomake, jolla toivotaan tavoitettavan kattavasti varustamoja ja muita merellisiä toimijoita Itämeren eri osissa.

HELCOM:n toimenpideohjelmaa Itämeren hyvän tilan saavuttamiseksi (*Baltic Sea Action Plan*, BSAP) uudistetaan parhaillaan. Toimenpideohjelma käsittää läpileikkaavasti kaikki Itämereen vaikuttavat ympäristöpaineet kaikista päästölähteistä. Yhtenä toimenpiteenä uudistettavaan toimenpideohjelmaan WG Maritime on Suomen aloitteesta esittämässä toimenpidettä, jolla kannustetaan vaihtoehtoisten polttoaineiden infrastruktuurin kehittämiseen sekä digitalisaation roolin hyödyntämiseen tavoiteltaessa päästövähennyksiä logistisessa ketjussa. Uusi ohjelma on tarkoitettu hyväksyä HELCOMin ministerikokouksessa vuonna 2021.

#### 5.4.4 Pohjoismainen ja kahdenvälinen yhteistyö

Pohjoismaat ovat edelläkävijöitä vähäpäästöisen merenkuluteknologian kehittämisessä. Lisäksi Pohjoismaita ympäröivät merialueet ovat erityisen herkkiä ja haavoittuvia. Itämerelle, Pohjanmerelle ja Norjanmerelle suuntautuvan matkailun kasvu lisää tarvetta vahvistaa pohjoismaista yhteistyötä merillä. Kaikki Pohjoismaat pyrkivätkin meriliikenteen päästöjen vähentämiseen ja ovat usein kunnianhimoisimpia päästövähennystoimia vaativien maiden joukossa niin IMO:ssa kuin EU:ssa. Yhdessä Ruotsin ja Tanskan sekä Baltian maiden kanssa Suomi tuo meriliikenteen päästövähennystoimista EU:ssa käytäviin keskusteluihin näkökulmia Itämereltä, lähimerenkulusta sekä talvimerenkulusta.

Pohjoismaiden ministerineuvosto on pitkään kannattanut pohjoisten merialueiden suojelua, ja rahoittanut useita merenkulkuun liittyviä hankkeita, joissa Suomi on ollut mukana. Tiivistä vuoropuhelua käydään virallisten pohjoismaisten yhteistyörakenteiden lisäksi myös suoraan liikennehallintojen välillä. Virkamiestasolla järjestetään vuosittain pohjoismainen merenkulkukokous, jossa keskustellaan turvallisuuteen ja merenkulutalouteen liittyvien aiheiden ohella meriliikenteen päästöjen vähentämisestä.

Suomi käy myös kahdenvälistä vuoropuhelua vesiliikenteen ympäristökuormituksen vähentämisestä lähimpien naapureidensa Viron, Venäjän ja Ruotsin kanssa. Venäjän kanssa keskeinen yhteistyön foorumi on Suomen ja Venäjän hallitusten välisen talouskomission alainen liikennetyöryhmä. Viron ja Ruotsin suuntiin etenkin satamien välinen yhteistyö on keskeistä, jotta matkustaja-alusliikenteen päästövähennysmahdollisuuksille keskeistä sähkön ja vaihtoehtoisten polttoaineiden jakeluinfrastruktuuria voidaan kehittää koko liikennöintialueen kattavasti. Esimerkiksi vuonna 2016 Helsingin, Tallinnan, Tukholman ja Turun satamat allekirjoittivat yhteisymmärryspöytäkirjan, jossa sovitaan yhteisistä maasähkön tarjoamiseen liittyvistä periaatteista.



### Jatkovalmistelussa huomioitavaa/työryhmä suosittelee:

- Suomi tavoittelee johtavaa asemaa erityisesti päästövähennyksiä tuovien merenkulun automaatio- ja digitalisaatioratkaisujen kuten aikataulutietojen jakamisen ja reitioptimoinnin kehittäjänä.
- Suomi kiinnittää erityistä huomiota talvimerenkulun ja jäissä kulkevia aluksia koskevien erityisvaatimusten huomioimiseen kehitettäessä päästövähennyskeinoja sekä uusia alusten energiatehokkuutta koskevia määräyksiä IMO:ssa.
- Suomi pitää tärkeänä, että IMO:ssa sovitut päästövähennystavoitteet kansainväliselle merenkululle saavutetaan aikataulussa ja mahdollisimman vähäisin markkina-häiriöin.
- Kasvihuonekaasujen päästölaskentaa varten on tärkeä edelleen kehittää vaihtoehtoisille polttoaineille hiilikertoimia, jotka perustuvat polttoaineen elinkaarianalyysiin.
- Suomi pitää ensisijaisina sellaisia ratkaisuja, jotka toteuttavat kunnianhimoiset tavoitteet merenkulun päästöjen vähentämiseksi, mutta jättävät varustamoille ja operaattoreille mahdollisuuden valita niille parhaiten sopivat päästövähennyskeinot. Näin voidaan ottaa huomioon Suomelle keskeinen aikataulutettu lähimerenkulku ja kannustaa teknologiseen kehitykseen alalla.
- Suomi korostaa, että millään yksittäisellä keinolla ei saavuteta asetettuja päästövähennystavoitteita. Neuvottelua keskipitkän ja pitkän aikavälin päästövähennyskeinoista tulee jatkaa lyhyen aikavälin keinojen rinnalla.
- Suomi kannattaa ilmastoneutraalien merikuljetussopimusten kehittämistä niin EU:ssa kuin kansainvälisesti.
- Suomi toimii sen hyväksi, että EU:n Green Deal -ohjelma sisältää toimenpiteitä, jotka vähentävät tasapuolisesti kaikkien jäsenvaltioiden lippujen alla kulkevien alusten kasvihuonekaasupäästöjä ja edistävät päästöjä vähentävien teknologioiden kehittämistyötä kaikissa jäsenvaltioissa.

## Liitteet

### Eriävä mielipide vaikutusarvioiteihin, liikenne- ja kuljetusala

13.10.2020

#### Fossiilittoman liikenteen työryhmän loppuraportti

#### Eriävä mielipide vaikutusten arvioinneista fossiilittoman liikenteen tiekartan tausta-aineistossa

Edustamamme liikenne- ja kuljetusalan elinkeinojärjestöt ovat sitoutuneet kansalliseen liikenteen päästöjen vähentämistavoitteeseen, jonka mukaan liikenteen päästöt tulisi puolittaa vuoteen 2030 mennessä vuoteen 2005 nähden. Liikenne- ja kuljetusalan toimijat ovat touko-kesäkuussa 2020 julkaisseet kaksi yhteistä tiekarttaa liikenteen päästövähennyspolusta. Tiekarttojen mukaan liikenteen päästövähennykset on mahdollista saavuttaa hinnoittelua kiristämättä.

Esitämme tässä eriävässä mielipiteessä huolestamme siitä, että fossiilittoman liikenteen tiekartan tausta-aineiston viesti liikenteen hinnoittelun kiristämisen välttämättömydestä perustuu kapeaan keinovalikoimaan ja vaikutusten arvioinnin puutteisiin. Toimenpiteiden vaikutusten arviointi ei näkemyksemme mukaan tuota riittävää pohjaa esitetyille suosituksille ja laadittavana olevalle tiekarttatyölle.

Ehdotamme seuraavia muutoksia toimenpidevalikoimaan ja toimenpiteiden vaikutusten arviointiin:

- vaikutusten arviointia tulisi laajentaa ja täydentää aikaisempien tutkimusten tuloksiin perustuvilla aineistoilla, eikä nojautua yksinomaan tätä tiekarttaa varten tehtyihin erillistutkimuksiin, joissa käytetyt menetelmät eivät kaikilta osin sovellu tarkasteltujen keinojen arviointiin
- keinovalikoimaan ja päästövaikutusten arviointiin tulisi nostaa laajemmin liikennejärjestelmän ja liikennepalvelujen kehittämisen ja digitalisaation toimenpiteitä
- vaikutusten arviointi tulisi laajentaa kattamaan vaikutukset elinkeinoelämälle
- Fossiilittoman liikenteen tiekartan toimenpidelinjausten tulisi ohjata Liikenne 12 -ohjelmaa ja verotusta uudistavan työryhmän työtä

## **Päästövähennystoimenpiteiden valikoima on suppea, eikä kaikkien toimenpiteiden vaikutuksia ole arvioitu**

Aikaisempien tutkimusten ja alan omien tiekarttojen perusteella päästövähennystavoitteiden saavuttaminen edellyttää monia erilaisia ja eri tavoin kohdentuvia toimenpiteitä. Fossiilittoman liikenteen tiekartan taustaselvityksissä laskennallisten vaikutusten arviointiin on viety vain osa toimenpiteistä. Monien liikennejärjestelmän ja liikennepalvelujen kehittämiseen ja digitalisaatioon liittyvien toimenpiteiden vaikutuksia ei ole arvioitu, vaikka niistä syntyy merkittäviä päästövähennyksiä.

Laskennallisten arvioiden ulkopuolelle on rajattu muun muassa infrastruktuurin kehittämiseen liittyvät toimenpiteet, joita käsitellään osana Liikenne 12 -ohjelmaa. Näihin konkreettisiin toimenpiteisiin sisältyy suuri päästövähennyspotentiaali, sillä toimiin lukeutuvat mm. raideliikenneinvestoinnit, tieverkon kehittämistoimet sekä tieverkon kunnossapito ja sujuvuuden parantaminen. Näkemyksemme mukaan fossiilittoman liikenteen tiekartan tulisi linjata Liikenne 12 -ohjelmaa näiden toimenpiteiden suuntaamiseksi ja toimenpiteiden vaikutuksia päästöihin tulisi arvioida alustavasti jo tiekartassa.

Koska kaikkien toimenpiteiden vaikutuksia ei ole arvioitu, on päädytty tilanteeseen, jossa päästövähennystavoitetta ei saavuteta liikennejärjestelmän, verotuksen ja jake-luvelvoitteiden keinoin. Ratkaisuna puuttuvan vähenemän aikaansaamiseksi on esitetty polttoaineiden myyntilupajärjestelmää, eräänlaista kansallista päästökauppaa. Kansallinen päästökauppa on kuvattu perälautana, jonka avulla voidaan varmistaa tavoitteen saavuttaminen fossiilisten polttoaineiden hinnoittelun keinoin. Kansallinen päästökauppa saadaan näin menetellen näyttämään välttämättömältä. Mikäli vaikutusten arviointiin olisi sisällytetty muun muassa väyläinfrastruktuurin, digitalisaation ja liikennepalvelujen kehittämistoimenpiteet, päästövähennys olisi huomattavasti esitettyä suurempi. Tällöin kansallista päästökauppaa ei tarvittaisi lainkaan.

## **Erillisselvityksinä toteutettu vaikutusten arviointi ei vastaa tiekartan tarpeisiin**

Tiekartan taustatyönä toteutettu vaikutusten arviointi ei anna riittävää pohjaa esitetyille toimenpide-suosituksille. Tausta-aineistoissa esitettyjen toimenpiteiden vaikutuksia on arvioitu osin erillistutkimuksina. Myyntilupajärjestelmän vaikutusten arvioinnista on vastannut Aalto yliopisto ja liikennejärjestelmän ja verotuksen toimenpiteiden vaikutusten arvioinnista VTT.

Vaikutusten arvioinnissa käytetyt menetelmät ja tulokset on esitelty työryhmälle 6.10. pidetyssä mediatilaisuudessa. Työryhmän jäsenillä oli aikaa tutustua tuloksiin vain noin vuorokauden ajan ennen raportin kommentointiajan päättymistä. Tämä ei ole hyväksyttävä menettelytapa. Tulosten kommentoinnille ja menetelmiin tutustumiselle olisi tullut varata huomattavasti pidempi aika.

Polttoaineiden myyntilupajärjestelmää koskeva tutkimusraportti julkaistaan vasta 19.10. Tutkimuksesta on julkaistu 6.10. tiivis tuloskooste, jonka perusteella ei ole mahdollista muodostaa käsitystä myyntilupajärjestelmän kokonaisvaikutuksista. Myyntilupajärjestelmää vastaavasta mekanismista ei ole käytännön kokemuksia missään maassa. Sen vaikutuksia elinkeinoelämälle ei ole tuloskoosteen perusteella arvioitu ollenkaan. Epäselväksi jäivät muun muassa myyntilupajärjestelmän yhteisvaikutukset muiden liikenteen verojen kanssa tai tilanteessa, jossa polttoaineiden maailmanmarkkinahinnat lähtisivät jyrkkään kasvuun. Myös päästöjen vähentämisen mekanismi jää epäselväksi. On todennäköistä, että se perustuu ajosuoritteiden vähenemiseen, joka tarkoittaisi taloudellisen toimeliaisuuden vähenemistä.

Kirjallisuusselvitysten perusteella auto- ja ajoneuvovero vaikuttavat autokannan kiertoon ja autokantaan valikoituvien autojen ominaisuuksiin. Verotuksen ja hankintatukien vaikutuksia on selvitetty VTT:ssä laaditulla systeemidynaamisella mallilla. Käytettyä menetelmää ei ole dokumentoitu tutkimusraporttina, mutta menetelmän soveltuvuutta voidaan arvioida siinä käytettyjen muuttujien perusteella. Systeemidynaaminen malli toimii hyvin tilanteissa, joissa tarkastellaan rajatussa ympäristössä tapahtuvia vuorovaikutteisia muutoksia, esimerkiksi teollisen tuotantoprosessin mallinnuksessa. Autokannan ja liikkumistarpeiden tarkastelussa systeemidynaamiseen malliin on jouduttu tekemään paljon yksinkertaistuksia. Muun muassa ensirekisteröintien määrä, autokannan poistuma, kotitalouksien autollisuus, autojen ajosuoritteet ja käytettynä maahantuotujen autojen määrä on mallissa vakioitu. Lisäksi malli ei ota huomioon sitä, että autoveron poistumisen myötä käytettyjen autojen maastavienti kasvaisi. Vakioimalla tärkeimmät autokannan dynamiikkaan vaikuttavat muuttujat mallista poistuvat samalla kaikki ne mekanismit, jotka vaikuttavat autokannan kehitykseen ja päästöihin. Systeemidynaaminen malli ei näin sovellettuna anna luotettavaa kuvaa veromuutosten vaikutuksista eikä tunnista hankintavaiheen verotuksen vaikutuksia autokannan kiertoon.

Liikenteen verotusta koskevia toimenpiteitä tulisi tarkastella kokonaisuutena, sillä liikenteen kustannukset ja vero-ohjaus kohdentuvat eri tavoin eri käyttäjäryhmiin. Kotitalouksien lisäksi verotuksen muutoksilla on olennaisen suuri merkitys elinkeinoelämän kilpailukyvyille. Liikenteen kokonaisverorasitusta voidaan arvioida ainoastaan tarkastelemalla erilaisten päästöjä vähentävien hinnoittelutoimenpiteiden yhteisvaikutuksia.

Helsingissä 13.10.2020

Toimitusjohtaja Tero Kallio, Autotuoajat ja -teollisuus ry

Toimitusjohtaja Mika Mäkilä, Linja-autoliitto ry

Toimitusjohtaja Pekka Aaltonen, Logistiikkayritysten Liitto ry

Edunvalvontajohtaja Ari Herrala, Suomen Kuljetus ja Logistiikka SKAL

Juristi Jenni Välimäki, Suomen Taksiliitto ry

## Täydentävä mielipide, Teknologiateollisuus ry ja Energiateollisuus ry

13.10.2020

### Fossiilittoman liikenteen tiekartta -työryhmän raportti

#### Täydentävä lausunto

Teknologiateollisuus ry ja Energiateollisuus ry elinkeinojärjestöinä ovat sitoutuneet kansalliseen liikenteen päästöjen vähentämistavoitteeseen, jonka mukaan liikenteen päästöt tulisi puolittaa vuoteen 2030 mennessä vuoteen 2005 nähden.

Olemme osallistuneet työryhmän jäseninä fossiilittoman liikenteen tiekartan valmisteluun, joka on ollut hyvin valmisteltua ja vuorovaikutteista. Lausuntomme liittyy tiekartan taustatyönä tehtyihin vaikutusarviointeihin ja niistä tehtyihin johtopäätöksiin tarvittavista päästövähennystoimista.

Johtopäätökset eivät mielestämme edusta työryhmän yhteistä näkemystä. Esitämme erityisesti huolestamme vaikutusarvioinnin pohjalta tehtyyn johtopäätökseen, jonka mukaan tieliikenteen päästövähennystavoitteisiin päästäisiin pääsääntöisesti polttoaineveron korotuksella tai tieliikenteen päästökauppaneuvotilla. Johtopäätös poikkeaa mm. elinkeinoelämää edustavan liikenne- ja kuljetusalan julkaiseman tiekartan tuloksena syntyneestä päästövähennyspolusta.

Liikenteen verotusta koskevia toimenpiteitä tulisi tarkastella kokonaisuutena, sillä liikenteen kustannukset ja vero-ohjaus kohdentuvat eri tavoin eri käyttäjäryhmiin. Kotitalouksien lisäksi verotuksen muutoksilla on olennaisen suuri merkitys elinkeinoelämän kilpailukyvyllä. Liikenteen kokonaisverorasitusta voidaan arvioida ainoastaan tarkastelemalla erilaisten päästöjä vähentävien hinnoittelutoimenpiteiden yhteisvaikutuksia.

Elinkeinoelämän edustajina painotamme, että liikenteen päästövähennyksiin tulee ensisijaisesti ja pitkäjänteisesti pyrkiä kannustavilla toimenpiteillä ja ohjauksella, joita työryhmän työssä on kattavasti nostettu esille. Toimenpiteiden vaikutusten arviointi ei näkemyksemme mukaan tuottanut riittävää pohjaa johtopäätöksille.

Vaikutusarviointi valmistui ja julkaistiin useita kuukausia aikataulusta myöhässä, eikä työryhmällä ollut aikaa perehtyä arviointien perusteisiin ja menetelmiin tai kommentoida tuloksia. Työryhmälle annettiin aikaa tutustua vaikutusarvioinnin tuloksiin käytännössä vain noin vuorokauden ajan ennen johtopäätösten viestittämistä julkisuuteen.

Teknolohiateollisuuden ja Energiateollisuuden mielest4 vaikutusarviointin tarkastelua tulisi jatkaa tyoryhm4ss4, jotta j4senet voivat t4ydent44 ja esitt44 perustellummin omia n4kemyksi4. Tarkastelua tulisi jatkaa laajennetussa sidosryhm4ss4, jossa elinkeinoel4m4 olisi kattavammin mukana. Toimenpiteiden vaikutukset talouteen ja elinkeinoel4m44n tulee my4s arvioida. Vaikutusarviointin jatkoty4 tulisi tehd4 niin, ett4 tulokset ovat k4ytett4viss4 tiekartan jatkovalmistelussa.

Heikki Karsimus, johtava asiantuntija, Teknolohiateollisuus ry  
Helena Soimakallio, Johtaja, Teknolohiateollisuus ry  
Tuukka Heikkil4, asiantuntija, Energiateollisuus ry  
Jukka Makkonen, asiantuntija, Energiateollisuus ry

## Täydentävä mielipide, Suomen luonnonsuojeluliitto ry

13.10.2020

### **Suomen luonnonsuojeluliiton täydentävä mielipide Fossiilittoman liikenteen tiekarttan lukuihin tie- ja raideliikenteestä**

Suomen luonnonsuojeluliitto yhtyy työryhmän raporttiin. Mielestämme sen suosituksia tulisi kuitenkin täydentää seuraavin osin:

- Rajallisten biomassojen käyttöä tulisi ohjata nimenomaan niihin liikenteen käyttökohteisiin, joissa siirtyminen sähköön tai muihin päästöttömiin lähteisiin ei jostain syystä ole mahdollista edes pitkällä aikavälillä ja liikkumistarve on perusteltu. Jotta 30% jakeluelvoite voidaan saavuttaa tieliikenteessä, arvioiden mukaan valtaosa nestemäisten biopolttoaineiden raaka-aineista tulisi ulkomailta, Onkin tarpeen tehdä riippumaton riskiarvio nestemäisten biopolttoaineiden todellisista ympäristövaikutuksista ja siitä miten biopolttoaineiden päästövähennykset tulevaisuudessa lasketaan (ml. palmuöljytisleen jäteluokitus). Tarvitaan myös arvio siitä, miten suuri osuus olisi katettavissa kotimaisilla jätteillä ja tähteillä. Arvion pohjalta jakeluelvoitetta voi olla syytä tarkistaa alaspäin. Palmuöljytislettä ei tule luokitella jätteeksi vaan sivutuotteeksi, ja näin seurata muiden EU-maiden käytäntöjä.
- Ajosuorite henkilöautoliikenteessä on keskeinen mittari liikennejärjestelmän uudistamiselle. Ajosuoritteen tulee lähteä laskuun vuoden 2020 jälkeen.
- Liikennesektorilla on paljon erilaisia tukia, jotka ylläpitävät korkeaa liikennesuoritetta sekä fossiilisten polttoaineiden käyttöä.

Suurin osa näistä rahavirroista on epäsuoria verotukia. Haitalliset tuet pitäisi poistaa ja osa suuremmasta verokertymästä käyttää tukemaan liikennesektorin vähäpäästöisiä ratkaisuja sekä joukkoliikennettä.

Puuttamalla haitallisiin tukiin syntyisi ohjausvaikutus, joka vähentäisi liikenteessä sekä päästöjä että suoritteen määrää ja ohjaisi kohti vähähiilistä liikennettä.

- Tarvitaan selkeä numeerinen tavoite joukkoliikenteen osuuden kasvattamiselle. Yhtenä keinona joukkoliikenteeseen kannustamiselle on lipunhintojen alentaminen tai ilmainen joukkoliikenne.



## Täydentävä mielipide, valtiovarainministeriö

13.10.2020

### Täydentävä lausuma fossiilittoman liikenteen tiekarttaan

Fossiilittoman liikenteen tiekarttaa valmistelleen työryhmän työn tavoitteena on ollut osoittaa konkreettiset keinot liikenteen päästöjen puolittamiseksi vuoteen 2030 mennessä. Tiekartassa on keskitytty tieliikenteeseen, jonka osuus kotimaan liikenteen päästöistä on noin 94 prosenttia. Täydentävä lausumani koskee tieliikennettä koskevia suosituksia seuraavilta osin.

#### *Liikenteen perusennuste*

Tarvittavien päästövähennysten laskennallisena pohjana on työryhmässä käytetty liikenteen perusennustetta, johon vaikuttavat keskeisesti ennusteet liikennesuoritteista sekä uusien autojen energiatehokkuudesta ja käyttövoimista. Perusennusteessa henkilö- ja pakettiautojen liikennesuoritteiden ennustetaan kasvavan noin 12 prosenttia ja kuorma-autojen noin 27 prosenttia vuodesta 2012 vuoteen 2030. VTT:n viimeisimmän arvion mukaan vuosien 2012–2019 aikana henkilö- ja pakettiautojen liikennesuorite kasvoi kumulatiivisesti noin kaksi prosenttia ja kuorma-autojen noin prosentin.<sup>280</sup> Koska perusennusteessa vuoden 2030 liikennesuoritteet on lukittu, edellyttää vuosien 2012–2019 aikana toteutunut liikennesuoritteiden hidas kasvu huomattavasti korkeampaa kasvua 2020-luvulla. Jotta vuoden 2030 perusennuste toteutuisi, tulisi henkilö- ja pakettiautojen liikennesuoritteiden kasvaa lähes prosentin vuodessa ja kuorma-autojen lähes kaksi prosenttia vuodessa. Korkeiden suorite-ennusteiden taustalla on osaltaan Liikenneviraston vuoden 2018 liikenne-ennusteet -raportti, jossa liikennesuoritteiden ennustetaan kasvavan pitkälti talouskasvun takia.<sup>281</sup> Raportissa henkeä kohden lasketun reaalisen bruttokansantuotteen kasvuksi oletetaan noin 2,4 prosenttia vuodessa. Uudempien projektioiden valossa henkeä kohden laskettu bruttokansantuotteen vuosikasvu vuoteen 2030 on kuitenkin arvioitu olevan selvästi alhaisempi, noin prosentin luokkaa.

Otaen huomioon toteutunut suoritekehitys sekä muuttuneet pitkän aikavälin projektiot talouskasvusta, perusennusteen mukaiset liikennesuorite-ennusteet vaikuttavat hyvin suurilta. Lisäksi viimeisen vuoden aikana tapahtunut lataushybridien osuuden merkittävä kasvu ensirekisteröidyissä autoissa viittaa siihen, että perusennusteessa sähkö-

<sup>280</sup> VTT Liisa 2019 laskentajärjestelmä <http://lipasto.vtt.fi/liisa/aikasarja.htm>

<sup>281</sup> Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 57/2018: Valtakunnalliset liikenne-ennusteet [https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lts\\_2018-57\\_valtakunnalliset\\_liikenne-ennusteet\\_web.pdf](https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lts_2018-57_valtakunnalliset_liikenne-ennusteet_web.pdf)

autojen osuus on selvästi aliarvioitu. On selvää, että tulevaan päästökehitykseen liittyy merkittävää epävarmuutta. Päästöjen vähentämiseen tähtäävien toimien mitoituksessa perusennusteella on kuitenkin olennainen merkitys. Päästövähennystoimien oikean suuruiseksi mitoittamiseksi perusennusteen päivittäminen olisi tarpeen ennen kuin tehdään päätöksiä tarvittavista toimista. Työryhmän suosituksiin olisi tullut sisällyttää tätä koskeva ehdotus.

#### *Päästövähennystoimien kustannustehokkuus*

Työryhmän suosituksissa on useita rinnakkain toteutettavia ehdotuksia, kuten biopolttoaineiden jakeluvelvoitteen kiristäminen sekä kaasu- ja sähköautojen edistämistoimet hankintatuilla tai verotuksen avulla, mutta raportissa ja suosituksissa ei tarkastella toimien keskinäistä järjestystä kustannustehokkuuden periaatteen näkökulmasta. Tätä voidaan pitää merkittävänä puutteena, koska hyvä ilmastopolitiikka perustuu vaikuttavien ja kustannustehokkaiden keinojen tunnistamiseen, näiden keinojen tavoitteenmukaiseen mitoittamiseen ja sen varmistamiseen, että toimet ovat keskenään yhteensopivia tavoitteen kannalta. Pyrkimyksenä on viime kädessä valita toimia, joilla saadaan aikaan suurimmat päästövähennykset käytettyä euromäärää kohden siten, että asetettu päästövähennystavoite saavutetaan. Kun toimet pyritään valitsemaan tällä tavoin, tavoitteeseen päästään vähän kustannuksia aiheuttavalla tavalla, ja julkista rahoitusta jää enemmän käytettäväksi muiden sektoreiden päästövähennystoimien ja kaiken sen muun hyvän rahoitukseen, jota julkinen sektori kansalaisilleen tuottaa.

Kustannustehokkuuden kannalta arvokasta olisi myös ollut, jos työryhmä olisi pohtinut asettamiaan alatavoitteita ja tavoitepolkuja kustannustehokkuuden näkökulmasta. Tavoite vähentää liikenteen päästöjä 50 prosentilla vuodesta 2005 vuoteen 2030 sisältyvä hallitusohjelmaan, mutta se, miten tavoite jaetaan tiekartassa liikenteen alasektoreille (tie-, raide-, lento- ja vesiliikenne) ja erityisesti erilaisiin alatavoitteisiin ja tavoitepolkuihin (muun muassa vaihtoehtoisten käyttövoimien edistäminen), on työryhmän ehdotus. Suosituksissa ei analysoida, onko alasektoreiden työnjako tasapainossa päästöjen kustannustehokkaan vähentämisen kannalta, eikä arvioida, ovatko alatavoitteet sellaisia, että niihin pyrkiminen on kustannustehokasta.

Työryhmän tilaamissa toimien vaikutusarvioinneissa on tarkasteltu, miten paljon päästöjä vähentäisivät esimerkiksi jakeluvelvoitteen kiristäminen, vaihtoehtoisten käyttövoimien jakeluinfraan tuet, autojen hankintatuet ja liikenteen verotuksen muutokset. Siltä osin kuin toimien päästövähennyksistä ja kustannuksista on esitetty arvioita, vaikutusarvioiden tuloksista voidaan päätellä, että päästövähennystoimien kustannukset euroina säästettyä hiilidioksiditonna kohden olisivat useissa tapauksissa huomattavan

korkeita. Tämä yhdessä sen tutkimuskirjallisuuden havainnon kanssa, että eri päästövähennystoimenpiteiden kustannukset hiilidioksiditonnia kohden eroavat merkittävästi, alleviivaa päästövähennysten kustannustehokkuuden vertailun arvioinnin tärkeyttä.<sup>282</sup>

Kustannustehokkuusanalyysin perusteella voitaisiin määrittää ne toimet, joilla päästövähennystavoitteeseen päästään. Siten ei tulisi olla itseisarvo se suositusten lähtökohta, että tavoitteen saavuttamiseksi on parempi toteuttaa paljon erilaisia keinoja kuin toteuttaa keinoista ne, jotka ovat kustannustehokkuudeltaan parhaimpia.

Julkisten varojen tehokasta käyttöä sekä ilmastopolitiikassa että muilla politiikkaloikoilla korostavat myös julkiseen talouden pitkän aikavälin kestävyteen kohdistuvat haasteet. Samalla on myös syytä korostaa, että varojen tehokas käyttö on viime kädessä keskeinen edellytys myös sille, että siirtymä hiilineutraaliin yhteiskuntaan saadaan toteutettua oikeudenmukaisella tavalla. Mitä enemmän varojen käyttöön liittyy tehottomuutta, sitä enemmän varoja täytyy tavoitteeseen pyrkimiseen sitoa, jolloin ne ovat pois esimerkiksi kompensatiotoimien ja muiden oikeudenmukaista siirtymää edistävien toimien rahoituksesta.

Suositukset sisältävät toimia, jotka voivat olla ongelmallisia julkisten varojen tehokkaan käytön näkökulmasta. Esimerkkeinä voidaan mainita autojen hankintatuet ja biopolttoaineiden hinnannousun lieventäminen polttoaineverotuksen avulla. Jälkimmäisen toimen osalta on myös syytä todeta, että polttoaineiden kuluttajahinnat voivat alentua ainoastaan valtion verotulojen pienenemisen kustannuksella. On huomattava, että tiekarttaan sisältyvien toimien mahdollisista rahoitustarpeista ja verotuottomenetyksistä päätetään normaaliin tapaan osana julkisen talouden suunnitelmaa ja talousarviota koskevia prosesseja.

On myös syytä muistaa, että liikenteen päästövähennystavoite palvelee taakanjakosektorin päästövähennysvelvoitteen ja hiilineutraaliustavoitteen toteuttamista. Suosituksissa ei kuitenkaan arvioida sitä, miten suositukset vaikuttavat muiden sektoreiden päästövähennystavoitteiden kustannustehokkaaseen saavuttamiseen. Esimerkiksi energiatehokkuudeltaan sähköautoja selvästi heikompien kaasuautojen edistäminen voi heikentää energiatehokkuuden kehittymistä liikenteessä ja ohjata rajallista biokaasumäärää pois korkean hyötysuhteen lämmityskäytöstä heikentäen taakanjakosektorin ja kansallisten päästövähennysten kustannustehokasta toteutumista.

---

<sup>282</sup> Gillingham & Stock (2018): *The Cost of Reducing Greenhouse Gas Emissions*.

### *Liikenteen työsuhde-edut*

Suosittelun mukaan vuoden 2021 kehysriihen mennessä jatkovalmistellaan työsuhde-etujen verotuksen uudistamista siten, että verotus ohjaisi valitsemaan työsuhdeautoksi vähäpäästöisen auton. Samalla huomioidaan liikkumispalvelujen nykyistä tasapuolisempi kohtelu työsuhde-etujen piirissä.

Hallitusohjelma sisältää kirjauksen, jonka mukaan uudistetaan autoilun työsuhde-etua siten, että etu suosii huomattavasti vähäpäästöisen auton valintaa. Lisäksi hallitusohjelmassa todetaan, että uudistetaan myös muiden työsuhde-etujen verotusta niin, että sillä tuetaan tasapuolisemmin myös kevyen ja julkisen liikenteen sekä liikkumispalvelujen (MaaS) käyttöä. Eduskunnalle valtion vuoden 2021 talousarvioesityksen yhteydessä annettu hallituksen esitys (HE 142/2020 vp.) sisältää ehdotuksen, jonka mukaan joukkoliikenteen osuus työsuhde-etuna tarjottavasta niin sanotusta liikkumispalvelupaketista katsottaisiin työsuhdematkalipuksi vastaavasti kuin joukkoliikenteen lipun tarjoaminen erikseen. Lisäksi samassa esityksessä ehdotettava polkupyöräetu olisi verovapaata tuloa vastaavin edellytyksin myös osana liikkumispalvelupakettia. Liikkumispalvelujen tasapuolinen kohtelu työsuhde-etujen piirissä on siis jo huomioitu kyseisessä hallituksen esityksessä eikä tältä osin ole käynnissä jatkovalmistelua.

Merja Sandell  
Hallitusneuvos  
Valtiovarainministeriö, vero-osasto

## Täydentävä mielipide, ITS Finland ry

Älykkään liikenteen verkosto ITS Finlandin täydentävä lausuma ”Fossiilittoman liikenteen tiekartta” -työryhmän raporttiin

Älykkään liikenteen verkosto ITS Finland ry on sitoutunut kansalliseen liikenteen päästöjen vähentämistavoitteeseen, jonka mukaan liikenteen päästöt tulisi puolittaa vuoteen 2030 mennessä vuoteen 2005 nähden. Liikenne- ja logistiikkapalvelualan toimijat ovat kesäkuussa 2020 julkaisseet yhteisen tiekartan liikenteen päästövähennyspolusta, jossa työssä ITS Finland on ollut mukana. Tiekartassa on esitetty laaja-alainen keinovalikoima liikenteen päästövähennyksiin pääsemiseksi.

Pidämme työryhmän raporttia ja siinä esitettyjä toimenpiteitä oikeansuuntaisina, mutta esitämme tässä täydentävässä lausumassa huolestamme siitä, että fossiilittoman liikenteen tiekartan valmistelun tueksi liikenne- ja viestintäministeriön hankkeen yhteydessä tähän mennessä teettämät vaikutusten arvioinnit eivät anna riittävän kokonaisvaltaista kuvaa käytettävissä olevista päästövähennyskeinoista ja niiden vaikutuksista. Toimenpiteiden vaikutusten arviointi ei näkemyksemme mukaan tuota riittävää pohjaa esitetyille suosituksille ja tiekartatyölle, eivätkä ne mahdollista keinojen kokonaisvaltaista vertailua.

Ehdotamme seuraavien seikkojen huomioon ottamista jatkotyössä:

- Päästövaikutusten arviointiin tulisi nostaa laajemmin liikennejärjestelmän ja liikennepalvelujen kehittämisen ja digitalisaation toimenpiteitä.
- Vaikutusten arviointia tulisi laajentaa aikaisempien tutkimusten ja selvitysten tuloksiin perustuvilla aineistoilla, eikä nojautua yksinomaan tätä tiekarttaa varten tehtyihin erillistutkimuksiin, joissa käytetyt menetelmät eivät kaikilta osin sovellu tarkastelujen keinojen arviointiin.
- Vaikutusten arviointia tulisi laajentaa kattamaan vaikutukset monipuolisesti elinkeinoelämälle ja kansantaloudelle, mukaan lukien liikennetoimialan vienti ja kasvu. Laadullisissa arvioinneissa myös potentiaaleja tulisi tuoda esille.
- Fossiilittoman liikenteen tiekartan toimenpidelinjausten ja vaikutustenarviointien tulisi ohjata Liikenne 12 -ohjelmaa ja verotusta uudistavan työryhmän työtä.

### **Vaikutusten arviointia laajennettava kattamaan koko päästövähennyskeinojen valikoima**

Aikaisempien tutkimusten ja liikennetoimialan omien tiekarttojen perusteella päästövähennystavoitteiden saavuttaminen edellyttää monia erilaisia ja eri tavoin kohdentuvia toimenpiteitä.

Työryhmän toimeksiannon mukaan tehtävänä on ollut tunnistaa yhteiskunnallisen päätöksenteon pohjaksi keinot, joilla kotimaan liikenteen kasvihuonekaasupäästöt puolitetaan vuoteen 2030 mennessä ja liikenne muutetaan nollapäästöiseksi viimeistään vuoteen 2045 mennessä. Työryhmän työn pohjalta ministeriössä laaditaan tiekartta, jossa on tunnistettu sekä keskeiset toimenpiteet että niiden kustannukset ja muut vaikutusarviot.

Tehdyissä tiekartan taustaselvityksissä laskennalliseen vaikutusten arviointiin on viety vain osa työryhmässä tunnistetuista toimenpiteistä. Monia liikennejärjestelmän ja liikennepalvelujen kehittämiseen ja digitalisaatioon liittyvien toimenpiteiden vaikutuksia ei ole arvioitu, vaikka niistä syntyy kokonaisuutena merkittäviä päästövähennyksiä.

Vaikutustenarviointiin valittujen toimenpiteiden valintaa on perusteltu sillä, että vaikutusten arvioinnissa on arvioitu konkreettisten toimenpiteiden, ei tavoitteiden tai potentiaalisten vaikutuksia. Osa arvioista on määrällisiä ja osa laadullisia. Liikennejärjestelmän kehittämiseen ja liikenneverkon hyvästä kunnosta huolehtimiseen liittyviä toimenpiteitä ei ole arvioitu, koska niitä käsitellään Liikenne 12 -työssä.

Useista muistakin kuin nyt vaikutustenarviointitarkasteluun valituista työryhmän toimenpideehdotuksista olisi kuitenkin saatavissa saman tasoista tai verrattavissa olevaa lähtöaineistoa kuin nyt käytetyt aineistot. Lisäksi on huomioitava, että meneillään olevassa liikennejärjestelmän sähköistymiseen ja digitalisoitumiseen perustuvassa systeemissä muutoksessa, jota myös laajalti kuvataan työryhmän loppuraportissa ja jonka liikenne- ja viestintäministeriö on jo vuosia toiminnassaan huomioinut, ei voida arvioida tarvittavia toimenpiteitä pelkästään menneen, jopa vuosia vanhan, datan perusteella. Historian oppeja ei voida soveltaa tulevaisuuden arvioinnissa aiempaan tapaan.

Monien nyt valittavaksi arvioitujen toimenpiteiden päästövähennyspotentiaali vaikuttaisi alittavan muiden selvitysten perusteella liikennepalveluilla ja digitalisaatiolla saatavat hyödyt. Lisäksi laskennallisten arvioiden ulkopuolelle on rajattu infrastruktuurin kehittämiseen liittyvät toimenpiteet, joita käsitellään osana Liikenne 12 -suunnitelmaa. Näihin konkreettisiin toimenpiteisiin sisältyy suuri päästövähennyspotentiaali, sillä toimiin lukeutuvat mm. raideliikenneinvestoinnit, tieverkon kehittämistoimet sekä tieverkon kunnossapito ja sujuvuuden parantaminen, ml. älykäs ennakoiva kunnossapito ja liikenteen hallinta. Näkemyksemme mukaan fossiilittoman liikenteen tiekartan vaikutusten arviointien perusteella tulisi linjata Liikenne 12 -suunnitelmaa näiden toimenpiteiden suuntaamiseksi ja toimenpiteiden vaikutuksia päästöihin tulisi arvioida alustavasti jo tiekartassa.

Liikenne 12 -suunnitelmaversiossa 4.9.2020 todetaan seuraavaa: ”Liikenteen päästövähennyskeinojen osalta valtakunnallisessa liikennejärjestelmässä käsitellään liikennejärjestelmän energiatehokkuutta parantavia toimenpiteitä. Fossiilittoman liikenteen tiekarttatyö ja valtakunnallisen liikennejärjestelmän valmistelu sovitetaan yhteen. Tämä tarkoittaa esimerkiksi sitä, että fossiilittoman liikenteen tiekarttatyöstä mahdollisesti aiheutuvat määrärahatarpeet liikenteen hallinnonalalla on tarpeen huomioida valtakunnallisen liikennejärjestelmäsuunnitelman jatkovalmistelussa. Kyseisiä aihepiirejä on tässä vaiheessa tunnistettu toimenpideohjelmassa, ja niitä tarkennetaan fossiilittoman liikenteen tiekarttatyön valmistelun edetessä.” Edelleen suunnitelmaversiossa 4.9.2020 todetaan: ” Henkilöliikenteen palveluiden osalta tarkastellaan erityisesti joukkoliikenteen ja matkaketjujen kehittämistä, johon sisältyy myös muiden liikkumisen palveluiden kehittäminen. Kestävien liikkumismuotojen osuuden kasvattaminen edellyttää lisäksi, että kysyntää ohjataan kestäviin liikkumismuotoihin myös henkilöautoilua hillitsevin toimenpitein. Näitä tarkastellaan erityisesti VM:n liikenteen verotusta ja maksuja käsittelevässä työryhmässä sekä fossiilittoman liikenteen tiekarttatyössä.” Ottaen huomioon se, että nyt tehdyissä fossiilittoman liikenteen tiekartan taustaselvityksissä puolestaan joko on jätetty osa toimenpiteistä arvioimatta tai viitataan Liikenne 12-suunnitelman yhteydessä tehtäviin arviointeihin, jää epäselväksi, millä tavalla lopullisessa tiekartassa voidaan esittää tietopohjaiset tarpeet Liikenne 12-suunnitelmassa huomioitavaksi. Epäselväksi jää myös, miten näiden Liikenne 12-suunnitelmassa päätettävien toimien päästövähennysvaikutukset kytketään aiemmin valmistuvan fossiilittoman liikenteen tiekartan lopullisiin toimenpiteisiin ja vaikutusten arviointeihin.

### **Erilliselvitykset eivät anna riittävää tietopohjaa lopulliselle tiekartalle**

Tiekartassa esitettyjen toimenpiteiden vaikutuksia on pääosin arvioitu erillistutkimuksina. Myyntilupajärjestelmää vaikutusten arvioinnista on vastannut Aalto-yliopisto ja liikennejärjestelmän ja verotuksen toimenpiteiden vaikutusten arvioinnista Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy. Lisäksi vaikutustenarviointeja ja taustamuistioita on tuotettu liikenne- ja viestintäministeriössä ja liikenne- ja viestintävirasto Traficomissa. Liikenne- ja viestintäministeriön mukaan vaikutusten arviointeja hyödynnetään fossiilittoman liikenteen tiekartan valmistelussa ja sitä koskevassa tietopohjaisessa päätöksenteossa.

Näkemyksemme mukaan tiekartan taustatyönä toteutettu vaikutusten arviointi ei sellaisenaan anna riittävää pohjaa esitetyille toimenpidesuosituksille ja lopullisen tiekartan valmistelulle. Työryhmällä ei ole ollut mahdollista osallistua vaikutusten arvioinnin suunnitteluun, vaikka näillä on merkittävä vaikutus siihen, mitä toimia työryhmän raportissa suositellaan. Vaikutusten arvioinnissa käytetyt menetelmät ja tulokset on esitelty työryhmälle 6.10.2020 pidetyssä mediatilaisuudessa. Työryhmälle on annettu ai-

kaa tutustua tuloksiin vain noin vuorokauden ajan ennen suositusten kommentointiajan päättymistä. Työryhmälle olisi pitänyt antaa mahdollisuus tutustua menetelmiin ja tuloksiin jo ennalta. Tulosten kommentoinnille olisi tullut varata pidempi aika vaikutusten arvioinnin tulosten julkaisemisen jälkeen. Erinomaista olisi ollut, jos työryhmää olisi hyödynnetty jo etukäteen vaikutusarviointien sisältökeskustelussa.

Polttoaineiden myyntilupajärjestelmää koskeva tutkimusraportti julkaistaan kokonaisuudessaan vasta 19.10.2020. Tutkimuksesta on julkaistu 6.10.2020 tiivis tuloskooste, jonka perusteella ei ole mahdollista muodostaa käsitystä myyntilupajärjestelmän kokonaisvaikutuksista.

Kirjallisuusselvitysten perusteella auto- ja ajoneuvovero vaikuttavat selvästi autokannan kiertoon ja autokantaan valikoituvien autojen ominaisuuksiin. Verotuksen ja hankintatukien vaikutuksia on selvitetty VTT:ssä laaditulla systeemidynaamisella mallilla. Käytettyä menetelmää ei ole dokumentoitu tutkimusraporttina, joten menetelmän soveltuvuutta on haastavaa arvioida. Systeemidynaaminen malli toimii hyvin tilanteissa, joissa tarkastellaan rajatussa ympäristössä tapahtuvia vuorovaikutteisia muutoksia, esimerkiksi teollisen tuotantoprosessin mallinnuksessa. Autokannan ja liikkumistarpeiden tarkastelussa systeemidynaamiseen malliin on jouduttu tekemään paljon yksinkertaistuksia. Muun muassa ensirekisteröintien määrä, autokannan poistuma, kotitalouksien autollisuus, autojen ajosuoritteet ja käytettynä maahantuotujen autojen määrä on mallissa vakioitu. Lisäksi malli ei ota huomioon sitä, että autoveron poistumisen myötä käytettyjen autojen maastavienti kasvaisi. Vakioimalla tärkeimmät autokannan dynamiikkaan vaikuttavat muuttujat mallista on samalla poistettu kaikki ne mekanismit, jotka vaikuttavat autokannan kehitykseen ja päästöihin. Systeemidynaaminen malli ei näin käytettynä anna luotettavaa kuvaa veromuutosten vaikutuksista.

Liikenteen verotusta koskevia toimenpiteitä tulisi tarkastella kokonaisuutena, sillä liikenteen kustannukset ja vero-ohjaus kohdentuvat eri tavoin eri käyttäjäryhmiin ja muutoksilla on olennaisen suuri merkitys elinkeinoelämän kilpailukyvyille. Liikenteen kokonaisverorasitusta voidaan arvioida ainoastaan tarkastelemalla erilaisten päästöjä vähentävien hinnoittelutoimenpiteiden yhteisvaikutuksia.

Koska kaikkien toimenpiteiden vaikutuksia ei ole arvioitu ja ottaen huomioon edellä sanottu, pelkästään nyt tehtyjä vaikutustenarviointeja ei voida pitää riittävinä tiekarttatyön pohjaksi. Mikäli vaikutusten arviointiin olisi sisällytetty liikennejärjestelmän kehittämisen toimenpiteet sekä digitalisaation ja liikennepalvelujen kehittämistoimenpiteet sekä käytetty arviointiin paremmin sopivia malleja, muilla keinoilla kuin esitettyllä päästökaupalla saavutettava päästövähennys olisi huomattavasti esitettyä suurempi.



Valittavia ratkaisuja tulee pystyä arvioimaan vertailukelpoisten vaikutusarviointien pohjalta ja niiden tulee olla kustannustehokkaita, ottaen huomioon oikeudenmukainen siirtymä sekä kestävien ratkaisujen liiketoimintavaikutukset ja -mahdollisuudet.

Liikennejärjestelmän muuttaminen päästöttömäksi on liikennesektorin suurin haaste ja toimintamallien muuttaja, mutta samalla myös suuri mahdollisuus. Se koskettaa kaikkia liikennejärjestelmän osapuolia ja tulee vaikuttamaan paitsi liikenteeseen, myös mitä suuremmissa määrin maailman talousjärjestelmään. Liikennejärjestelmän sähköistyminen mm. avaa täysin uusia liiketoimintamahdollisuuksia osaamiselle, jota Suomessa löytyy mm. sähköajoneuvoissa, sähkömoottoreissa, sähkölatauksessa, akkuteknologiassa ja akkumineraaleissa. Henkilö- ja tavaraliikenteen tehostaminen puolestaan edellyttää digitaalisia palveluita. Suomi on liikenteen digitalisaation ja palveluistumisen kärkimaita ja näiden vaikutuksia sekä verotukseen että päästöihin tulisi selvittää nykyistä kattavammin. Tiekartan toimenpiteiden vaikutusarvioinneissa nämä mahdollisuudet tulisi tunnistaa osana kokonaisvaikutuksia.

Kunnioitavasti,  
Marko Forsblom  
Toiminnanjohtaja  
ITS Finland ry

## Lähteet

Air Transport Action Group (ATAG): Facts and Figures, 2020.

<https://www.atag.org/facts-figures.html>.

Airbus: "Airbus forecasts need for over 39,000 new aircraft in the next 20 years" lehdistöiedote 18.9.2019.

Airport Carbon Accreditation-sivusto, [www.airportco2.org](http://www.airportco2.org).

Airpro: Lentojen maahuolinta hoituu aiempaa vihreämmin, 11.6.2019,

<https://airpro.fi/uutiset/lentojen-maahuolinta-hoituu-aiempaa-vihreammin--airpro-investoi-miljoonia-sahkoiseen-kalustoon/>.

ANS Finland Oy: esitys fossiilittoman liikenteen tiekarttahankkeen lentoliikenteen alatyöryhmässä 29.1.2020.

Arctia Oy: Vuosikertomus 2018.

Airfleets.net: Finnair Fleet Details, 2020.

<https://www.airfleets.net/ageflotte/Finnair.htm>.

Autoala: Perusennuste tulevaisuuden käyttövoimista (2019),

[http://www.aut.fi/ymparisto/autoalan\\_tiekartta\\_tulevaisuuden\\_kayttovoimista](http://www.aut.fi/ymparisto/autoalan_tiekartta_tulevaisuuden_kayttovoimista)

Bannon, Eion: Transport running on foil gas is as bad for the climate as diesel, petrol and marine fuel – report 24.8.2018. Transport & Environment.

<https://www.transportenvironment.org/press/transport-running-fossil-gas-bad-climate-diesel-petrol-and-marine-fuel-%E2%80%93-report>

Bartlett, Paul: Ship dimensions – a key factor in today's GHG reduction aims

7.10.2019 (SeaTrade Maritime News). <https://www.seatrade-maritime.com/europe/ship-dimensions-key-factor-today-s-ghg-reduction-aims>.

Bray, Julian: Sohmen-Pao champions \$70bn carbon tax plan to drive fuel switch

31.10.2019 (Trade Winds). <https://www.tradewindsnews.com/finance/sohmen-pao-champions-70bn-carbon-tax-plan-to-drive-fuel-switch/2-1-698376>.

Clean Sky 2 – DLR/Sabre. ECAC EAEG-kokous, 30.1.2020.

Eduskunnan liikenne- ja viestintävaliokunnalle osoitettu lausunto 15.1.2019.

ENABLEH2: <https://www.enableh2.eu/about/>.

Energiavirasto: liikenteen infratuki-sivusto, <https://energiavirasto.fi/liikenteen-infratuki>.

Engel, Hauke – Hensley, Russel – Knupfer, Stefan: The potential impact of electric vehicles on global energy systems, 8.8.2020. McKinsey & Company.

<https://www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/the-potential-impact-of-electric-vehicles-on-global-energy-systems>

- Environmental Defense Fund Europe: Alternative Fuels for Shipping 2020.  
<https://europe.edf.org/alternative-fuels-shipping>.
- Eurocontrol: esitys European Civil Aviation Conference (ECAC) European Aviation and Environment Working Group-kokouksessa 31.1.2020.
- Eurocontrol: European Aviation in 2040 - The Challenges of Growth, 2018.  
<https://www.eurocontrol.int/sites/default/files/content/documents/official-documents/reports/challenges-of-growth-2018.pdf>.
- Eurocontrol: Fuel Tankering – economic benefits and environmental impact. ECAC ENVFORUM, 23.10.2019.
- Eurocontrol: Think Paper #4 - The aviation network - Decarbonisation issues (2019),  
<https://www.eurocontrol.int/sites/default/files/2020-01/eurocontrol-think-paper-4-decarbonisation-en.pdf>.
- Euroopan komissio: Evaluation of the directive 2009/12/EC, 9.7.2019,  
<https://ec.europa.eu/transport/sites/transport/files/legislation/swd20190289.pdf>.
- Euroopan komissio: Proposal for a regulation: Sustainable aviation fuels – ReFuelEU Aviation Roadmap (2020). <https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/12303-ReFuelEU-Aviation-Sustainable-Aviation-Fuels>.
- Euroopan komissio: Proposal for a regulation: Sustainable aviation fuels – ReFuelEU Aviation Roadmap: Inception impact assessment (2020).  
<https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/12303-ReFuelEU-Aviation-Sustainable-Aviation-Fuels>.
- Euroopan komissio: Reducing emissions from aviation,  
[https://ec.europa.eu/clima/policies/transport/aviation\\_en](https://ec.europa.eu/clima/policies/transport/aviation_en).
- Euroopan komissio: Taxes in the Field of Aviation and their impact (2019).
- Euroopan komission tiedote 4.6.2019, [https://ec.europa.eu/clima/news/emissions-trading-emissions-have-decreased-39-2018\\_en](https://ec.europa.eu/clima/news/emissions-trading-emissions-have-decreased-39-2018_en).
- Euroopan komissio: Exploratory study on passenger rights in the multimodal context (2019), <https://op.europa.eu/fi/publication-detail/-/publication/f176da6f-d9ca-11e9-9c4e-01aa75ed71a1/language-fi>.
- European Environment Agency – European Union Aviation Safety Agency – Eurocontrol: European Aviation Environmental Report. EASA, 2019.  
[https://www.easa.europa.eu/eaer/system/files/usr\\_uploaded/219473\\_EASA\\_EAER\\_2019\\_WEB\\_LOW-RES\\_190311.pdf](https://www.easa.europa.eu/eaer/system/files/usr_uploaded/219473_EASA_EAER_2019_WEB_LOW-RES_190311.pdf).
- European Environment Agency (EEA): Aviation and shipping — impacts on Europe's environment. EEA Report No 22/2017.

- Faber, Jasper – Hoen, Maarten 't: Historical trends in ship design efficiency. Delft, CE Delft, March 2015.  
[https://www.transportenvironment.org/sites/te/files/publications/CE\\_Delft\\_7E50\\_Historical\\_trends\\_in\\_ship\\_design\\_efficiency\\_DEF.pdf](https://www.transportenvironment.org/sites/te/files/publications/CE_Delft_7E50_Historical_trends_in_ship_design_efficiency_DEF.pdf).
- Faber, Jasper – Huigen, Thomas – Nelissen, Dagmar: Regulating speed: a short-term measure to reduce maritime GHG emissions. Delft, CE Delft, October 2017.
- Falk, Martin – Hagsten, Eva: Short-run impact of the flight departure tax on air travel, International Journal of Tourism Research, Vol. 21, Issue 1, pp. 37-44. 2018.
- Finavia: Finavian lentoasemilla 26 miljoonaa matkustajaa vuonna 2019 – lentoliikenteessä oli maltillisen kasvun vuosi 10.01.2020,  
<https://www.finavia.fi/fi/uutishuone/2020/finavian-lentoasemilla-26-miljoonaa-matkustajaa-vuonna-2019-lentoliikenteessa-oli>.
- Finnair: Annual Report 2019.
- Fleming, Gregg G. – de Lépinay, Ivan: Environmental Trends in Aviation to 2050. ICAO, 2019.
- Fyhri, Aslak – Beate Sundfor, Hanne: Do people who buy e-bikes cycle more? Transportation Research, Volume 86, September 2020.  
[https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S136192092030609X?fbclid=IwAR1qzvmad\\_TgaSxspAnX-OE8EwvBNh4h-XBKDzZ9Wlen\\_zdJ7d0PTjgkXGk](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S136192092030609X?fbclid=IwAR1qzvmad_TgaSxspAnX-OE8EwvBNh4h-XBKDzZ9Wlen_zdJ7d0PTjgkXGk)
- Gordijn, Hugo – Kolkman, Joost: Effects of the Air Passenger Tax: Behavioral responses of passengers, airlines and airports (2011).
- Heikkilä, Tuukka: Autot sähköistyvät 20.3.2019.  
[https://www.sesko.fi/files/1088/4\\_autot\\_sahkoistyvat\\_SESKO\\_kevatseminari\\_2019\\_-\\_Tuukka\\_Heikkila.pdf](https://www.sesko.fi/files/1088/4_autot_sahkoistyvat_SESKO_kevatseminari_2019_-_Tuukka_Heikkila.pdf)
- Heikkilä, Tuukka: Tieliikenteen käyttövoimat ja sähköntuotanto. Alustus Fossiilittoman liikenteen tavaraliikenne-ryhmässä 26.3.2020,  
[https://api.hankeikkuna.fi/asiakirjat/d99a3ae3-b7f9-49df-afd2-c8f2efd3dc1d/7c43e6aa-38a5-40f2-9785-1e8c720df4e1/MUISTIO\\_20200327104035.pdf](https://api.hankeikkuna.fi/asiakirjat/d99a3ae3-b7f9-49df-afd2-c8f2efd3dc1d/7c43e6aa-38a5-40f2-9785-1e8c720df4e1/MUISTIO_20200327104035.pdf).
- Heinonen, Aleks: Utilizing Solar Energy in Hatch Cover Operations. 2017.
- HELCOM Maritime 19 -kokouksen dokumentti 5-2 2019 (HELCOM).
- Helsingin kaupunki: Laivojen automaattisen kiinnityksen käyttöönotto on säästänyt aikaa ja ympäristöä 27.4.2020 (Helsingin kaupungin uutisia).  
<https://www.hel.fi/uutiset/fi/helsinki/ajan-saasto-saastaa-myos-ymparistoa>.
- Helsingin satama: Hiilineutraali satama 2035 –toimenpideohjelma, 2019.

Helsingin seudun liikenne (HSL): Ajoneuvoliikenteen hinnoittelun teknillistoiminnallinen selvitys. HSL:n julkaisu 2016:4.

[https://www.hsl.fi/sites/default/files/uploads/hsl\\_julkaisu\\_4\\_2016\\_ajoneuvoliikenteen\\_hinnoitteluselvitys\\_teknistoiminnallinen.pdf](https://www.hsl.fi/sites/default/files/uploads/hsl_julkaisu_4_2016_ajoneuvoliikenteen_hinnoitteluselvitys_teknistoiminnallinen.pdf)

Helsingin seudun liikenne (HSL): suunnitelmaraportti MAL 2019: Helsingin seudun maankäyttö, asuminen ja liikenne,

2019.[https://www.hsl.fi/sites/default/files/uploads/liite1\\_mal2019\\_suunnitelmaraportti\\_28032019.pdf](https://www.hsl.fi/sites/default/files/uploads/liite1_mal2019_suunnitelmaraportti_28032019.pdf).

Hoekstra, Auke – Steinbuch, Maarten: Comparing the lifetime green house gas emissions of electric cars with the emissions of cars using gasoline or diesel. Eindhoven University of Technology 2020.

[https://www.dropbox.com/s/xbk4g7zeboa7v7/englisch\\_Studie%20EAuto%20versus%20Verbrenner\\_CO2.pdf?dl=0](https://www.dropbox.com/s/xbk4g7zeboa7v7/englisch_Studie%20EAuto%20versus%20Verbrenner_CO2.pdf?dl=0)

Ilmatieteen laitoksen lausunto 19.2.2020,

[https://api.hankeikkuna.fi/asiakirjat/d99a3ae3-b7f9-49df-afd2-c8f2efd3dc1d/77c014e3-d2d5-4a9b-b081-3badd04353b2/LAUSUNTO\\_20200709080750.PDF](https://api.hankeikkuna.fi/asiakirjat/d99a3ae3-b7f9-49df-afd2-c8f2efd3dc1d/77c014e3-d2d5-4a9b-b081-3badd04353b2/LAUSUNTO_20200709080750.PDF)

International Maritime Organisation-esitys ISWG-GHG 6/2/8.

International Maritime Organisation: Final report - Fourth IMO GHG Study 2020 MEPC 75/7/15.

International Air Transport Association (IATA). Aircraft Technology Roadmap 2050, 2019.<https://www.iata.org/contentassets/8d19e716636a47c184e7221c77563c93/technology20roadmap20to20205020no20foreword.pdf>.

International Air Transport Association (IATA): Fact sheet: CORSIA (2020),

<https://www.iata.org/contentassets/fb745460050c48089597a3ef1b9fe7a8/corsia-fact-sheet.pdf>.

International Air Travel Association (IATA): Estimating Air Travel Demand Elasticities (2007).

International Civil Association Organization (ICAO): Chapter 1 – Aviation and the Environment: Outlook. The ICAO Environmental Report 2019.

International Civil Association Organization (ICAO): CORSIA Aeroplane Operator to State Attributions (2019) [https://www.icao.int/environmental-protection/CORSIA/Documents/CORSIA%20Aeroplane%20Operator%20to%20State%20Attributions\\_Dec2019\\_v20200106b.pdf](https://www.icao.int/environmental-protection/CORSIA/Documents/CORSIA%20Aeroplane%20Operator%20to%20State%20Attributions_Dec2019_v20200106b.pdf).

International Civil Association Organization (ICAO): CORSIA States for Chapter 3 State Paris: <https://www.icao.int/environmental-protection/CORSIA/Pages/state-pairs.aspx>.

International Civil Association Organization (ICAO): Environmental Technical manual – Volume IV, <https://www.icao.int/environmental-protection/CORSIA/Pages/ETM-V-IV.aspx>.

International Civil Association Organization (ICAO): Environmental Trends in Aviation to 2050 (2019), [https://www.icao.int/environmental-protection/Documents/EnvironmentalReports/2019/ENVReport2019\\_pg17-23.pdf](https://www.icao.int/environmental-protection/Documents/EnvironmentalReports/2019/ENVReport2019_pg17-23.pdf).

International Civil Association Organization (ICAO): "ICAO Council adopts new CO<sub>2</sub> emissions standard for aircraft" tiedote 6.3.2017.  
<https://www.icao.int/newsroom/pages/icao-council-adopts-new-co2-emissions-standard-for-aircraft.aspx>.

International Civil Association Organization (ICAO): SAF (*Sustainable Aviation Fuels*) Stocktaking Seminar, 4/2019.

International Civil Association Organization (ICAO): SARPS – Annex 16 Volume IV, <https://www.icao.int/environmental-protection/CORSIA/Pages/SARPs-Annex-16-Volume-IV.aspx>.

International Civil Association Organization (ICAO): Stocktaking Seminar on aviation in-sector CO<sub>2</sub>emissions reductions. IATA, 8.-11.9.2020.

International Civil Association Organization (ICAO): What would be the impact of joining CORSIA?, [https://www.icao.int/environmental-protection/Pages/A39\\_CORSIA\\_FAQ3.aspx](https://www.icao.int/environmental-protection/Pages/A39_CORSIA_FAQ3.aspx).

International Energy Agency (IEA): Impact of different drivetrain options, fuels and vehicle use on GHG emissions of cars, 2018.

[http://www.ieahev.org/assets/1/7/IEA\\_HEV\\_TCP\\_Task\\_31\\_final\\_report\\_January\\_2018.pdf](http://www.ieahev.org/assets/1/7/IEA_HEV_TCP_Task_31_final_report_January_2018.pdf)

Jungbluth, Niels – Meili, Christoph: Recommendations for calculation of the global warming potential of aviation including the radiative forcing index – The current state of scientific understanding of the non-CO<sub>2</sub> effects of aviation on climate. The International Journal of Life Cycle Assessment, Manchester Metropolitan University, 2018.

Kauranen, Pertti: Akkuteknologian kehitysnäkymiä sähköisen liikenteen näkökulmasta. Alustus Fossiilittoman liikenteen tavaraliikenneryhmässä 26.3.2020.  
[https://api.hankeikkuna.fi/asiakirjat/d99a3ae3-b7f9-49df-afd2-c8f2efd3dc1d/9268d972-1898-4855-ba8b-e6a502fff267/MUISTIO\\_20200327104727.pdf](https://api.hankeikkuna.fi/asiakirjat/d99a3ae3-b7f9-49df-afd2-c8f2efd3dc1d/9268d972-1898-4855-ba8b-e6a502fff267/MUISTIO_20200327104727.pdf)

Kohvakka, Riku (Finnair): fossiilittoman liikenteen tiekartan lentoliikenneryhmän kuuleminen 29.1.2020.

- Kokko, Sami – Martin, Leena (toim.): Lasten ja nuorten liikuntakäyttäytyminen Suomessa. LIITU –tutkimuksen tuloksia 2018. Valtion liikuntaneuvoston julkaisuja 2019:1. [https://www.liikuntaneuvosto.fi/wp-content/uploads/2019/09/VLN\\_LIITU-raportti\\_web-final-30.1.2019.pdf](https://www.liikuntaneuvosto.fi/wp-content/uploads/2019/09/VLN_LIITU-raportti_web-final-30.1.2019.pdf)
- Konttinen, Juha-Pekka: Tieliikenteen ajokilometreissä edelleen hienoista kasvua 22.3.2019 (Tieto & Trendit sivusto). <https://www.stat.fi/tietotrendit/artikkelit/2019/tieliikenteen-ajokilometreissa-edelleen-hienoista-kasvua/?listing=simple>
- Kranz, Randall - Søgaard, Kasper – Smith, Tristan: The scale of investment needed to decarbonize international shipping 2020 (Global Maritime Forum). <https://www.globalmaritimeforum.org/news/the-scale-of-investment-needed-to-decarbonize-international-shipping>.
- Krenek, Alexander – Schratzenstaller, Margit: Sustainability-oriented EU Taxes: The Example of a European Carbon-based Flight Ticket Tax (2016).
- Kuntaliiton tiedote 12.6.2020: Seutukaupungeissa väestö keskittyy – keskustat vetovoimaisia. <https://www.kuntaliitto.fi/tiedotteet/2020/seutukaupungeissa-vaesto-keskittyy-keskustat-vetovoimaisia>
- Labandeira, Xavier – Labeaga, José M. – López-Otero, Xiral: A meta-analysis on the price elasticity of energy demand, Energy policy 102, p. 549-568. 2017.
- Le Feuvre, Pharoah: Are aviation biofuels ready for take off? 18.3.2020. International Energy Agency, <https://www.iea.org/commentaries/are-aviation-biofuels-ready-for-take-off>.
- Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisu Sähköautojen tulevaisuus Suomessa. Sähköautot liikenne- ja ilmastopolitiikan näkökulmasta. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 12/2011. <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/78133>
- Liikenne- ja viestintäministeriön työryhmän loppuraportti Oikeudenmukaista ja älykästä liikennettä. Työryhmän loppuraportti. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 2013:37. <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/77940>
- Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisu Raskaan liikenteen aikaperusteinen tienkäyttömaksu (vinjetti). Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 2018:1. <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/160831>
- Liikenne- ja viestintäministeriön Kävelyn ja pyöräilyn edistämishjelma 2018. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 5/2018. <https://www.lvm.fi/documents/20181/959445/K%C3%A4velyn%20ja%20py%C3%B6r%C3%A4ilyn%20edist%C3%A4mishjelma%20LVM%202018.pdf/2ad61cbf-960c-4f27-9f3f-575bfeacfa52>

Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisu Toimenpideohjelma hiilettömään liikenteeseen 2045: Liikenteen ilmastopolitiikan työryhmän loppuraportti. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 13/2018.

<https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/161210>

Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisu Kohti digitaalista ja älykästä rautatieliikennettä: Digirata-selvityksen loppuraportti. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 6/2020. <http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/162151>

Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisu Logistiikan digitalisaation ilmastovaikutuksia koskeva selvitys. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 2020:8. <http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/162319>

Liikenne- ja viestintäviraston Henkilöliikennetutkimus (HLT) 2016.

<https://www.traficom.fi/fi/hlt?active=0&limit=20&offset=0>

Liikenne- ja viestintävirasto: Saavutettavuusselvitys – tarkastelumallin kehittäminen valtakunnallisen henkilöliikenteen saavutettavuudelle. Rinta-Piirto, Jyrki – Weiste, Henriikka. Traficomin tutkimuksia ja selvityksiä 16/2019.

[https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/publication/Saavutettavuusselvitys\\_Traficom\\_in\\_tutkimuksia\\_ja\\_selvityksi%C3%A4\\_16\\_2019.pdf](https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/publication/Saavutettavuusselvitys_Traficom_in_tutkimuksia_ja_selvityksi%C3%A4_16_2019.pdf)

Liikenne- ja viestintäviraston julkaisu Taustaselvitys joukkoliikenteen tilakuvasta ja tavoitteellisesta kehityssuunnasta. Metsäranta, Heikki – Weiste, Henriikka. Traficomin julkaisuja 25/2019.

[https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/publication/Traficom\\_25\\_2019\\_Joukkoliikenteen\\_tilakuva%2003092019.pdf](https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/publication/Traficom_25_2019_Joukkoliikenteen_tilakuva%2003092019.pdf)

Liikenne- ja viestintäviraston selvitys Liikennejärjestelmän nykytila ja toimintaympäristön muutokset. Traficomin tutkimuksia ja selvityksiä

4/2020. <https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/publication/Liikennej%C3%A4rjestelm%C3%A4n%20nykytila%20ja%20toimintaymp%C3%A4rist%C3%B6n%20muutokset.pdf>

Liikenne- ja viestintävirasto Traficom: Liikennejärjestelmän nykytila ja toimintaympäristön muutokset, Traficomin julkaisuja 4/2020

Liikenne- ja viestintävirasto Traficomin päätös 2.5.2018,

[https://arkisto.trafi.fi/filebank/a/1525331183/3ac96220500f421446a229193fe93b75/30390-Finland\\_Decision\\_\\_EU\\_ETS\\_Allocation\\_2018\\_Aviation.pdf](https://arkisto.trafi.fi/filebank/a/1525331183/3ac96220500f421446a229193fe93b75/30390-Finland_Decision__EU_ETS_Allocation_2018_Aviation.pdf).

Liikenne- ja viestintäviraston julkaisu MERIMA – Suomen kansainvälisten merikuljetusten päästöt – tietokonemallit, Tulokset 2005-2017. Traficomin julkaisuja 14/2018.



Liikenne- ja viestintäviraston julkaisu Economic incentives to promote environmentally friendly maritime transport in the Baltic Sea region, Traficomin tutkimuksia ja selvityksiä 6/2020.

<https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/publication/Economic%20incentives%20to%20promote%20environmentally%20friendly%20maritime%20transport%20in%20the%20Baltic%20Sea%20region%20by%20Finland.pdf>.

Liikenne- ja viestintävirasto Traficomin tiedote ICAOn alueellisesta työpajasta 28.3.2019, <https://www.traficom.fi/fi/ajankohtaista/icaon-lentoliikenteen-paastojarjestelma-sai-vahvaa-tukea-helsingista>

Liikenne- ja viestintävirasto: Ulkomaan meriliikenteen tilastoja – 2020. Traficom. <https://www.traficom.fi/fi/tilastot/ulkomaan-meriliikenteen-tilastot?toggle=Ulkomaan%20meriliikenteen%20vuositilastot&toggle=Aikasarjoja>.

Liikenne- ja viestintävirasto: Kotimaan vesiliikennetilasto 2018. Traficom tilastoja 16/2019.

[https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/file/Kotimaan\\_Vesiliikenteen\\_2018\\_vuosijulkaisu\\_WEB.pdf](https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/file/Kotimaan_Vesiliikenteen_2018_vuosijulkaisu_WEB.pdf).

Liikenne- ja viestintäviraston julkaisu State Action Plan of Finland: International Aviation CO<sub>2</sub> Emissions – Suomen toimintasuunnitelma kansainvälisen ilmailun CO<sub>2</sub>-päästöjen vähentämiseksi. Traficomin julkaisu 17/2018.

Liikennejärjestelmät-sivusto: Suomalaisten liikkumistavat 31.7.2019.

<http://liikennejarjestelma.fi/palvelutaso/liikennetyypit/matkat-hlt/>

LIPASTO – liikenteen päästöt, <http://lipasto.vtt.fi/inventaario.htm>

LIPASTO – MEERI-malli. VTT. <http://lipasto.vtt.fi/meeri/index.htm>.

Palkansaajien tutkimuslaitos: Liikenteen verotuksen vaikutukset autokantaan, <https://labour.fi/t&y/liikenteen-verotuksen-vaikutukset-autokantaan/> , viitattu 21.10.2018

Pellikka, Saara: Vuosaaren satamassa selvitetään yritysten näkökulmia vähähiiliseen työkoneliikenteeseen 14.5.2020 (Helsingin kaupungin uutisia).

<https://helsinginilmastoteot.fi/uutinen-hnry-vuosaaren-satama-yhteenveto/>.

Public Health and Food Safety. European Parliament's Committee on Environment 2015.

[https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2015/569964/IPOL\\_STU\(2015\)569964\\_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2015/569964/IPOL_STU(2015)569964_EN.pdf).

Pulliainen, Mikko: Airbus kokeilee hanhien konstia – Peräkanaa lentämiesnä pitäisi säästää rutkasti löpöä 19.11.2019, Tekniikka & Talous.

Scheelhaase, Janina – Maertens, Sven – Grimme, Wolfgang – Jung, Martin: EU ETS vs CORSIA – A critical assessment of two approaches to limit air transport's CO<sub>2</sub> emissions by market-based measures. *Journal of Air Transport Management*, Volume 67, 2018, <https://doi.org/10.1016/j.jairtraman.2017.11.007>.

Schneider, L – Michaelowa, A – Broekhoff, D. – Espelage, A – Siemons A: Lessons learned from the first round of applications by carbon-offsetting programs for eligibility under CORSIA (2019), Öko-Institut.

Singla, Smita: Nuclear Ship Propulsion: Is it the Future of the Shipping Industry? 13.12.2019 (Marine Insight). <https://www.marineinsight.com/tech/nuclear-ship-propulsion-is-it-the-future-of-the-shipping-industry/>.

Sipilä, Esa – Kiuru, Heidi – Nylund, Nils-Olof – Sipilä, Kai: Jakeluvaihteen laajentaminen, 2020.  
[https://tem.fi/documents/1410877/2132212/Jakeluvaihteen\\_laajentaminen\\_loppuraportti\\_julkaisu.pdf/732b8c4d-c07d-b6ca-d4a7-8af1f2a00b37/Jakeluvaihteen\\_laajentaminen\\_loppuraportti\\_julkaisu.pdf?t=1599738665281](https://tem.fi/documents/1410877/2132212/Jakeluvaihteen_laajentaminen_loppuraportti_julkaisu.pdf/732b8c4d-c07d-b6ca-d4a7-8af1f2a00b37/Jakeluvaihteen_laajentaminen_loppuraportti_julkaisu.pdf?t=1599738665281)

Soimakallio, Sampo ym.: Climate impacts related to biomass utilization, Life Cycle Assessment of Products and Technologies, 7 1 (2009)

Statens Offentliga Utredningar (SOU 2019:11): Biojet för flyget.

Stitzing, Robin: "Essays on Empirical Microeconomics". Aalto University publication series doctoral dissertations, 209/2016.

Suomen ilmastopaneelin Autokalkulaattori,  
<https://www.ilmastopaneeli.fi/autokalkulaattori/>

Suomen ilmastopaneelin tiedote 4.10.2019.  
<https://www.ilmastopaneeli.fi/tiedotteet/suomen-hiilineutraaliustavoite-vuodelle-2035-on-mahdollinen-mutta-toimia-on-nopeutettava-ilmastopaneeli-laski-suomelle-paastovahennyspolun/>

Suomen itsenäisyyden juhlarahasto Sitra: Cost-efficient emission reduction pathway to 2030 for Finland. 2019. <https://media.sitra.fi/2018/11/30102722/cost-efficient-emission-reduction-pathway-to-2030-for-finland.pdf>

Suomen Lauttaliikenne –konserni :Vuosikertomus ja yritysraportti 2018.

Suomen virallinen tilasto (SVT) – Suomen kasvihuonekaasupäästöt 2018. Tilastokeskus 2018. [http://www.stat.fi/til/khki/2018/khki\\_2018\\_2019-12-12\\_kat\\_001\\_fi.html](http://www.stat.fi/til/khki/2018/khki_2018_2019-12-12_kat_001_fi.html).

Suomen ympäristökeskus (Syke): Lentomatkustuksen päästöt. Suomen Ympäristökeskuksen raportteja 2/2019.

Suomen ympäristökeskus (Syke): Kaupunki-maaseutu-alueuokitus 2018. Helminen, Ville – Nurmio, Kimmo – Vesanen, Sampo. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 21/2020.

[https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/315440/SYKEra\\_21\\_2020\\_Kaupunki\\_maaseutu\\_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/315440/SYKEra_21_2020_Kaupunki_maaseutu_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Suomen ympäristökeskus (Syke): Katsaus yhdyskuntarakenteen kehitykseen. Rehunen, Antti – Ristimäki, Mika – Strandell, Anna – Tiitu, Maija – Helminen, Ville. Suomen ympäristökeskuksen raportteja

13/2018. [https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/236327/SYKEra\\_13\\_2018.pdf?sequence=1](https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/236327/SYKEra_13_2018.pdf?sequence=1)

Suomen ympäristökeskus (Syke) lausunto Kotimaisten biopolttoaineiden tuotannon ja käytön lisäyksen vaikutukset 11.2.2020.

[https://api.hankeikkuna.fi/asiakirjat/d99a3ae3-b7f9-49df-afd2-c8f2efd3dc1d/69100389-49b0-4dfc-b351-4e5433bb983b/LAUSUNTO\\_20200709080750.PDF](https://api.hankeikkuna.fi/asiakirjat/d99a3ae3-b7f9-49df-afd2-c8f2efd3dc1d/69100389-49b0-4dfc-b351-4e5433bb983b/LAUSUNTO_20200709080750.PDF)

Sustainable Aviation Fuels High Level Round Table (Bryssel). 4.3.2020.

Swedish Maritime Competence Center Lighthouse 2020: Including maritime transport in the EU Emission Trading System – addressing design and impacts. [https://www.lighthouse.nu/sites/www.lighthouse.nu/files/rapport\\_ets\\_eu.pdf](https://www.lighthouse.nu/sites/www.lighthouse.nu/files/rapport_ets_eu.pdf).

The Intergovernmental Panel on Climate Change: Summary for Policymakers, 2018, <https://www.ipcc.ch/sr15/chapter/spm>.

Tilastokeskuksen kuluttajahintaindeksi. Huhtikuun kuluttajaindeksi, viitattu 25.5.2020.

Tilastokeskus: Kasvihuonepäästöt ja –poistumat sektoreittain, 28.5.2020. [http://www.stat.fi/til/khki/2019/khki\\_2019\\_2020-05-28\\_tie\\_001\\_fi.html](http://www.stat.fi/til/khki/2019/khki_2019_2020-05-28_tie_001_fi.html)

Tilastokeskuksen tietokanta liikenteen energiankulutuksesta, 4.9.2020. [http://pxnet2.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin\\_\\_ene\\_\\_ehk/statfin\\_ene\\_ehk\\_pxt\\_011\\_fi.px/](http://pxnet2.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin__ene__ehk/statfin_ene_ehk_pxt_011_fi.px/)

Tinbergen Institute: Price Elasticities for Passenger Air Travel: A Meta-Analysis (2001).

Turunen, Marianne (toim.): Pyöräilyn olosuhteet Suomen kunnissa 2018, Liikunnan ja kansanterveyden julkaisu 349 (2019). Liikunnan ja kansanterveyden edistämissäätiö LIKES. [https://www.kkiohjelma.fi/filebank/2859-POSK\\_2018\\_KEVYT.pdf](https://www.kkiohjelma.fi/filebank/2859-POSK_2018_KEVYT.pdf)

Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisu Taustaraportti kansalliselle energia- ja ilmastostrategialle vuoteen 2030 1.2.2017 (päivitetty 2.2.2017). [https://tem.fi/documents/1410877/3570111/Energia-+ja+ilmastostrategian+TAUSTARAPORTTI\\_1.2.+2017.pdf/d745fe78-02ad-49ab-8fb7-7251107981f7/Energia-+ja+ilmastostrategian+TAUSTARAPORTTI\\_1.2.+2017.pdf](https://tem.fi/documents/1410877/3570111/Energia-+ja+ilmastostrategian+TAUSTARAPORTTI_1.2.+2017.pdf/d745fe78-02ad-49ab-8fb7-7251107981f7/Energia-+ja+ilmastostrategian+TAUSTARAPORTTI_1.2.+2017.pdf)

- UNCTAD: Review of Maritime Transport 2019.  
<https://unctad.org/en/pages/PublicationWebflyer.aspx?publicationid=2563>.
- Valtioneuvoston julkaisu Vuoden 2011 energiaverouudistuksen arviointia.  
 Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 61/2016.  
<https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/79829>
- Valtioneuvoston julkaisu Metsäbiomassan kustannustehokas käyttö. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 23/2017,  
<https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/80902>.
- Valtioneuvoston julkaisu Studying Fuel and Car Tax Policies Using Micro Data: Evidence from Finland, Sweden and Norway. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 70/2018.  
<https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/161229>
- Valtioneuvoston julkaisu Sähkö- ja kaasuautojen kustannustehokkaat edistämiskeinot - GASELLI loppuraportti. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 3/2019, <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/161364>.
- Valtioneuvoston julkaisu Dieselin verotuen vaikutusten arviointi. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 2020:4.  
<https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/162031>
- Valtioneuvoston periaatepäätös Suomen meripolitiikan linjauksista Itämereltä valtamerille. Valtioneuvoston kanslian julkaisuja 4/2019. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-287-689-8>.
- Valtioneuvoston selonteko kansallisesta energia- ja ilmastostrategiasta vuoteen 2030, (2016), <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>
- Valtioneuvoston tiedote Työryhmä selvittämään liikenteen verotuksen kehittämistä pitkällä aikavälillä 30.8.2019. [https://valtioneuvosto.fi/artikkeli/-/asset\\_publisher/10623/tyoryhma-selvittamaan-liikenteen-verotuksen-kehittamista-pitkalla-aikavalilla](https://valtioneuvosto.fi/artikkeli/-/asset_publisher/10623/tyoryhma-selvittamaan-liikenteen-verotuksen-kehittamista-pitkalla-aikavalilla)
- Valtion taloudellinen tutkimuskeskus: Suomen energiaverotus suosii energiaintensiivisiä suuryrityksiä. Tamminen, Saara – Ollikka, Kimmo – Laukkanen, Marita. VATT Policy Brief 2-2016.  
[https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/148957/vatt\\_policybrief\\_22016.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/148957/vatt_policybrief_22016.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Verstraete, D: On the energy efficiency of hydrogen-fuelled transport aircraft. International Journal of Hydrogen Energy. Volume 40, Issue 23, 2015.



Twitter: @lvm.fi  
Instagram: lvmfi  
Facebook.com/lvmfi  
Youtube.com/lvm.fi  
LinkedIn: Liikenne- ja viestintäministeriö

**lvm.fi**