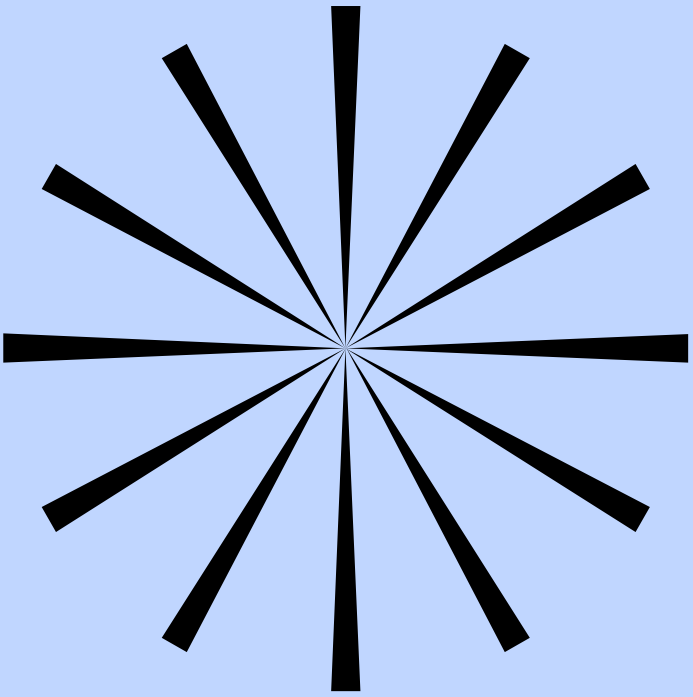


SUOMEN ILMASTOPANEELIN RAPORTTI 1/2024

Tieliikenteen päästövähennystoimet ja niiden vaikutukset

JYRI SEPPÄLÄ, HEIKKI LIIMATAINEN, RIKU VIRI, EMILIA SUOMALAINEN, MARKKU OLLIKAINEN, SALLY WEAVER, JOHANNA MARKKANEN, LASSI AHLVIK, MARIA KARTTUNEN, OTTO HÄNNINEN, JAANA I. HALONEN

SUOMEN ILMASTOPANEELI

© Suomen ilmastopaneeli

Julkaistu CC BY 4.0 -lisenssillä.

Suomen ilmastopaneelin raportti 1/2024

Tieliikenteen päästövähennystoimet ja niiden vaikutukset

Tekijät: Jyri Seppälä, Heikki Liimatainen, Riku Viri, Emilia Suomalainen, Markku Ollikainen, Sally Weaver, Johanna Markkanen, Lassi Ahlvik, Maria Karttunen, Otto Hänninen, Jaana I. Halonen

ISSN: 2737-0666
ISBN: 978-952-7457-31-3
DOI: https://doi.org/10.31885/9789527457313

Julkaistu 22.8.2024.

Korjattu 29.8.2024, s. 24: ”Taakanjakosektorin laskentasääntöjen perusteella Suomella on varastossa vuosilta 2021–2023 yhteensä **4,6 Mt** CO_2-ekv., jota voidaan käyttää seuraavien vuosien alijäämän paikkaamiseen taakanjakosektorilla."

Viittausohje:
Seppälä, J., Liimatainen, H., Viri, R., Suomalainen, E., Ollikainen, M., Weaver, S., Markkanen, J., Ahlvik, L., Karttunen, M., Hänninen, O., Halonen, J. I. 2024. Tieliikenteen päästövähennystoimet ja niiden vaikutukset. Suomen ilmastopaneelin raportti 1/2024.

Suomen ilmastopaneeli edistää tieteen ja politiikan välistä vuoropuhelua ilmastokysymyksissä. Se antaa suosituksia hallituksen ilmastopoliittiseen päätöksentekoon ja vahvistaa monitieteellistä otetta ilmastotieteissä. Ilmastopaneelin selvitykset ja kannanotot tehdään tieteellisin perustein.

info@ilmastopaneeli.fi
www.ilmastopaneeli.fi
@Ilmastopaneeli1

SISÄLLYS

POLITIIKKASUOSITUKSET JA KESKEISET VIESTIT IV

TIIVISTELMÄ VI

SAMMANDRAG VIII

SUMMARY X

1. JOHDANTO 1

2. TOTEUTUS JA MENETELMÄT 3

2.1 TARKASTELUN YLEISKUVAUS JA TIELIIKENTEEN SKENAARIOT 3

2.2 TIELIIKENTEEN KASVIHUONEKAASUPÄÄSTÖJEN JA TOIMENPITEIDEN TALOUSVAIKUTUSTEN ARVIOINTI 5

2.3 TIELIIKENTEEN EPÄSUORIEN KASVIHUONEKAASUPÄÄSTÖJEN ARVIOINTI 5

2.4 TIELIIKENTEEN AIHEUTTAMIEN ILMAN EPÄPUHTAUKSIEN TERVEYSVAIKUTUSTEN ARVIOINTI ... 6

3. TIELIIKENTEEN PERUSENNUSTEET JA NIIHIN LIITTYVÄT MUUTOKSET VAIKUTUKSINEEN 7

3.1 AJONEUVOKANTA- JA PÄÄSTÖENNUSTEEN PÄIVITYKSET 7

3.2 PÄÄMINISTERI ORPON HALLITUKSEN PÄÄTÖSTEN TALOUS- JA PÄÄSTÖVAIKUTUKSET TIELIIKENTEESSÄ 9

3.2.1 UUSIUTUVIEN POLTTOAINEIDEN JAKELUVELVOITTEEN ALENTAMINEN 11

3.2.2 LIIKENNESÄHKÖN SISÄLLYTTÄMINEN JAKELUVELVOITTEESEEN 14

3.2.3 JAKELUVELVOITTEEN TÄYTTÄMÄTTÄ JÄTTÄMISEN SEURAAMUSMAKSUTASOJEN KEVENTÄMINEN 15

3.2.4 MUIDEN LINJAUSTEN VAIKUTUKSET 17

3.2.5 YHTEENVETO PM ORPON HALLITUKSEN PÄÄTÖSTEN VAIKUTUKSISTA 21

4. ILMASTOPANEELIN TIELIIKENTEEN POLITIIKKASKENAARIO JA SIIHEN LIITTYVÄT VAIKUTUSARVIOT 23

4.1 ILMASTOPANEELIN POLITIIKKASKENAARION TOIMENPITEET JA NIIDEN VALINTAPERUSTEET .. 23

4.2 ILMASTOPANEELIN POLITIIKKA- JA VERTAILUSKENAARIOIDEN EROT 26

4.3 TIELIIKENTEEN KASVIHUONEKAASUPÄÄSTÖT JA TALOUSVAIKUTUKSET ILMASTOPANEELIN POLITIIKKA- JA VERTAILUSKENAARIOISSA 28

4.4 TIELIIKENTEEN ELINKAARISET KASVIHUONEKAASUPÄÄSTÖT 33

4.5 SKENAARIOIHIN LIITTYVIÄ TERVEYSVAIKUTUSNÄKÖKOHTIA 36

4.5.1 PIENHIUKKASET 36
4.5.2 TYPPIDIOKSIDI 37
4.5.3 MUITA TERVEYSNÄKÖKOHTIA 37
4.6 LIIKENTEEN KUSTANNUSTEN KOHDENTUMINEN ERI TULOLUOKKIIN 38

5. YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET 39

LÄHTEET 42

LIITTEET 46
LIITE 1. KUSTANNUSKOMPONENTTIEN ERITTELY HEETRA-MALLISSA 46
LIITE 2. ILMASTOPANEELIN AUTOKANTAMALLIN KUVAUS 47
LIITE 3. LIIKENNESEKTORIN ULKOPUOLELLA TAPAHTUVIEN KASVIHUONEKAASUPÄÄSTÖJEN ARVIOINTI 53
LIITE 4. TIELIIKENTEEN PÄÄSTÖVÄHENNYSTOIMENPITEIDEN ANALYSOINTIA 65
LIITE 5. TIELIIKENTEEN ILMAN EPÄPUHTAUSPÄÄSTÖJEN TERVEYSVAIKUTUSTEN ARVIOINTI 75

POLITIIKKASUOSITUKSET JA KESKEISET VIESTIT

- → Liikenne on taakanjakosektorin suurin päästölähde, joten sillä on suuri merkitys taakanjakosektorin vuoden 2030 päästövähennysvelvoitteen täyttämisessä. Noin 90 % kotimaan liikenteen päästöistä aiheutuu tieliikenteessä, joten sen päästöjen riittävän nopea vähentäminen tulee turvata.

- → Tieliikenteen sähköistymisen vauhdittaminen yhdessä korkean jakeluvelvoitteen kanssa varmistaa Suomen tieliikenteen päästöjen puolittumisen vuoden 2030 tavoitteen mukaisesti.
    - Joukkoliikenteen, kävelyn ja pyöräilyn edistäminen on pidemmällä tähtäimellä tärkeää ilmastotavoitteiden saavuttamisen näkökulmasta. Samalla lisätään aktiivista liikkumista ja edistetään kansanterveyttä, vähennetään liikenneköyhyyttä ja parannetaan julkisen liikenteen palvelutasoa.
- → Jotta tieliikenteen päästöt täyttävät osuutensa taakanjakosektorin päästövähennysvelvoitteesta vuoteen 2030 mennessä, Ilmastopaneeli suosittelee seuraavia toimia:
    - Jakeluvelvoitteen taso palautetaan PM Orpon hallituksen esittämiä muutoksia edeltävälle tasolle vuodesta 2025 lähtien. (Bio-, sähköpolttoaineiden ja vedyn energiasisällön osuus on 29 % jaettavassa liikennepolttoaineessa vuosina 2025–2026, 30 % vuonna 2027 ja tason nostaminen siitä edelleen siten, että vuonna 2030 taso on 34 %.)
    - Julkisilla latausasemilla ladattu sähkö sisällytetään jakeluvelvoitteeseen siten, että velvoitetta korotetaan (yllä mainituista tasoista) julkisesti ladattua uusiutuvaa sähköä vastaavalla energiamäärällä. (Ilman jakeluvelvoitteen tason nostamista muita vähähiilisiä jakeita vähennettäisiin julkisesti ladattua uusiutuvaa sähköä vastaava määrä, jolloin tieliikenteen päästöt eivät vähene.)
    - Välituotevetyä ei sisällytetä jakeluvelvoitteeseen tai jos sisällytetään, niin jakeluvelvoitteen tasoa korotetaan vastaavalla energiamäärällä. (Välituotevety jakeluvelvoitteessa ei vähennä tieliikenteen päästöjä).
    - Jakeluvelvoitteen täyttämättä jättämisen seuraamusmaksun alentamisesta vuosina 2025–2027 luovutaan, koska ei ole varmuutta, että seuraamusmaksuista saaduilla rahoilla pystytään korvaamaan liikenteessä menetettyjä päästövähennyksiä.
    - Jakeluvelvoitteen joustomekanismi otetaan käyttöön vain, jos jakeluvelvoitteen tasoa nostetaan edellä esitetyillä tavoilla. Joustomekanismin toimivuus taakanjakosektorin tavoitteiden turvaamisessa on epävarmaa.
    - Erillistankattavat biopolttoainemäärät poistetaan jakeluvelvoitteen piiristä, jolloin ne toimivat lisäisinä päästövähennystoimina tieliikenteessä.
    - Pääteiden sähköajoneuvojen julkisen latausinfran rakentamista tuetaan.
    - Sähkökuorma-autojen hankintaa tuetaan.
    - Joukkoliikenteen, kävelyn ja pyöräilyn edistämisen tukitasoa nostetaan.
- → Ilmastopaneelin hahmottelema tieliikenteen päästötavoitteet täyttävä politiikkaskenaario toimenpiteineen on liikenteen kokonaiskustannusten näkökulmasta edullisempi kuin vertailuskenaario, joka mukailee PM Orpon hallituksen linjauksia ja joka vaarantaa Suomen

taakanjakosektorin päästövähennysvelvoitteen täyttämisen. Tulokseen päästään, kun otetaan huomioon tieliikenteen päästövähennysten tekemättömyyden kustannukset tulevaisuudessa.

- → Kotitalouksien eri tuloryhmiin kohdistuvat liikenteen kustannukset ovat skenaarioissa hyvin lähellä toisiaan ja vastaavat käytännössä vuoden 2023 lähtötasoa. Alimmassa tuloryhmässä kustannukset ovat alhaisimmat.
- → Tieliikenteen sähköistymisen ja kestävien liikennepolttoaineiden käytön edistäminen lisää esimerkiksi latausinfrastruktuurin kehittämistä ja siten investointeja ja vientiosaamista. Näin tuetaan työllisyyttä ja osaamisen kehittämistä.
- → Liikenteen sähköistymistä tulisi jouduttaa johdonmukaisella viestinnällä ja politiikalla.
- → Tieliikenneverotus vaatii uudistuksen, joka jatkossakin säilyttää sähköautoon vaihtamisen houkuttelevuuden fossiilisilla polttoaineilla käyviin polttomoottoriautoihin nähden.
- → Noin puolet tieliikenteen elinkaarisista päästöistä tapahtuu tieliikennesektorin ulkopuolella vuosina 2024–2030. Vaikka biopolttoaineiden elinkaariset päästöt voivat olla suuria, jakeluvelvoitteen korkea taso yhdessä sähköistymisen vauhdittamisen kanssa aiheuttaa globaalisti vähemmän päästöjä kuin jakeluvelvoitteen alentaminen PM Orpon hallituksen esittämällä tavalla.
    - Jatkossa on tärkeää varmistaa, että Suomessa käytetään mahdollisimman kestäviä biopolttoaineita, minkä takia käytettävien biopolttoaineiden raaka-aineista tulisi saada julkista tietoa.
    - Vuoden 2030 jälkeen ajoneuvojen päästöjä tulee vähentää sähköistymisen, sähköpolttoaineiden ja vedyn avulla biopolttoaineiden (pl. biokaasu) käytön lisäämisen sijaan.
- → Tieliikenteen aiheuttamat pienhiukkaset ja typen oksidit vähenevät ajoneuvokannan puhdistumisen myötä, eikä hallituksen esitysten ja ilmastotavoitteen täyttävän toimenpidekokonaisuuksien välillä ole käytännössä juurikaan eroja pienhiukkasten ja typpidioksidin aiheuttamien terveysvaikutusten näkökulmasta vuonna 2030.

TIIVISTELMÄ

Suomen kansallinen tavoite on vähentää taakanjakosektorin päästöjään 50 prosenttia vuoden 2005 tasosta vuoteen 2030 mennessä. Liikenne (pl. lentoliikenne) on taakanjakosektorin suurin päästölähde, joten sillä on merkittävä rooli sektorin päästövähennystavoitteen saavuttamisessa. Suomessa keskipitkän aikavälin ilmastopolitiikan suunnitelman (KAISU) tavoitteena on kotimaan liikenteen (pois lukien lentoliikenne) päästöjen puolittaminen vuoteen 2030 mennessä vuoden 2005 tasosta. Tieliikenteen osuus päästöistä oli 93 prosenttia vuonna 2005, joten päästöjä tulee vähentää etenkin tieliikenteessä.

Raportti tarjoaa tietopohjaa tieliikenteen kasvihuonekaasupäästöjen kehityksestä ja siihen vaikuttavista tekijöistä. Raportti esittelee tarvittavia toimia, joilla varmistetaan tieliikenteen päästöjen riittävän nopea vähentäminen, jotta Suomi saavuttaa taakanjakosektorin päästövähennysvelvoitteensa eli pysyy päästöbudjetissa vuosina 2021–2030 ja saavuttaa päätevuoden 2030 päästötavoitteen. Toimenpiteiden toteuttamiskelpoisuuden arvioinnin tueksi tarkastellaan eri päästövähennystoimenpiteiden päästö- ja talousvaikutusten lisäksi tieliikenteen aiheuttamien ilman epäpuhtauksien terveysvaikutuksia sekä kustannusten kohdistumista kotitalouksiin tuloluokittain.

Työssä on laadittu Ilmastopaneelin politiikka- (WAM-IP) ja vertailuskenaariot (VER-IP), jotka pohjaavat VTT:n vuosien 2023 ja 2024 ajoneuvokanta- ja päästöennustepäivityksien pohjalta tehtyihin perusskenaarioihin (WEM-2023 ja WEM-2024-skenaariot). Ilmastopaneelin skenaarioissa on lisäksi huomioitu PM Orpon hallituksen tieliikennettä koskevat päätökset ja esitykset. WAM-IP-skenaarion toimenpiteet on valittu siten, että tieliikenteen päästötavoitteet saavutetaan vuonna 2030. VER-IP-skenaarion ajatellaan olevan todennäköinen tieliikenteen päästökehitys PM Orpon hallituksen nykyisillä päätöksillä ja esityksillä. WAM-IP-skenaarion päästö- ja talousvaikutuksia sekä ilman epäpuhtauksien terveysvaikutuksia ja kotitalouksille tuloluokittain koituvia kustannuksia verrataan VER-IP-skenaarioon. Raportissa arvioidaan tieliikenteen aiheuttamien suorien kasvihuonekaasupäästöjen lisäksi myös tieliikennesektorin ulkopuolella aiheutuvia epäsuoria päästöjä.

Merkittävimmät tieliikenteen päästötavoitteen saavuttamisen haasteet liittyvät jakeluvelvoitteen muutoksiin. PM Orpon hallitusohjelman mukaiset jakeluvelvoitetasot vuosina 2025–2027 ja jakeluvelvoitteeseen liittyvät muut lakiesitykset lisäävät kumulatiivisia päästöjä verrattuna aikaisempaan kehitysuraan. Taakanjakosektorin päästövähennysvelvoitteen näkökulmasta tieliikenteen riittävä päästökehitys voidaan varmistaa vain pitäytymällä PM Orpon hallituksen ehdottamia muutoksia edeltävässä jakeluvelvoitteen tasossa vuodesta 2025 alkaen. Jakeluvelvoitteen täyttämättä jättämisen seuraamusmaksun alentamista ei pidä ottaa käyttöön, koska ei ole varmuutta, että maksuista saaduilla rahoilla pystytään korvaamaan liikenteessä menetettyjä päästövähennyksiä. Muita toimenpiteitä, joilla tieliikenteen päästövähennystavoitteen saavuttaminen varmistetaan, ovat jakeluvelvoitteen korottaminen julkisesti ladatun uusiutuvan sähkön ja välituotevedyn laskennallisten energiasisältöjen verran, sähköistymisen edistäminen, julkisen liikenteen, kävelyn ja pyöräilyn tukien korottaminen vuoden 2024 talousarvion tasosta sekä Suomen liittyminen EU:n polttoaineen jakelijoiden päästökauppaan vuonna 2027 hallituksen esityksen mukaisesti. Jakeluvelvoitelain muutosesitykseen sisällytetyn jakeluvelvoitteen joustomekanismin käyttöönotto on perusteltua vain, jos jakeluvelvoitteen tasoa nostetaan raportissa esitetyillä tavoilla. Joustomekanismin toimivuus taakanjakosektorin tavoitteiden turvaamisessa on epävarmaa.

VER-IP-skenaariossa tieliikenteen päästövähennystavoitteesta jäädään 0,5 Mt CO_2-ekv. vuonna 2030. Kumulatiivinen päästö vuosina 2023–2030 on 4,2 Mt CO_2-ekv. suurempi kuin WAM-IP-skenaariossa. VER-IP-skenaarion kokonaiskulut vuosina 2023–2030 ovat noin 480 miljoonaa euroa pienemmät kuin

WAM-IP-skenaariossa, mutta kun huomioidaan ilmastotoimien tekemättömyyden välilliset kustannukset myös tulevaisuudessa, WAM-IP-skenaarion kustannukset ovat pienemmät. Jos Suomi ei pääse taakanjakosektorin tavoitteisiinsa, se voi pyrkiä ostamaan muilta EU:n jäsenmailta päästöyksiköitä. Päästöyksiköiden saatavuus ja hinta ovat kuitenkin epävarmoja. Kotitalouksille tuloluokittain kohdistuvat kustannukset ovat VER-IP- ja WAM-IP-skenaarioissa hyvin lähellä toisiaan ja vastaavat käytännössä vuoden 2023 lähtötasoa. Alimmassa tuloryhmässä kustannukset ovat alhaisimmat.

Sähköistymisen edistäminen tukee työllisyyttä ja osaamisen kehittämistä lisäämällä taloudellista aktiviteettia latausinfrastruktuurin kehittämisen ja investointitarpeen myötä sekä kasvattaa samalla vientiosaamista. Fossiilisten polttoaineiden käytön vähenemisen takia WAM-IP-skenaariossa verotulot ovat VER-IP-skenaariota pienemmät. Tieliikenneverotus vaatii uudistuksen, joka jatkossakin säilyttää sähköautoon vaihtamisen houkuttelevuuden fossiilisilla polttoaineilla käyviin polttomoottoriautoihin nähden.

Noin 50 prosenttia tieliikenteen elinkaarisista päästöistä aiheutuu tieliikennesektorin ulkopuolella vuosina 2023–2030. Arvioon liittyy suuria epävarmuuksia etenkin biopolttoaineiden osalta, koska Suomessa jaeltujen biopolttoaineiden raaka-aineiden määristä ei ole julkista tietoa. Fossiilisten polttoaineiden valmistuksen päästöt näyttelevät merkittävää roolia kokonaispäästöissä, ja biopolttoaineiden raaka-aineisiin liittyy maankäytön muutosten aiheuttamia epäsuoria päästövaikutuksia, jotka voivat olla suuria biopolttoaineesta riippuen. Biopolttoaineiden käyttö yhdessä sähköistymisen edistämisen kanssa on kokonaisuus, jolla varmistetaan tieliikenteen päästöjen puolittuminen Suomessa vuoteen 2030 mennessä sekä aiheutetaan globaalisti vähemmän päästöjä kuin jakeluvelvoitetta alentamalla. Biopolttoaineiden kestävyyden varmistamiseksi Suomessa jaeltavien biopolttoaineiden raaka-aineiden määrien tulisi olla julkisia. Biopolttoaineiden käytön kasvattamisen sijaan vuoden 2030 jälkeen ajoneuvojen päästöjä tulee vähentää sähköistymisen tai elinkaaripäästövaikutuksiltaan alhaisten synteettisten sähköpolttoaineiden ja vedyn avulla.

Tieliikenteen aiheuttamat pienhiukkaset ja typen oksidit vähenevät ajoneuvokannan puhdistumisen myötä, pölypäästöjä lukuun ottamatta, eikä PM Orpon hallituksen esityksiä mukailevan ja ilmastotavoitteen täyttävän toimenpidekokonaisuuden välillä ole käytännössä juurikaan eroja pienhiukkasten ja typpidioksidin aiheuttamien terveysvaikutusten näkökulmasta vuonna 2030.

Ilmastopaneelin politiikkaskenaario (WAM-IP) ei sisällä kaikkia PM Orpon hallituksen linjauksia, jotka vaikuttavat tieliikenteen päästökehitykseen. Linjausten yhteisvaikutusta ei ole pystytty tässä yhteydessä arvioimaan, mutta ne heikentävät tieliikenteen päästövähennyskehitystä. Tämä yhdessä sähköistymisen kehitykseen liittyvien muiden epävarmuuksien kanssa vaikuttaa siihen, että WAM-IP ei välttämättä tuota toivottua lopputulosta vuonna 2030 ja kumulatiiviset päästöt kasvavat arvioidusta määrästä. Päätöksentekijöiden tulee seurata tilannetta ja tehdä tarvittaessa korjaavia toimenpiteitä koko taakanjakosektorilla. Liikenteen sähköistyminen on päästöjen ja kustannusten kannalta avainasemassa, joten sähköistymistä tulee tukea johdonmukaisella viestinnällä ja politiikalla.

SAMMANDRAG

Finlands nationella mål är att fram till 2030 minska ansvarsfördelningssektorns utsläpp med 50 procent från 2005 års nivå. Trafiken (exklusive flygtrafiken) är ansvarsfördelningssektorns största utsläppskälla och spelar därför en central roll när det gäller att uppnå sektorns utsläppsminskningsmål. I Finland syftar den medellånga klimatpolitiska planen (KAISU) till att fram till 2030 halvera utsläppen från inrikestrafiken (exklusive flygtrafik) från 2005 års nivå. Vägtrafiken stod för 93 procent av utsläppen 2005, och därför bör utsläppen minskas särskilt inom vägtrafiken.

Rapporten erbjuder en kunskapsbas om utvecklingen av växthusgasutsläpp från vägtrafiken och de faktorer som påverkar dem. I rapporten beskrivs sådana åtgärder som behövs för att säkerställa att vägtrafikens utsläpp minskar tillräckligt snabbt, för att Finland ska kunna fullgöra sitt åtagande om att minska ansvarsfördelningssektorns utsläpp, dvs. hålla sig inom sin utsläppsbudget 2021–2030 och uppnå utsläppsmålet 2030. Bedömningen av åtgärdernas genomförbarhet utgår från de utsläppsmässiga och ekonomiska effekterna av olika utsläppsminskande åtgärder samt de hälsoeffekter som orsakas av luftföroreningar från vägtrafiken och från hur kostnaderna fördelar sig per inkomstklass mellan hushållen.

Arbetet har resulterat i Klimatpanelens politiska scenarier (WAM-IP) och referensscenarier (VER-IP), som grundar sig på de grundläggande referensscenarierna WEM-2023 och WEM-2024 som utformats på basis av VTT:s uppdateringar om fordonsbeståndet och prognostiserade utsläpp under åren 2023 och 2024. Klimatpanelens scenarier tar också hänsyn till de beslut och förslag som statsminister Orpos regering har lagt fram om vägtrafiken. Åtgärderna i WAM-IP-scenariot har valts så att vägtrafikens utsläppsmål uppnås 2030. VER-IP-scenariot ses som den sannolika utsläppsutvecklingen för vägtrafiken på basis av de nuvarande besluten och förslagen som statsminister Orpos regering har lagt fram. WAM-IP-scenariots utsläppsmässiga och ekonomiska effekter, hälsoeffekter som orsakas av luftföroreningar och hushållens kostnader per inkomstklass jämförs med VER-IP-scenariot. Utöver att vägtrafikens direkta växthusgasutsläpp utvärderas i rapporten, utvärderas även indirekta utsläpp som uppstår utanför vägtrafiksektorn.

De största utmaningarna för att uppnå vägtrafikens utsläppsmål har anknytning till förändringarna i distributionsskyldigheten. Den sänkta distributionsskyldigheten 2025–2027 i statsminister Orpos regeringsprogram och andra lagförslag om distributionsskyldigheten kommer att öka de kumulativa utsläppen jämfört med den tidigare utvecklingen. Med tanke på ansvarsfördelningssektorns skyldighet att minska utsläppen kan en tillräcklig utsläppsutveckling inom vägtrafiken endast säkerställas genom att från och med 2025 bibehålla den ursprungliga nivån för distributionsskyldigheten, dvs. den nivå som föregick de förändringar som föreslagits av statsminister Orpos regering. Den sänkta påföljdsavgiften för underlåtenhet att fullgöra distributionsskyldigheten bör inte införas, eftersom det inte är säkert att pengarna från påföljdsavgifterna kan ersätta trafikens uteblivna utsläppsminskningar. Andra åtgärder som säkerställer att vägtrafikens utsläppsmål uppnås är att öka distributionsskyldigheten med det beräknade energiinnehållet i offentligt laddad förnybar el och vätgasderivat, främja elektrifiering, höja stödet för kollektivtrafik och gång- och cykeltrafik från budgetnivån för år 2024 samt att Finland ansluter sig till EU:s utsläppshandelssystem för fossila bränslen 2027 enligt regeringens förslag. Införandet av en flexibel mekanism för distributionsskyldigheten som fogats till propositionen om ändring av lagen om distributionsskyldighet är endast befogad om nivån på distributionsskyldigheten höjs så som anges i rapporten. Det är osäkert hur effektivt ansvarsfördelningssektorns mål kan tryggas med hjälp av mekanismen.

I VER-IP-scenariot underskrids utsläppsminskningsmålet med 0,5 Mt CO_2e år 2030. De kumulativa utsläppen för 2023–2030 är 4,2 Mt CO_2e högre än i WAM-IP-scenariot. De totala kostnaderna i VER-IP-scenariot under 2023–2030 är cirka 480 miljoner euro lägre än i WAM-IP-scenariot, men när även de indirekta framtida kostnaderna för uteblivna klimatåtgärder beaktas, är kostnaderna i WAM-IP-scenariot lägre. Om Finland inte når upp till sina mål för ansvarsfördelningssektorn kan Finland försöka köpa utsläppsrätter av andra EU-länder. Tillgången på utsläppsenheter är dock osäker. Kostnaderna för hushållen per inkomstklass ligger mycket nära varandra i VER-IP- och WAM-IP-scenarierna och motsvarar i praktiken utgångsläget 2023. Kostnaderna är lägst i den lägsta inkomstklassen.

Främjandet av elektrifiering stöder sysselsättningen och kompetensutvecklingen i och med att den ekonomiska aktiviteten ökar i fråga om utvecklingen av laddningsinfrastruktur och växande investeringsbehov, samtidigt som exportkunnandet stärks. Skatteintäkterna är lägre i WAM-IP-scenariot än i VER-IP-scenariot på grund av att användningen av fossila bränslen avtar. Vägbeskattningen kräver en reform som även framöver gör det attraktivt att välja elbil framför en bil med förbränningsmotor som drivs med fossila bränslen.

Omkring 50 procent av vägtrafikens livscykelutsläpp orsakas av faktorer utanför vägtrafiksektorn 2023–2030. Beräkningen innehåller stora osäkerhetsfaktorer, särskilt när det gäller biodrivmedel, eftersom det inte finns någon offentlig information om råvarumängderna för distribuerade biodrivmedel i Finland. Utsläppen från produktionen av fossila bränslen spelar en betydande roll för de totala utsläppen, och råvarorna till biodrivmedlen är förknippade med indirekta utsläpp från förändrad markanvändning, som kan vara stora beroende på biodrivmedlets typ. Användningen av biodrivmedel kombinerat med främjandet av elektrifiering bildar ett paket som säkerställer att utsläppen från vägtrafiken i Finland halveras fram till 2030 och att utsläppen globalt sett blir lägre än om distributionsskyldigheten sänks. För att säkerställa att biodrivmedlen är hållbara bör råvarumängderna för distribuerade biodrivmedel i Finland vara offentliga. I stället för att öka användningen av biodrivmedel efter 2030 bör fordonsutsläppen minskas genom elektrifiering eller användning av syntetiska elektrobränslen med låg livscykelpåverkan samt vätgas.

De luftburna partiklarna och kväveoxiderna från vägtrafiken kommer att minska i takt med att fordonsbeståndet blir renare, bortsett från dammutsläppen, och år 2030 kommer det därför inte att finnas någon större praktisk skillnad mellan det åtgärdspaket som följer regeringen Orpos förslag och det paket som uppfyller klimatmålet beträffande luftburna partiklar och kväveoxider år 2030.

Klimatpanelens politiska scenario WAM-IP innehåller inte alla sådana riktlinjer från statsminister Orpos regering som påverkar vägtrafikens utsläppsutveckling. Riktlinjernas sammantagna effekter har inte kunnat utvärderas i det här sammanhanget, men de försvagar utsläppsminskningarnas utveckling inom vägtrafiken. Detta kombinerat med andra osäkerhetsfaktorer inom elektrifieringsutvecklingen innebär att WAM-IP inte nödvändigtvis ger önskat resultat år 2030 och att de kumulativa utsläppen kommer att öka över den beräknade nivån. Beslutsfattarna bör följa situationen och vid behov vidta korrigerande åtgärder inom hela ansvarsfördelningssektorn. Elektrifieringen av trafiken har en nyckelposition med tanke på utsläpp och kostnader, och därmed bör elektrifieringen stödjas genom konsekvent kommunikation och politik.

SUMMARY

Finland's national target is to reduce its emissions in the effort sharing sector by 50% from 2005 levels by 2030. Transport (not including aviation) is the largest source of emissions in the effort sharing sector and therefore plays an important role in achieving the sector's emission reduction target. In Finland, the goal of the Medium-term Climate Change Policy Plan (KAISU) is to halve emissions from domestic transport (excluding aviation) by 2030 compared to 2005 levels. Road transport accounted for 93% of emissions in 2005, so it is a particularly important area in which to reduce emissions.

This report provides analyses on trends in greenhouse gas emissions from road transport and the factors affecting them. The report also outlines the measures needed to ensure that road transport emissions are reduced fast enough for Finland to meet its effort sharing sector emission reduction commitment, i.e. to stay within its emissions budget in 2021–2030 and achieve the 2030 end-year emissions target. In order to assess the effects of the measures, the health impacts of air pollution from road transport and the distribution of costs to households by income are examined in addition to the emission and economic impacts of the different emission reduction measures.

The work has resulted in the Finnish Climate Change Panel's policy (WAM-IP) and reference (VER-IP) scenarios, based on the baseline scenarios (WEM-2023 and WEM-2024) from VTT's 2023 and 2024 vehicle and emissions projections updates. The Panel's scenarios also take into account the decisions and proposals of Prime Minister Orpo's government in the road transport sector. The measures in the WAM-IP scenario have been selected in order to meet the 2030 road transport emission targets. The VER-IP scenario is developed to best reflect the likely emissions trajectory for road transport based on the current decisions and proposals of Prime Minister Orpo's government. The emission and economic impacts of the WAM-IP scenario, the health impacts of air pollution and the costs for households are compared with the VER-IP scenario. The report assesses not only the direct greenhouse gas emissions from road transport, but also indirect life cycle emissions that fall outside the road transport sector.

The main challenges in meeting the road transport emissions target relate to changes in the blending mandate. Reductions and alterations in the blending mandate for the period 2025–2027 as per Prime Minister Orpo's government programme will increase cumulative emissions compared to the previous trajectory. From the perspective of the effort sharing sector's emission reduction target, sufficient emissions reductions in road transport can only be ensured by maintaining the blending mandate from 2025 onwards at the level prior to the changes proposed by Prime Minister Orpo's government. The proposed reduction in the penalty for non-compliance with the blending mandate should not be introduced, as there is no certainty that the funds raised would lead to sufficient funding for alternative emission reductions to the ones lost in the transport sector. Other measures to ensure that the road transport emission reduction target is met include increasing the blending mandate by the energy content of publicly-charged renewable electricity and intermediate hydrogen; promoting electrification; continuing subsidies for public transport, walking and cycling from; and Finland joining the EU's emissions trading scheme for fuel distributors in 2027 as per the current government proposal. The introduction of a flexibility mechanism for the blending mandate is only justified if the level of the blending mandate is increased in the ways set out in the report. The effectiveness of the flexibility mechanism in ensuring the effort sharing sector targets are met is uncertain.

In the VER-IP scenario, the road transport emission reduction target will be missed by 0.5 Mt CO2eq in 2030. The cumulative emissions for 2023–2030 are 4.2 Mt CO2eq higher than in the WAM-IP scenario. The total costs of the VER-IP scenario for the period 2023–2030 are about €480 million lower than those of the WAM-IP scenario, but when the indirect costs of the lack of climate measures being carried

out in the future are taken into account, the costs of the WAM-IP scenario are lower. If Finland fails to meet its effort sharing sector targets, it may have to buy emission allowances from other EU countries. However, the availability and price of these allowances is uncertain. The costs for households by income percentile are very similar in the VER-IP and WAM-IP scenarios and are comparable to the 2023 baseline. The lowest income group has the lowest transport costs.

Promoting electrification supports employment and skills development by increasing economic activity in the development of the charging infrastructure and investment needs, while also increasing skills relevant in exporting industries. Due to the reduction in use of fossil fuels, the tax revenue in the WAM-IP scenario is lower than in the VER-IP scenario. A reform of road transport taxation is needed to maintain the attractiveness of switching to an electric car instead of an internal combustion engine car using fossil fuels.

Around 50% of the life cycle emissions from road transport will be generated outside the road transport sector between 2023 and 2030. There are significant uncertainties in this estimate, especially regarding biofuels, as there is no publicly available information on the quantities of different biofuels distributed in Finland. To verify the sustainability of the biofuel used in Finland, the quantities of biofuels and their sources should be publicly available. Emissions from fossil fuel production play a significant role in overall emissions and biofuel feedstocks are associated with indirect emission impacts from land use changes, with these impacts being substantial for some biofuels. The use of biofuels, together with the promotion of electrification, is a combination that will ensure that road transport emissions in Finland are halved by 2030 and that globally, emissions will be lower than if the blending mandate were reduced. Instead of increasing the use of biofuels after 2030, vehicle emissions should be reduced through electrification or use of low life-cycle impact synthetic electric fuels and hydrogen.

Levels of particulate matter and nitrogen oxides from road transport will decrease (not including dust particles) as the vehicles on the road become cleaner, and there will be little difference between the combination of measures that meet the climate target and those proposed by Prime Minister Orpo's government in terms of health impacts related to particulate matter and nitrogen dioxide in 2030.

The Finnish Climate Change Panel's policy scenario (WAM-IP) does not include all the policies of Prime Minister Orpo's government that will have an impact on road transport emissions. It has not been possible to assess the combined impact of the policies in this context, but they do undermine the required emission reduction trend for road transport. These and other uncertainties related to the evolution of electrification mean that WAM-IP may not deliver the desired outcome by 2030 and cumulative emissions will increase above the projected level. Decision-makers should monitor the situation and take corrective action across the entirety of the effort sharing sector if necessary. Electrification of transport is a key driver of emissions and costs, so it must be supported by consistent communication and policies.

1. JOHDANTO

Vuonna 2020 Euroopan unioni (EU) päätti, että vuoden 2030 nettopäästövähennystavoite on 55 prosenttia vuoden 1990 tasosta. Tämä tarkoitti sitä, että myös Suomen taakanjakosektorin[1] päästövähennysvelvoite neuvoteltiin uudestaan. Suomen tulee vähentää taakanjakosektorin päästöjään 50 prosenttia vuoden 2005 tasosta vuoteen 2030 mennessä, aikaisemman 39 prosentin sijaan. Suomessa tähän haasteeseen on pyritty vastaamaan keskipitkän aikavälin ilmastopolitiikan suunnitelmalla (KAISU), joka hahmottelee taakanjakosektorin eri osa-alueiden politiikkatoimia vuoden 2030 päästövähennysvelvoitteen saavuttamiseksi. Liikenteen päästövähennyskehityksellä on keskeinen rooli, sillä liikenne (pl. lentoliikenne) on taakanjakosektorin suurin päästölähde. Liikenteen lisäksi taakanjakosektoriin kuuluvia päästölähteitä ovat muun muassa maatalous, rakennusten erillislämmitys, työkoneet, jätteiden käsittely ja F-kaasut.

KAISUn (YM 2022) tavoitteena on, että kotimaan liikenteen kasvihuonekaasupäästöt puolitetaan vuoteen 2030 mennessä vuoden 2005 tasosta (12,565 miljoonaa hiilidioksidiekvivalenttitonnia, Mt CO_2-ekv., pl. kotimaan lentoliikenne). Tämä tarkoittaa, että vuonna 2030 tavoitteena on 6,28 Mt CO_2-ekv. päästötaso. Vuonna 2005 kotimaan liikenteen päästöistä noin 93 prosenttia aiheutui tieliikenteestä. Tieliikenteen osuus saattaa tulevaisuudessa pienentyä, koska päästövähennysten saavuttaminen lento- ja vesiliikenteessä on tieliikennettä haastavampaa. Tieliikenteen osalta kasvihuonekaasupäästöjen puolittaminen merkitsee vuonna 2030 noin 5,90 Mt CO_2-ekv. päästötasoa, josta hiilidioksidin osuus on noin 5,85 Mt.

Euroopan komission peruslinjana on pitää liikenteen päästöt taakanjakosektorissa ainakin vuoteen 2030 saakka. Samaan aikaan liikenteeseen kohdistuu EU-tason politiikkaohjausta. Tieliikenne sisältyy EU:n polttoaineen jakelijoiden päästökauppaan, joka otetaan käyttöön vuodesta 2027 lähtien (EC 2023). Päästökauppa ei kuitenkaan todennäköisesti yksin riitä Suomen päästötavoitteiden saavuttamiseen (Seppänen ym. 2022), joten Suomen liikenteen päästötavoitteet tulee pääosin toteuttaa kansallisesti tehtävillä toimilla.

Liikenteessä tarvitaan merkittävä liikkumisen rakennemuutos. Sähköiseen ja muuhun ei-fossiiliperusteiseen käyttövoimaan siirtymisen ja ajoneuvojen energiankulutuksen vähentämisen lisäksi myös kulkutapojen tulee muuttua, joka edellyttää hyvää liikennejärjestelmän ja maankäytön suunnittelua. Kävelyn ja pyöräilyn helpottaminen sekä vähähiilisen julkisen liikenteen järjestäminen ja kattavuuden lisääminen vähentävät liikenteestä aiheutuvia päästöjä. Palveluiden, työpaikkojen ja asumisen suunnittelussa tulisi pyrkiä siihen, että ajoneuvojen käyttötarve vähenee yhdyskuntasuunnittelun henkilöautokeskeisyyden sijaan.

Liikenteen rakennemuutos ei nykytoimin toteudu riittävän nopeasti taakanjakosektorin vuoden 2030 kansallisen päästövähennysvelvoitteen näkökulmasta. Tämän takia jaettavan polttonesteen sisältämien uusiutuvien polttoaineiden osuutta on ollut tarkoitus asteittain nostaa. Tämä niin kutsuttu jakeluvelvoite on keskeinen keino liikenteen päästöjen vähentämiseksi. Jakeluvelvoitteen muuttaminen vaikuttaa liikenteen lisäksi suoraan koko taakanjakosektorin päästövähennysvelvoitteen saavuttamiseen. Pääministeri (PM) Petteri Orpon hallituksen kaavailema jakeluvelvoitteen muutos ja sen muut

[1] Taakanjakosektori on EU:n ilmastopolitiikan yksi pilari. Taakanjakosektorille lasketaan päästökaupan ja maankäyttösektorin ulkopuolisten alojen, kuten liikenteen, maatalouden, rakennusten erillislämmityksen, työkoneiden, jätehuollon ja F-kaasujen päästöt. Kullekin jäsenmaalle on määritelty kansalliset taakanjakosektoria koskevat päästövähennystavoitteet vuosille 2021–2030.

tieliikennettä koskevat päätökset johtavat siihen, että liikenteen päästöt jäävät korkeammalle tasolle kuin viimeisin vuonna 2024 liikenteelle hahmotettu päästöjen perusura ennakoisi (Koljonen ym. 2024).

Huomioiden PM Orpon hallituksen jo toteuttamat ja suunnittelemat muutokset liikenteen ilmastopolitiikassa, tieliikenteen päästöt eivät ole puolittumassa. Tämä vaarantaa koko taakanjakosektorin päästövähennysten toteutumisen vuoteen 2030 mennessä, sillä myös muun taakanjakosektorin päästökehitykseen liittyy epävarmuuksia (Suomen ilmastopaneeli 2023). Samalla maankäyttösektorin (maankäyttö, maankäytön muutos ja metsänhoito, LULUCF) nettonielun epäsuotuisa kehitys merkitsee sitä, että KAISUssa (YM 2022) arvioitu 0,4 Mt vuotuinen jousto ei ole käytettävissä ainoanakaan vuonna 2020-luvulla. Joustoilla tarkoitetaan sitä, että päästövähennyksiä voidaan tasata ajallisesti tai sektorien välillä, kun toisessa sektorissa on saavutettu suurempi päästövähennys kuin mitä tavoitteet edellyttävät.

Lisätoimien löytäminen liikenteen päästövähennysten edistämiseksi on haasteellista. Henkilöautoliikenteen päästövähennystoimet kohdistuvat selvemmin ihmisten arkeen ja valintoihin kuin esimerkiksi energiasektorilla tehdyt toimet. Tavarakuljetus taas perustuu pitkälti tieliikenteeseen ja siihen kohdistuvien päästövähennystoimien tulisi olla kustannustehokkaita, jotta teollisuuden ja kaupan kustannuskilpailukyky ei vaarantuisi kilpailijamaihin nähden.

Tieliikenne aiheuttaa liikennesektorin ulkopuolisia kasvihuonekaasupäästöjä, joita ei ole otettu huomioon liikenteen päästövähennystoimenpiteiden yhteydessä. Osittain tällaiset elinkaariset päästöt tapahtuvat ulkomailla, kuten ajoneuvojen valmistuksen päästöt, ja osittain kotimaassa, kuten sähköntuotannon päästöt. Jakeluvelvoitteessa sekoitetaan fossiilisten polttoaineiden sekaan biopolttoaineita, joiden käyttöön liittyy epäsuorien maankäyttövaikutusten (Indirect Land Use Change, ILUC) aiheuttamia päästöjä. Kokonaiskuva Suomen tieliikenteen aiheuttamista kasvihuonekaasupäästöistä liikennesektorin ulkopuolella puuttuu. Kokonaiskuva olisi tärkeä hahmottaa, jotta tieliikenteelle suunniteltu päästövähennyskehitys ei johda vääränlaiseen lopputulokseen kokonaispäästöjen näkökulmasta.

Tieliikenne on ollut perinteisesti terveysongelmia aiheuttavien ilman epäpuhtauksien ja melun lähde. Uusien autojen pakokaasupäästönormit ovat kuitenkin jatkuvasti tiukentuneet, ja tieliikenteen aiheuttamat ilman epäpuhtaudet ovat vähentyneet. Samaan aikaan liikenne sähköistyy eikä sähköajoneuvoista tule pakokaasupäästöjä. Toisaalta tieliikenteen aiheuttamat pölypäästöt eivät katoa liikenteen sähköistymisen myötä. Tieliikenteen päästövähennystoimien vaikutukset terveyshaittoihin tulisi hahmottaa, jotta toimenpiteitä osataan perustella oikealla tavalla.

On tarpeen löytää toteutuskelpoisia tieliikenteen päästövähennyskeinoja siten, että tieliikenteen päästökehitys tukisi omalta osaltaan Suomen vuoden 2030 taakanjakosektorin päästövähennysvelvoitteen saavuttamista sekä hiilineutraaliuden saavuttamista vuoteen 2035 mennessä. Tämä työ tarjoaa uutta tietopohjaa tieliikenteen päästövähennystoimista käytävään keskusteluun sekä tukee päätöksentekijöitä päästövähennyskeinojen löytämisessä. Työn tavoitteena on tuottaa päästövähennysskenaarioiden perusteella näkemys tarvittavista tieliikenteen toimenpiteistä ilmastotavoitteiden saavuttamiseksi. Toimenpiteiden toteuttamiskelpoisuuden arviointia varten tuotetaan tietoa päästövähennyskeinojen ilmasto- ja talousvaikutuksista sekä terveysnäkökohdista.

2. TOTEUTUS JA MENETELMÄT

2.1 TARKASTELUN YLEISKUVAUS JA TIELIIKENTEEN SKENAARIOT

Tieliikenteen ajoneuvokannan ja ajosuoritteiden skenaariot vuoteen 2030 muodostavat raportissa tehtyjen toimenpide- ja vaikutusarviointitarkastelujen perustan. Työssä on ensin muodostettu päivitetty tilannekuva tieliikenteen kasvihuonekaasupäästöjen kehityksestä perusskenaariossa (With Existing Measures, WEM), jossa on otettu huomioon jo olemassa olevien päätösten vaikutukset tieliikenteen kasvihuonekaasupäästöjen kehitykseen. Tieliikenteen päästökehitykseen vaikuttavat kuitenkin PM Orpon hallituksen jo tekemät päätökset (katso tarkemmin luku 3.2), jotka ovat muuttaneet tai tulevat muuttamaan merkittävästi aiempien WEM-skenaarioiden mukaista päästökehitystä. Tämän takia työssä on laadittu virallisten ilmastosuunnitelmien päivittämisen yhteydessä tuotettujen WEM-skenaarioiden (Koljonen ym. 2024) lisäksi Ilmastopaneelin skenaariot.

Työssä tehtyjen tieliikenteen päästöskenaarioiden kasvihuonekaasupäästöjen kehitys pohjautuu VTT:n tuottamiin tieliikenteen vuosien 2023 ja 2024 ajoneuvokanta- ja päästöennustepäivityksiin (WEM-2023: Lauhkonen ja Markkanen 2023; WEM-2024 (WEM-P): Koljonen ym. 2024) ja PM Orpon hallituksen tieliikennettä koskeviin päätöksiin hallitusohjelmassa sekä vuoden 2024 kehysriihessä eli hallituksen neuvottelussa lähivuosien julkisen talouden suunnitelmasta. WEM-skenaarioihin pohjautuvien Ilmastopaneelin skenaarioiden tarkoituksena on ollut selvittää nimenomaan hallituksen päätösten vaikutuksia liikenteen päästökehitykseen ja talouteen.

WEM-skenaarioihin pohjautuvien vaikutusanalyysien pohjalta on tuotettu politiikkaskenaario, johon on lisätty päästökehityksen jouduttamiseksi tarvittavia toimenpiteitä. Toimenpiteet on valittu siten, että tieliikenteen päästöjen arvioidaan saavuttavan sille asetetut päästötavoitteet vuonna 2030. Tätä skenaariota kutsutaan raportissa Ilmastopaneelin politiikkaskenaarioksi, WAM-IP (With Additional Measures, WAM).

WAM-IP-skenaarion aiheuttamia kasvihuonekaasupäästöjä, talousvaikutuksia ja ilman epäpuhtauksien terveysvaikutuksia verrataan muodostetun Ilmastopaneelin vertailuskenaarion (VER-IP) vastaaviin päästöihin ja vaikutuksiin. Vertailuskenaarioon on koottu PM Orpon hallituksen tekemien päätösten mukaisia toimenpiteitä, jotka eivät ole mukana uusimmissa WEM-2023- ja WEM-2024-skenaarioissa. VER-IP-skenaarion on ajateltu olevan todennäköinen tieliikenteen päästökehitys, joka olisi toteutumassa nykyisillä hallituksen päätöksillä ilman korjaavia toimenpiteitä. Suorien kasvihuonekaasupäästöjen lisäksi arvioidaan tieliikenteen ulkopuolella aiheutettuja elinkaarisia kasvihuonekaasupäästöjä. Raportissa tarkastellaan myös yritysten kuljetuskustannuksia ja kotitalouksille koituvia kustannuksia tuloluokittain VER-IP- ja WAM-IP-skenaarioissa. Koonti raportissa tarkastelluista skenaarioista on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1: Raportissa tarkasteltavat skenaariot.

Skenaarion tunniste ja tulosluku	Tekijä ja käytetty malli	Olennaiset erot WEM-2023:een verrattuna
WEM-2023, 3.1	VTT ELIISA	
WEM-2024, 3.1	VTT ELIISA	polttoaineen jakelijoiden päästökauppa 2027 alkaen, nopeampi tieliikenteen sähköistymiskehitys
WEM-2023-IP, 3.2	Verne HEETRA	malliteknisistä eroista johtuen pieni ero päästöissä verrattuna VTT:n ELIISA-malliin
WEM-2023-IP1, 3.2.1	Verne HEETRA	jakeluvelvoitetta alennettu PM Orpon hallitusohjelman mukaisesti vuosina 2024–2027
WEM-2024-IP1, 3.2.1	Verne HEETRA	polttoaineen jakelijoiden päästökauppa vuodesta 2027 alkaen, jakeluvelvoitetta alennettu hallitusohjelman mukaisesti vuosina 2024–2027
WEM-2023-IP1,2, 3.2.2	Verne HEETRA	jakeluvelvoitetta alennettu PM Orpon hallitusohjelman mukaisesti vuosina 2024–2027, julkisesti ladattu liikennesähkö sisällytetty täyttämään jakeluvelvoitetta
WEM-2023-IP1,3, 3.2.3	Verne HEETRA	jakeluvelvoitetta alennettu PM Orpon hallitusohjelman mukaisesti vuosina 2024–2027, jakeluvelvoitteen täyttämättä jättämisen seuraamusmaksun keventämisen vuoksi alennettukaan jakeluvelvoite ei toteudu
VER-IP, 4.3	Verne HEETRA	jakeluvelvoitetta alennettu PM Orpon hallitusohjelman mukaisesti vuosina 2024–2027, julkisesti ladattu liikennesähkö sisällytetty täyttämään jakeluvelvoitetta, polttoaineen jakelijoiden päästökauppa vuodesta 2027 alkaen
WAM-IP, 4.3	Verne HEETRA	nopea sähköistyminen, julkisesti ladattu liikennesähkö sisällytetty täyttämään jakeluvelvoitetta, jakeluvelvoitetta nostettu liikennesähkön määrää vastaavasti, polttoaineen jakelijoiden päästökauppa vuodesta 2027 alkaen
WEM-2023-IP37, liite 4	Verne HEETRA	jakeluvelvoitetta nostetaan tasolle 37 % vuoteen 2030 mennessä (liikennesähkö ei sisälly)
WEM-2023-IP40, liite 4	Verne HEETRA	jakeluvelvoitetta nostetaan tasolle 40 % vuoteen 2030 mennessä (liikennesähkö ei sisälly)
WEM-2023-IP1sähkö, liite 4	Verne HEETRA	jakeluvelvoitetta alennettu PM Orpon hallitusohjelman mukaisesti vuosina 2024–2027 (liikennesähkö ei sisälly), nopea sähköistyminen
WEM-2023-IP37sähkö, liite 4	Verne HEETRA	jakeluvelvoitetta nostetaan tasolle 37 % vuoteen 2030 mennessä (liikennesähkö ei sisälly), nopea sähköistyminen

WEM-2023-IP40 sähkö, liite 4	Verne HEETRA	jakeluvelvoitetta nostetaan tasolle 40 % vuoteen 2030 mennessä (liikennesähkö ei sisälly), nopea sähköistyminen

2.2 TIELIIKENTEEN KASVIHUONEKAASUPÄÄSTÖJEN JA TOIMENPITEIDEN TALOUSVAIKUTUSTEN ARVIOINTI

Työssä tehtyjen tieliikenteen skenaarioiden suorat kasvihuonekaasupäästöt arvioitiin Liikenteen tutkimuskeskus Vernen rakentamalla HEETRA-mallilla (Liimatainen ym. 2023). Vernen HEETRA-malli sisältää samat arviointitekijät kuin liikenne- ja viestintäviraston (Traficom) tieliikenteen skenaarioiden (Koljonen ym. 2024; Lauhkonen ja Markkanen ym. 2023) laadinnassa käytetty VTT:n ELIISA-malli (Markkanen ym. 2023). Ne kuvaavat olemassa olevien ja uusien autojen määrät autotyypeittäin eri vuosina, ja ajosuoritetietojen perusteella pystytään edelleen arviomaan eri käyttövoimien vuosittaiset energiamäärät ja kasvihuonekaasupäästöt tieliikenteessä. Vernen HEETRA-mallin pohjana käyttämä SALAMA-autokantamalli (Viri ym. 2021) poikkeaa henkilöautojen osalta toimintalogiikaltaan VTT:n tieliikennemallista ja Ilmastopaneelin ilman epäpuhtauksien arvioinneissa käytetystä autokantamallista (ks. luku 2.4). HEETRA-mallin tuottamat tulokset on skaalattu vertailukelpoisiksi. Olennaista on, että malleihin on syötettävissä vertailukelpoiset lähtötiedot ajoneuvokannan kehityksestä.

Vernen HEETRA-mallilla tuotettujen skenaarioiden toimenpiteiden kasvihuonekaasupäästöt on arvioitu osittain autokantamallin tietoja muuttamalla (kuten jakeluvelvoitteen muutokset biopolttoaineiden käytössä) tai käyttämällä mallin sisällä olevia tietolähteitä ja joustoarvioita toimenpiteiden vaikutuksista autokannan muuttumiseen. Mallilla on tuotettu eri skenaariotarkasteluissa tieliikenteen hiilidioksidipäästöt ja kasvihuonekaasupäästöjen hiilidioksidiekvivalenttipäästöt vuosille 2023–2030.

Talousvaikutusten perusarviointi on tehty HEETRA-mallilla (Liimatainen ym. 2023). Eri toimenpidekokonaisuuksista koostuvien skenaarioiden talousvaikutukset on arvioitu vuosille 2023–2030. Näihin kokonaiskustannuksiin on laskettu mukaan kaikki kotitaloudelle tai kuljetusyrittäjälle auton omistuksesta ja käytöstä aiheutuvat kustannukset, kuten auton hankintahinnasta ja iästä riippuva arvonalenema, energiakustannukset sekä vakuutus- ja huoltokustannukset. Vastaavasti verokustannukset, tai yhteiskuntatalouden näkökulmasta verotulot, on laskettu vuosille 2023–2030 ja ne sisältävät ajoneuvo-, energia- ja arvonlisäverot. Kotitalouksille on laskettu myös muiden liikennemuotojen kuin henkilöautojen käytöstä aiheutuvat kotimaan liikenteen kustannukset. Kustannuserittelyt vuodelle 2023 ja vuodelle 2030 WER-IP- ja WAM-IP-skenaarioiden osalta on esitetty liitteessä 1. Talousvaikutuksia on arvioitu myös kotitalouksien osalta tuloluokittain (luku 4.5).

2.3 TIELIIKENTEEN EPÄSUORIEN KASVIHUONEKAASUPÄÄSTÖJEN ARVIOINTI

Työssä on arvioitu VER-IP- ja WAM-IP-skenaarioiden kaltaisten skenaarioiden suorien kasvihuonekaasupäästöjen lisäksi tieliikenteen aiheuttamat epäsuorat (tai välilliset) kasvihuonekaasupäästöt tieliikennesektorin ulkopuolella. Yhdessä ne muodostavat tieliikenteen elinkaariset päästöt.

Epäsuoria päästöjä aiheuttavat polttoaineiden ja ajoneuvojen valmistus, sähköntuotanto ja ajoneuvojen huolto. Nämä vaikutukset on arvioitu elinkaarivaikutuksina. Esimerkiksi polttoaineiden valmistuksessa on mukana raaka-aineiden hankinta, kuljetukset ja raaka-aineiden prosessointi energiapanoksineen. Epäsuoriin päästöihin on arvioitu myös biopolttoaineiden raaka-aineiden hankinnan aiheuttamat epäsuorien maankäyttövaikutusten ns. ILUC-päästöt. Niiden arviointiin liittyy kuitenkin suuria

epävarmuuksia jo siitä syystä, ettei Suomessa käytettävän biopolttoaineen valmistuksessa käytettyjen raaka-aineiden kokonaismääristä ja osuuksista ole saatavilla julkista tietoa.

Tieliikenteen kasvihuonekaasupäästöjen autokantamalli, jossa on mukana eri skenaarioiden kulloinenkin ajoneuvokanta ja eri käyttövoimien suoritteet, muodostaa perustan myös epäsuorien päästöjen arvioinnille. Näille eri käyttövoimatyyppien energialähteille on arvioitu kirjallisuustietojen perusteella elinkaariset päästökertoimet (raaka-aineiden hankinnasta energian loppukäyttöön), ja kertomalla niillä vastaavien energialähteiden määrätiedot saadaan energiankulutuksen päästöarviot.

Sähkönkäytön päästökerroin laskettiin ottamalla huomioon sähköntuotannossa tapahtuvien päästöjen lisäksi siinä käytettävien polttoaineiden raaka-aineiden hankinnan ja valmistuksen päästöt. Lisäksi latauksen ja verkon sähköhäviöt on otettu huomioon laskelmissa. Myös ajoneuvojen valmistuksen elinkaaripäästöt (sisältäen raaka-aineiden hankinnan, auton eri osien valmistuksen ja kokoamisen sekä huollon päästöt) on arvioitu.

Edellä mainittujen tietojen perusteella on tehty arvio tieliikenteen aiheuttamista välillisistä kasvihuonekaasupäästöistä kahdessa skenaariossa. VER-IP:n kaltainen vertailuskenaario perustuu WEM-2023-skenaarion tietoihin siten, että päästökehitys on muutettu vastaamaan PM Orpon hallituksen esittämiä jakeluvelvoitemuutoksia. WAM-IP:n kaltainen skenaario taas perustuu WEM-2024-skenaarion tietoihin siten, että siinä on otettu huomioon jakeluvelvoite Ilmastopaneelin politiikkaskenaarion (WAM-IP) mukaisesti. WEM-2023 ja WEM-2024–skenaarioiden käyttö perustuu siihen, että niiden kautta on löytynyt sopivat lähtötiedot tieliikenteen ulkopuolisten päästöjen arviointiin.

Välilliset kasvihuonekaasupäästöt eivät ole mukana taakanjakosektorin liikenteen päästöarvioissa. Työssä on tehty myös karkea arvio siitä, miten tieliikenteen välilliset kasvihuonekaasupäästöt aiheutuvat kotimaassa ja sen ulkopuolella. Tieliikennesektorin ulkopuolella aiheutuvien, välillisten päästöjen arviointiperusteet on esitetty liitteessä 3.

2.4 TIELIIKENTEEN AIHEUTTAMIEN ILMAN EPÄPUHTAUKSIEN TERVEYSVAIKUTUSTEN ARVIOINTI

Terveysvaikutusten arvioinnissa käytetyn Ilmastopaneelin autokantamallin (liite 2) lähtötietoina käytettiin LVM:n fossiilittoman liikenteen tiekartan (LVM 2021) perusskenaarion (WEM-LVM 2021) ja politiikkaskenaarion (WAM-LVM 2021) tietoja, joita on käytetty myös KAISUn pohjana (YM 2022). Autonkantamalliin liitettiin myös WEM-2024-skenaarion lähtötiedot, jolloin pystyttiin arvioimaan myös sitä vastaavat typen oksidien (NO_X), pienhiukkasten ($PM_{2.5}$) ja katupölyn päästöt ($PM_{2.5}$). Typen oksidipäästöjen perusteella arvioitiin typpidioksidien (NO_2) pitoisuudet, joilla on merkitystä terveyshaittojen aiheuttajana.

Tieliikennemallilla ilman epäpuhtauksien arvioinnissa eri ajoneuvojen tyyppeihin ja ikätietoihin liitettiin NO_X- ja $PM_{2.5}$-ominaispäästötiedot sekä polttoaineiden kulutustiedot. Lopulliset päästötiedot saatiin liittämällä niihin myös kunkin vuoden ajoneuvosuoritteet eri skenaarioissa. Katupölypäästöt arvioitiin liikennesuoritteiden perusteella, jolloin ajoneuvojen käyttövoimaerot eivät vaikuttaneet lopputulokseen.

Pienhiukkasten ($PM_{2.5}$) ja katupölyn sekä NO_2 -päästöjen terveysvaikutukset arvioitiin liitteessä 5 esitetyllä menetelmällä vertaamalla skenaarioiden WEM-LVM 2021 ja WAM-LVM 2021 tuloksia toisiinsa. Terveysvaikutukset arvioitiin menetettyinä elinvuosina (YLL) ja vuotuisina kuolemantapauksina. Ilmastopaneelin skenaarioille (VER-IP ja WAM-IP) ei tehty erikseen terveysvaikutuslaskentaa, vaan näiden skenaarioiden välinen terveysvaikutusero arvioitiin LVM 2021 -skenaarioiden ja WAM-IP-skenaarion päästötietojen perusteella.

3. TIELIIKENTEEN PERUSENNUSTEET JA NIIHIN LIITTYVÄT MUUTOKSET VAIKUTUKSINEEN

3.1 AJONEUVOKANTA- JA PÄÄSTÖENNUSTEEN PÄIVITYKSET

Traficom julkaisi tieliikenteen ajoneuvokanta- ja päästöennusteen (WEM-2023) loppuvuodesta 2023 (Lauhkonen ja Markkanen 2023). Perusennustetta päivitettiin uudestaan jo vuoden 2024 alussa PEIKKO-hankkeen yhteydessä (Koljonen ym. 2024). Tästä vuoden 2024 perusennusteesta käytetään lyhennettä WEM-2024. Kumpaankin perusennusteeseen on sisällytetty seuraavat toimenpiteet:

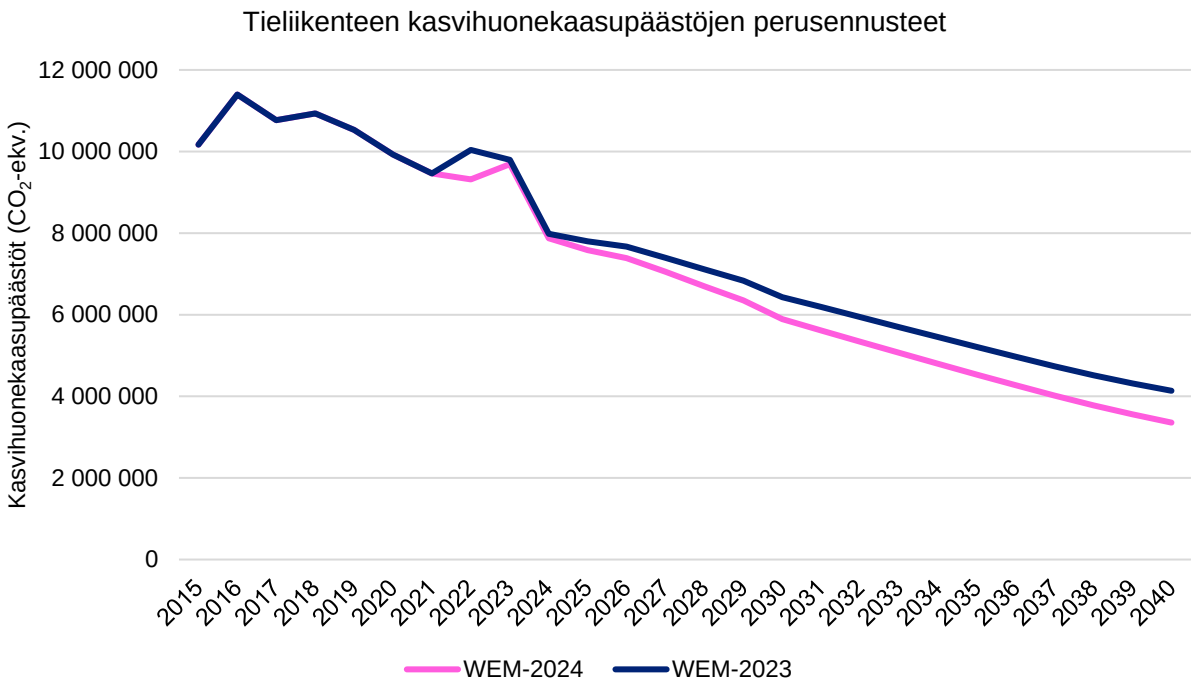
- laki uusiutuvien polttoaineiden käytön edistämisestä liikenteessä (13.4.2007/446),
- biokaasu ja sähköpolttoaineet sisällytetty jakeluvelvoitteeseen,
- hankintatuki täyssähköisille henkilöautoille,
- hankintatuki sähkö- ja kaasukäyttöisille pakettiautoille,
- hankintatuki sähkö- ja kaasukäyttöisille kuorma-autoille,
- uusien henkilö- ja pakettiautojen CO_2-raja-arvot (EU 2023/851) ja vaihtoehtoisten polttoaineiden jakeluinfrastruktuuridirektiivi AFIR (EU 2023/1804),
- etätyö,
- HCT-kuljetukset ja logistiikan digitalisaatio,
- kaupunkiseutujen liikennejärjestelmäsuunnitelmat,
- kävelyn ja pyöräilyn edistämisohjelma.

PEIKKO-hankkeen yhteydessä 2024 tehtyyn perusennusteen päivitykseen on lisätty vielä kaksi toimenpidettä:

- EU:n polttoaineen jakelijoiden päästökauppa (ETS2, vuodesta 2027 alkaen),
- uusien kuorma- ja linja-autojen ehdotetut CO_2-raja-arvot (COM(2023) 88 final).

Toimenpidekohtaiset kuvaukset sekä vaikutusarviot kasvihuonekaasupäästövähennyksistä on esitetty syksyllä 2022 valmistuneen WEM-2023-projektin muistiossa (Markkanen 2022).

Kuten johdannossa todettiin, tieliikenteen osalta kasvihuonekaasupäästötavoite vuodelle 2030 on noin 5,90 Mt CO_2-ekv. Perusennusteiden (WEM-2023 ja WEM-2024) mukaan tieliikenteen päästöt kehittyvät kuvan 1 mukaisesti.



Kuva 1: Tieliikenteen kasvihuonekaasupäästöjen kehittyminen perusennusteiden WEM-2023 (Lauhkonen ja Markkanen 2023) ja WEM-2024 (Koljonen ym. 2024) mukaan.

WEM-2023-skenaarion mukaan tieliikenteen kasvihuonekaasupäästöt ovat 6,43 Mt CO_2-ekv. vuonna 2030, jolloin tieliikenteen tavoitteiden saavuttamiseksi uusia päästövähennystoimenpiteitä pitäisi saada tieliikenteessä aikaan 0,53 Mt CO_2-ekv. edestä vuoteen 2030 mennessä. Uuden WEM-2024-perusennusteen mukaan tieliikenteen kasvihuonekaasupäästöt ovat 5,89 Mt CO_2-ekv. vuonna 2030 eli tieliikenteen päästötavoite käytännössä saavutettaisiin. WEM-2024-perusennusteessa on kuitenkin muutamia epävarmuutta aiheuttavia oletuksia:

- PM Orpon hallitusohjelman (Valtioneuvosto 2023) mukaisia kevennyksiä jakeluvelvoitteeseen 2024–2027 ja sen seurauksia polttoaineiden hintojen ja autokannan kehitykseen ei ole otettu huomioon.
- EU:n polttoaineen jakelijoiden päästökaupan vaikutuksista eri käyttövoimien houkuttelevuuteen ei ole tarkkaa tietoa, sillä päästöoikeuden hinnan kehitystä ei pystytä vielä tarkasti ennustamaan.
- Täyssähköautojen osuuden ensirekisteröinneistä on arvioitu olevan 42 % vuonna 2024, mutta tammi-kesäkuussa 2024 osuus oli vain 27 % (Autoalan tiedotuskeskus 2024).
- Henkilöautojen ensirekisteröintimäärät kasvavat erittäin nopeasti 98 000 autosta 125 000 autoon vuosina 2028–2030. Suomessa on viimeksi ensirekisteröity yli 125 000 henkilöautoa vuonna 2011 ja yli 115 000 henkilöautoa vuosina 2016–2018 (Autoalan tiedotuskeskus 2024).

WEM-2024 eroaa WEM-2023-skenaariosta siinä, että siihen on sisällytetty viime vuosien aikaisempia arviointeja nopeampi tieliikenteen sähköistymiskehitys. Esimerkiksi henkilöautokannassa on ennakoitu olevan 638 000 täyssähköautoa vuonna 2030, kun WEM-2023-skenaariossa niitä arvioitiin olevan 480 000 vuonna 2030. Tämän seurauksena WEM-2024-skenaarion päästöt ovat WEM-2023-skenaarioon nähden 0,1 Mt CO_2-ekv. pienemmät vuonna 2024 ja 0,5 Mt CO_2-ekv. pienemmät vuonna 2030 (kuva 1). Kuten edellä on todettu, täyssähköautojen osuus ensirekisteröinneistä on jäänyt tammi-kesäkuussa

2024 alhaisemmaksi kuin WEM-2024-skenaariossa on arvioitu vuodelle 2024. Täyssähköautojen ja ladattavien hybridien osuus maahantuoduista autoista on kuitenkin samaan aikaan kasvanut. WEM-2024-skenaariossa on ennakoitu, että polttoaineen jakelijoiden päästökauppa (ETS2) jouduttaa osaltaan tieliikenteen sähköistymistä vuosikymmenen loppupuolella.

WEM-2023- ja WEM-2024-skenaariot eroavat toisistaan myös ajoneuvosuoritteiden perusteella. Vuonna 2030 WEM-2024-skenaariossa liikennesuoritteen on ennakoitu olevan 0,9 miljardia kilometriä pienempi kuin WEM-2023-skenaariossa, mikä johtuu suurilta osin skenaarion lähtötietona käytetyn kansallisen suorite-ennusteen päivityksestä ja siinä tapahtuneista muutoksista (Moilanen ym. 2022). Vertailun vuoksi, vuosittainen liikennesuorite vuonna 2023 oli 47,8 miljardia kilometriä. Se oli viisi prosenttia pienempi kuin vuonna 2019 ennen koronapandemiaa, joka näyttää muuttaneen liikkumistottumuksia pysyvästi (Tilastokeskus 2024a; Traficom 2024).

PM Orpon hallitus päätti kehysriihessään huhtikuussa 2024 polttoaineen jakelijoiden päästökaupan aloittamisesta Suomessa 2027 alkaen. Se päätti samalla päästökaupan aiheuttaman kustannuspaineen kompensoimisesta kuljetusyrityksille ammattidieselin käyttöönoton kautta (Valtioneuvosto 2024). Ammattidiesel ei ole mukana WEM-2024-skenaariossa. PM Orpon hallitusohjelman (Valtioneuvosto 2023) mukainen jakeluvelvoitteen lasku vuosina 2025–2027 ja siihen liittyvät muut esitykset eivät myöskään ole mukana WEM-2024-skenaariossa. WEM-2024-skenaariossa arvioitu tieliikenteen sähköistymiskehitys on siten optimistinen, joten tässä raportissa käytetään kumpaakin perusskenaariota (WEM-2023 ja WEM-2024) hahmottamaan hallituksen päätösten vaikutuksia päästöihin. Näin muodostetaan myös parempi valmius arvioida lisätoimia, jos tieliikenteen sähköistyminen ei etene toivotulla tavalla (luku 4).

3.2 PÄÄMINISTERI ORPON HALLITUKSEN PÄÄTÖSTEN TALOUS- JA PÄÄSTÖVAIKUTUKSET TIELIIKENTEESSÄ

PM Orpon hallitusohjelmassa (Valtioneuvosto 2023) on esitetty linjauksia, jotka vaikuttavat liikenteen päästövähennystavoitteiden saavuttamiseen. Näitä ovat WEM-2023- ja WEM-2024-skenaarioihin nähden:

1. Jakeluvelvoitteen alentaminen
    - Muutos, joka koskee vain vuotta 2024, on astunut voimaan 1.1.2024. Vuosia 2025–2027 koskeva muutos on lausunnoilla kesällä 2024.
    - Jakeluvelvoite pysyy nykyisessä 13,5 %:ssa vuonna 2024 ja sitä nostetaan asteittain siten, että vuonna 2025 taso on 16,5 %, vuonna 2026 19,5 % ja vuonna 2027 22,5 %. (WEM-skenaarioissa velvoitetasot ovat 28 % v. 2024, 29 % v. 2025, 29 % v. 2026, 30 % v. 2027, 31 % v. 2028, 32 % v. 2029 ja 34 % v. 2030)
2. Liikennesähkön sisällyttäminen jakeluvelvoitteeseen
    - Julkisten latauspisteiden uusiutuva liikennesähkö sisällytetään osaksi jakeluvelvoitetta.
3. Jakeluvelvoitteen täyttämättä jättämisen seuraamusmaksutasojen alentaminen
    - Täyttämättä jättämisen seuraamusmaksutaso uusiutuvan polttoaineen jakelusta vastaaville toimittajille alenee vuosina 2025–2027. Jakelijat voivat jättää sekoittamatta lain mukaisen osuuden uusiutuvaa polttoainetta jaettavaan liikennepolttoaineeseen ja maksaa sen sijaan seuraamusmaksun, joka on pienempi kuin uusiutuvan polttoaineen kustannus olisi.
4. Jakeluvelvoitteen joustomekanismi
    - Jakeluvelvoitteen joustomekanismin puitteissa jakelija voisi täyttää jakeluvelvoitetta rahoittamalla Suomessa toteutettavia vaihtoehtoisia päästövähennystoimia ensisijaisesti

taakanjakosektorilla (maks. 5,5 %), mutta mahdollisesti myös maankäyttösektorilla (maks. 1 %) (TEM 2024).

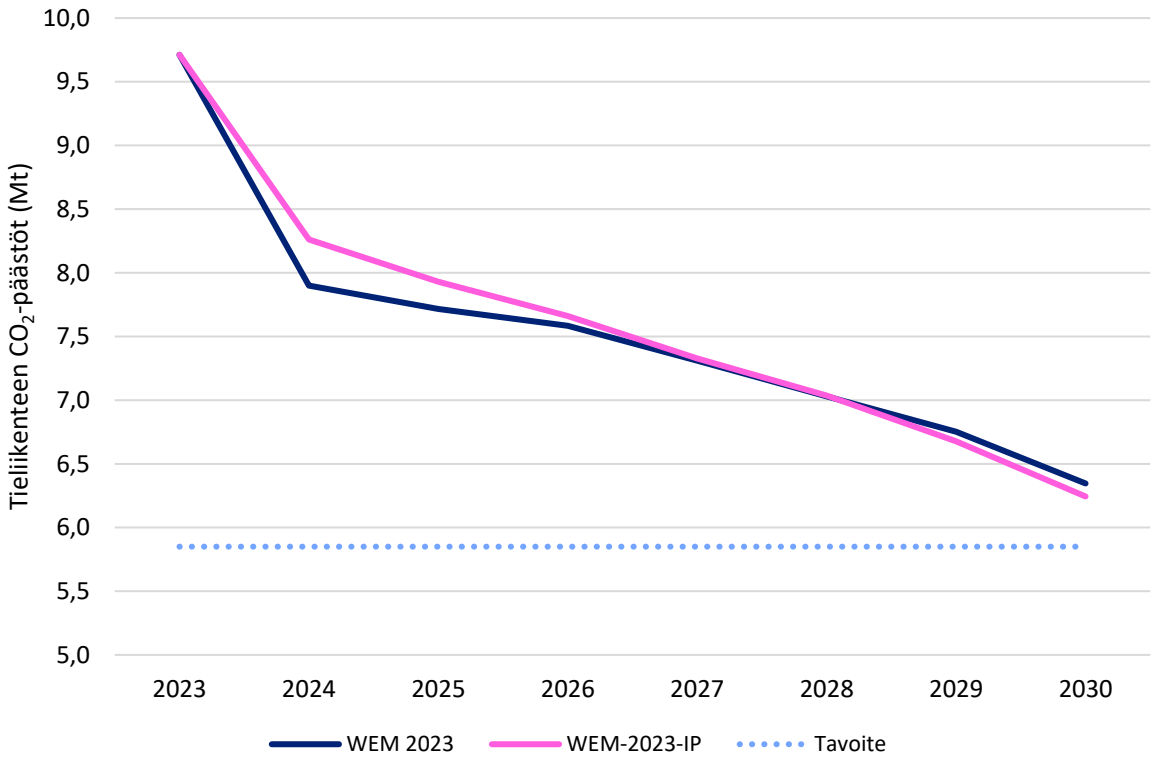
5. Lisävelvoitteen alentaminen ja vähimmäisosuusvelvoitteen kasvattaminen jakeluvelvoitteessa
    - Lisävelvoitteessa uusiutuvan energian RED-direktiivin IX-liitteen A-osassa tarkoitetuista raaka-aineista tuotettujen tai valmistettujen biopolttoaineiden tai biokaasujen, tai muuta kuin biologista alkuperää olevien uusiutuvien polttoaineiden, yhteenlaskettua osuutta liikennealalle toimitetusta energiasta vähennetään vuosina 2026–2027 aiemmasta kuudesta prosentista neljään prosenttiin (TEM 2024).
    - Vähimmäisosuusvelvoitteessa ns. RFNBO-polttoaineiden, eli synteettisten, muuta kuin biologista alkuperää olevien liikennepolttoaineiden, osuutta liikennealalle toimitetusta energiasta kasvatetaan vuosina 2028 ja 2029 puoleentoista prosenttiin (aikaisemmin 0 %) ja neljään prosenttiin vuonna 2030 (RED III -direktiivin mukainen minimitaso 1 % v. 2030) (TEM 2024).
    - Vuoden 2030 RFNBO:n neljän prosentin vähimmäisosuusvelvoitteesta yksi prosentti voidaan hoitaa välituotevedyllä, josta tehdään liikennepolttoainetta. Vuosina 2028 ja 2029 vastaavat välituotevedyn korvausmäärän maksimit ovat 0,5 % (TEM 2024).
6. Polttoaineveron alentaminen
    - Lain muutossäädös 21.12.2023/1224 astui voimaan 1.1.2024.
    - Jakeluvelvoitteen noston vaikutus polttoaineiden hintaan vuosina 2025–2027 kompensoidaan alentamalla polttoaineiden verotusta, mahdollisuuksien mukaan painottaen uusiutuvan jakeen veron keventämistä.
7. Ajoneuvoveron alentaminen
    - Lain muutossäädös 21.12.2023/1223 astui voimaan 1.1.2024.
    - Hallitusohjelman mukaan suuripäästöisimpien autojen ajoneuvoveron perusveroa kevennetään 50 miljoonalla eurolla.
8. Matkakuluvähennyksen omavastuun nostaminen
    - Matkakuluvähennyksen omavastuu nostetaan asteittain 900 euroon.
9. Joukkoliikenteen ilmastoperusteisen valtionavustuksen (18 M€/v.) poistaminen
10. Kävelyn ja pyöräilyn edistämisohjelman rahoituksen (3,5 M€/v.) alentaminen
11. Vinjettimaksun käyttöön ottaminen raskaalle liikenteelle

Hallitusohjelmakirjausten lisäksi hallitus teki kevään 2024 kehysriihessä päätöksiä, jotka vaikuttavat tieliikenteen päästöihin (Valtioneuvosto 2024):

12. Sähköautojen ajoneuvoveron nostaminen
13. Arvonlisäveron korotus – vaikutus tieliikenteen kustannuksiin
14. Ammattidieselin käyttöönotto kompensoimaan päästökaupan aiheuttamaa hintapainetta kuljetusyrityksille
15. Nollapäästöisten työsuhdeautojen verotuen jatkaminen

Edellä esitettyjen lisäksi hallitus on tehnyt päätöksen Suomen liittymisestä EU:n jakelijoiden päästökauppaan vuodesta 2027. (Valtioneuvosto 2024) Tämä on mukana WEM-2024-skenaariossa.

Edellä lueteltujen linjausten vaikutusten arvioimiseksi tässä työssä luotiin tieliikenteen vuosien 2023 (WEM-2023) ja 2024 (WEM-2024) perusskenaarioiden pohjalta uudet Ilmastopaneelin perusskenaariot (WEM-2023-IP ja WEM-2024-IP). Ilmastopaneelin WEM-skenaarioihin on jäljempänä liitetty edellä esitettyjen hallituksen linjausten numerot osoittamaan, mitä linjauksia on kulloinkin otettu huomioon Ilmastopaneelin WEM-skenaarioissa.



Kuva 2: Tieliikenteen CO_2-päästöjen kehitys vuoden 2023 perusskenaariossa VTT:n mallilla (WEM-2023) ja Vernen HEETRA-mallilla (WEM-2023-IP) laskettuna.

Kuten luvun 2 menetelmäkuvauksessa todettiin, Ilmastopaneelin tieliikenteen perusskenaarioiden kasvihuonekaasupäästöjen ja talousvaikutusten arvioinnit perustuvat tutkimuskeskus Vernen rakentamaan HEETRA-malliin, ellei muutoin ole mainittu. Kaikkiin malleihin liittyy kuitenkin erilaisia toiminnallisia ratkaisuja ja oletuksia. Tästä syystä HEETRA-malli ei tuota aivan samoja tuloksia VTT:n ja Ilmastopaneelin tieliikennemallien kasvihuonekaasupäästökehityksestä, vaikka mallien lähtötiedot olisivat samoja.

Kuvassa 2 on esitetty vuoden 2023 perusennusteen (WEM-2023) tieliikenteen hiilidioksidipäästöjen kehitys VTT:n ja Vernen malleilla laskettuna. Mallien lopputulokset eroavat hieman toisistaan. Tulos kertoo hyvin myös mallien tulosten epävarmuudesta, joka on otettava huomioon tulosten lopullisessa tulkinnassa.

3.2.1 Uusiutuvien polttoaineiden jakeluvelvoitteen alentaminen

Bensiinin joukkoon ei voi lisätä yli kymmenen prosentin tilavuusosuutta (7 % lämpöarvo-osuutta) etanolia. Tämän takia jakeluvelvoitteen alentaminen ja kasvattaminen kohdistuu käytännössä dieselin käyttöön. Hallitusohjelman linjausten vaikutusten laskemista varten muodostetuissa Ilmastopaneelin perusskenaarioissa (WEM-2023-IP ja WEM-2024-IP) pidetään bensiinin bio-osuus vakiona seitsemässä prosentissa ja liikennekäytössä olevan kaasun bio-osuus vakiona sadassa prosentissa. Liikennekaasussa biometaanin osuus on perusskenaarioissa sata prosenttia, joka on oletettava taso,

kun Venäjän hyökkäyssodan myötä biokaasusta on tullut fossiilista metaania halvempaa. Vuonna 2022 biometaanin osuus oli 98 % tieliikenteessä käytetystä metaanista (SVT 2023). Kaasun osuus liikenteen energiankulutuksesta on kuitenkin erittäin pieni. Siten laskennassa muutetaan vain dieselin bio-osuuksia taulukon 1 mukaisesti.

Uusiutuvien polttoaineiden jakeluvelvoitteen alentamisen vuoksi tieliikenteen hiilidioksidipäästöt ovat vuosina 2023–2030 kumulatiivisesti 3,79 Mt CO_2 suuremmat kuin WEM-2023-skenaarion mukaisilla tasoilla, kuten taulukosta 2 nähdään. Kaikkien kasvihuonekaasupäästöjen osalta kumulatiivinen ero on noin 3,85 Mt CO_2-ekv. Taulukosta 3 nähdään vastaavasti jakeluvelvoitteen kevennyksen päästövaikutukset vuoden 2024 perusskenaarioon (WEM-2024) verrattuna, jossa sähköistyminen on nopeampaa kuin WEM-2023-perusskenaariossa. WEM- ja WEM-IP-skenaarioiden jakeluvelvoitetasot ovat vuoden 2024 alussa voimaan tulleen jakeluvelvoitelain (446/2007) mukaiset eli tasot ennen PM Orpon hallituksen esittämiä muutoksia. Tässä työssä näihin jakeluvelvoitteen tasoihin viitataan ’nykylainsäädäntönä’.

PM Orpon hallitusohjelman mukaisella jakeluvelvoitteen alentamisella vuosina 2024–2027 ei ole juurikaan vaikutusta päätevuoden 2030 päästötavoitteen saavuttamiseen, sillä vuosina 2028–2030 jakeluvelvoite palautettaisiin aikaisemmin päätetylle uralle, jolloin se on 34 % vuonna 2030.

Vuoden 2023 perusskenaariossa tieliikenteen kokonaiskustannukset ovat jakeluvelvoitteen alennetuilla tasoilla (WEM-2023-IP1) vuosina 2023–2030 kumulatiivisesti 1,44 miljardia euroa (0,66 %) pienemmät kuin WEM-2023-IP-skenaarion mukaisilla tasoilla. Tämä johtuu siitä, että jakeluvelvoitteen alennuksen vaikutus dieselin pumppuhintoihin on noin 0,2 euroa/litra vuonna 2024 ja noin 0,10 euroa/litra vuonna 2027. Liikenteen verotulot ovat alennetuilla jakeluvelvoitetasoilla 520 miljoonaa euroa suuremmat WEM-2023-IP-skenaarion tasoihin verrattuna, koska fossiilisen dieselin valmistevero on uusiutuvaa dieseliä korkeampi. HEETRA-mallin ja VTT:n ELIISA-mallin eroista huolimatta taulukoiden 2 ja 3 tulokset osoittavat, kuinka suuri merkitys päästöihin jakeluvelvoitteen tasolla on. Vastaavaa noin 4 Mt:n päästövähenemää on käytännössä mahdotonta saada aikaan vaihtoehtoisilla toimenpiteillä, jotka ovat liikennesuoritteiden vähentäminen tai sähköautojen määrän kasvattaminen.

Alhaisemmat polttoainekustannukset vähentävät sähköautoon siirtymisen houkuttelevuutta, joten sähköautojen määrä on alennetun jakeluvelvoitteen mukaisilla tasoilla pienempi. Hallituksen esityksen mukaisilla jakeluvelvoitteen tasoilla (WEM-2023-IP1) täyssähköautoja on vuonna 2030 henkilöautokannassa 11 000 vähemmän kuin WEM-2023-IP-skenaarion eli nykylainsäädännön mukaisilla tasoilla (jossa siis 29 % v. 2025, 29 % v. 2026, 30 % v. 2027). Sähköautojen pienempi määrä vaikeuttaa myös vuoden 2030 jälkeisten päästövähennystavoitteiden saavuttamista. Myös alhaisemmat polttoainekustannukset voivat kasvattaa liikennesuoritteita.

Tavarakuljetusten osalta käytössä oleva laskentatyökalu ei laske vaikutuksia sähkökuorma-autojen yleistymiseen, mutta hyvin todennäköisesti jakeluvelvoitteen taso vaikuttaa myös siihen. Todennäköisesti jakeluvelvoitteen tasolla on vaikutuksia myös kuljetusmuotojakaumaan korkeamman jakeluvelvoitteen tehdessä raidekuljetuksista suhteellisesti tiekuljetuksia kannattavampia. Kuljetusmuotojakauman vaikutuksia ei ole tässä laskennassa otettu huomioon.

Taulukko 1: Dieselin bio-osuudet perusskenaarioiden laskennassa (WEM-2023/2024-IP1 = jakeluvelvoite muutettu hallitusohjelman mukaisesti vuosien WEM-2023/2024-skenaarioissa).

Skenaario	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
WEM-2023-IP1 ja WEM-2024-IP1	16 %	20 %	24,5 %	29 %	42 %	44 %	47 %
WEM-2023-IP ja WEM-2024-IP	38 %	39 %	39 %	41 %	42 %	44 %	47 %

Taulukko 2: Uusiutuvien polttoaineiden jakeluvelvoitteen alennuksen (WEM-2023-IP1) vaikutus tieliikenteen CO_2- ja kasvihuonekaasupäästöihin (KHK), kustannuksiin, verotuloihin ja sähköautojen määrään perusskenaarioon WEM-2023-IP verrattuna.*

Tunnuslukuja	Jakeluvelvoitteen alennus WEM-2023-IP1	WEM-2023-IP
CO_2-päästöt vuonna 2030 (Mt CO_2)	6,28	6,24
KHK-päästöt vuonna 2030 (Mt CO_2-ekv.)	6,38	6,32
CO_2-päästöt 2023–2030 (Mt CO_2)	64,64	60,85
KHK-päästöt 2023–2030 (Mt CO_2-ekv.)	65,54	61,70
Kustannukset vuonna 2030 (mrd. €)	27,18	27,16
Kustannukset 2023–2030 (mrd. €)	216,87	218,31
Verotulot vuonna 2030 (mrd. €)	5,61	5,63
Verotulot 2023–2030 (mrd. €)	50,86	50,34
Täyssähköhenkilöautojen määrä 2030 (kpl)	403 133	414 068

*Molemmat skenaariot laskettu Vernen HEETRA-mallilla.

Taulukko 3: Jakeluvelvoitteen alentamisen vaikutukset tieliikenteen CO_2- ja kasvihuonekaasupäästöihin (KHK) perusskenaariossa WEM-2024, jossa on mukana EU:n polttoaineen jakelijoiden päästökauppa (ETS2).

	Jakeluvelvoitteen alennus WEM-2024-IP1*	WEM-2024**
CO_2-päästöt vuonna 2030 (Mt CO_2)	5,62	5,80
KHK-päästöt vuonna 2030 (Mt CO_2-ekv.)	5,71	5,89
CO_2-päästöt 2023–2030 (Mt)	62,0	57,76
KHK-päästöt 2023–2030 (Mt CO2-ekv.)	62,96	58,57

*Laskettu Vernen HEETRA-mallilla. **Laskettu VTT:n ELIISA-mallilla.

3.2.2 Liikennesähkön sisällyttäminen jakeluvelvoitteeseen

EU:n uusiutuvan energian direktiivin (RED III) myötä jakeluvelvoitteeseen ollaan sisällyttämässä biopolttoaineiden lisäksi julkisista latausasemista ladattu uusiutuva sähkömäärä. Edelleen RED III -direktiivin sallimana ollaan esittämässä, että uusiutuvan sähkön energiamäärä sisällytetään jakeluvelvoitteeseen kolminkertaisena (TEM 2024). Jos PM Orpon hallitusohjelman (Valtioneuvosto 2023) mukaisesti julkisesti ladattu uusiutuva sähköenergia sisällytetään kolminkertaisena jakeluvelvoitteeseen ilman velvoitetason nostamista, se pienentää muiden jakeluvelvoitteeseen sisältyvien uusiutuvien polttoaineiden määrää, jolloin sen lisäämä päästövähenemä menetetään perusennusteisiin verrattuna.

AFRY on selvittänyt liikennesähkön sisällyttämistä jakeluvelvoitteeseen ja sen päästövaikutuksia (Sipilä ym. 2023). Selvityksen mukaan liikennesähkön sisällyttäminen jakeluvelvoitteeseen ilman velvoitetason nostamista tarkoittaisi vuonna 2030 noin 0,5 Mt CO_2-ekv. päästöjen kasvua verrattuna vuoden 2023 perusennusteeseen (WEM-2023), jossa käytetyn liikennesähkön määrän vuonna on arvioitu olevan 3 395 GWh. Vuoden 2024 perusennusteessa (WEM-2024) liikenteessä käytetyn sähkön on arvioitu olevan 3 711 GWh.

Julkisilla latauspisteillä ladatun sähkön osuutta on vaikea arvioida tarkasti, mutta tässä käytetään AFRYn (Sipilä & Lottonen 2024) arviota, että julkisilla latauspisteillä ladataan 18 % liikennesähköstä, ja uusiutuvan sähkön osuus on 51–58 % julkisesti ladatusta liikennesähköstä. Vuonna 2024 uusiutuvan sähkön osuuden oletetaan olevan 51 %, josta se kasvaa 58 %:iin vuoteen 2030 mennessä. Jakeluvelvoitteeseen sisällytettävän julkisesti ladatun uusiutuvan liikennesähkön energiasisältö on otettu huomioon laskelmissa kolminkertaisena hallituksen esityksen mukaisesti. Liikennesähkön mukaanotto vähentää laskelmiin sisällytettävän sähkön energiamäärän verran biopolttoaineiden määrää, mutta se muuttaa laskelmassa jälleen käytännössä vain uusiutuvan dieselin bio-osuutta, koska bensiinin ja kaasun osalta osuuksia ei voi muuttaa. Taulukosta 4 nähdään, että liikennesähkön sisällyttäminen jakeluvelvoitteeseen pienentää dieselin bio-osuutta 2,5 prosenttiyksikköä vuonna 2025 ja 4,5 prosenttiyksikköä vuonna 2030.

Dieselin bio-osuuden pienentymisen myötä tieliikenteen päästöt kasvavat suoraan, mutta myös epäsuorasti, koska dieselin hinta alenee noin 0,03 euroa/litra vuonna 2030. Dieselin hinnan alentuminen vähentää kannusteita pienentää liikennesuoritetta, parantaa autojen energiatehokkuutta ja siirtyä sähköautojen käyttöön, erityisesti kuorma-autoliikenteessä.

WEM-2023-IP1,2–skenaariossa tieliikenteen vuoden 2030 päästöt ovat 0,24 Mt CO_2-ekv. suuremmat kuin WEM-2023-IP1-skenaariossa. Kumulatiiviset päästölisäykset vuosina 2025–2030 olisivat WEM-2023-IP1,2-skenaariossa 1,1 Mt CO_2-ekv. suuremmat kuin WEM-2023-IP1-skenaariossa.

Taulukko 4: Dieselin bio-osuudet WEM-2023-skenaarion muunnoksissa (WEM-2023-IP1 = jakeluvelvoite muutettu hallitusohjelman mukaisesti, WEM-2023-IP1,2 = jakeluvelvoite muutettu hallitusohjelman mukaisesti ja siihen on sisällytetty julkisissa latausasemissa käytetty sähkömäärä).

Skenaario	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
WEM-2023-IP1	16 %	20 %	24,5 %	29 %	42 %	44 %	47 %
WEM-2023-IP1,2 (liikennesähkö)	16 %	17,5 %	22 %	26 %	38,5 %	40 %	42,5 %

3.2.3 Jakeluvelvoitteen täyttämättä jättämisen seuraamusmaksutasojen keventäminen

Hallituksen esitysluonnoksen (TEM 2024) mukainen jakeluvelvoitteen täyttämättä jättämisen seuraamusmaksutasojen huomattava porrastus/keventäminen vuosina 2025–2027 merkitsisi päästöjen mahdollista merkittävää lisääntymistä, jos jakelijat jättävät osan biopolttoaineista lisäämättä jaeltavaan dieseliin.

AFRY (Sipilä & Lottonen 2024) on arvioinut, että seuraamusmaksutasojen merkittävä keventäminen 18 %:iin uusiutuvan osuuden kohdalla tarkoittaisi sitä, että liikenteeseen ei välttämättä jatkossa jaeltaisi uusiutuvia polttoaineita yli 18 %, vaikka laki näin vaatisi. Jakelijalle halvempi vaihtoehto olisi seuraamusmaksujen maksaminen, jolloin päästöt kasvaisivat kumulatiivisesti noin 4 Mt vuosina 2025–2027 nykylainsäädännön mukaiseen jakeluvelvoitteeseen verrattuna. (AFRY 2024)

HEETRA-mallilla tehtävässä laskennassa jakeluvelvoitteen jäädyttäminen muuttaa jälleen vain uusiutuvan dieselin bio-osuutta, koska bensiinin ja kaasun osalta osuuksia ei voi muuttaa, jäädyttäen dieselin bio-osuuden 20 % tasolle. Taulukosta 5 nähdään, että seuraamusmaksujen keventäminen pienentää dieselin bio-osuutta 9 prosenttiyksikköä vuonna 2027 verrattuna skenaarioon WEM-2023-IP1.

Seuraamusmaksutasojen keventäminen kasvattaisi vuoden 2030 päästöjä WEM-2023-IP1-skenaarioon nähden 0,03 Mt CO_2-ekv. ja kumulatiivisesti 1,0 Mt CO_2-ekv. vuosina 2025–2027. Dieselin bio-osuuden alentumisen myötä liikenteen päästöt kasvavat suoraan, mutta myös epäsuorasti, koska dieselin hinta alenee noin 0,07 euroa/litra vuonna 2027. Kuten edellä on todettu, dieselin hinnan alentaminen vähentää kannusteita pienentää liikennesuoritetta, parantaa autojen energiatehokkuutta ja siirtyä sähköautojen käyttöön. Tämän myötä sähköautoja olisi WEM-2023-IP1,3-skenaariossa henkilöautokannassa jopa 14 000 kappaletta vähemmän kuin WEM-2023-IP1-skenaariossa.

Hallituksen esityksessä (TEM 2024) lähtökohtana on, että seuraamusmaksut käytettäisiin ilmastotoimiin. Näillä rahoilla saatavien ilmastotoimien vaikuttavuudesta ja lisäisyydestä ei ole kuitenkaan takuita siten, että toimet kumoaisivat jakeluvelvoitteen alemmasta tasosta seuraavat päästölisäykset taakanjakosektorilla.

Edellä mainittujen skenaarioiden päätulokset on esitetty taulukossa 6. VTT:n ELIISA-mallilla tehdyn WEM-2024–skenaarion osalta ei ole tietoa talousvaikutuksista, mutta Vernen HEETRA-mallilla luoduista skenaarioista esitetään myös taloudelliset tunnusluvut.

Taulukosta 6 nähdään, että hallituksen kaavailemilla jakeluvelvoitteen ja seuraamusmaksujen alentamisella olisi yhdessä merkittävä haitallinen vaikutus liikenteen ja taakanjakosektorin päästöihin. Perusskenaarioon nähden (WEM-2023-IP) päästöt kasvaisivat kumulatiivisesti noin 4,9 Mt. Jakeluvelvoitteen ja seuraamusmaksujen alentamisella ei kuitenkaan saavutettaisi merkittäviä hyötyjä liikenteen kokonaiskustannusten alentamiseksi. Kumulatiiviset kustannukset 2023–2030 alenisivat enintään noin yhden prosentin, noin 1,9 miljardia euroa.

Jos korvaavaa päästövähennystä on mahdotonta löytää taakanjakosektorin muilta osa-alueilta ja Suomi joutuu ostamaan päästöyksiköitä ulkomailta, tämäkin kumulatiivisten kustannusten alenemisen hyöty voidaan menettää. Päästöyksiköiden hinnaksi valtiovarainministeriö (VM) (HE 53/2023) on arvioinut 30–300 euroa/tonni, joten WEM-2023-IP1,3-skenaariossa päästöyksiköitä jouduttaisiin hankkimaan 147–1 470 miljoonalla eurolla, eli jopa kumulatiivisten kustannushyötyjen kanssa samalla summalla. Valtiontalouden näkökulmasta tilanne on vielä huonompi, koska fossiilisen dieselin korkeamman verotuksen myötä verotulot kasvavat kumulatiivisesti noin 540 miljoonalla eurolla, joka ei kuitenkaan riitä päästöyksiköiden hankkimiseen.

Taulukko 5: Dieselin bio-osuudet perus- ja seuraamusmaksuskenaarioiden laskennassa (WEM-2023-IP1 = jakeluvelvoite muutettu hallitusohjelman mukaisesti, WEM-2023-IP1,3 = jakeluvelvoite muutettu hallitusohjelman mukaisesti ja jakeluvelvoitteen seuraamusmaksun keventäminen otettu käyttöön).

Skenaario	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
WEM-2023-IP1	16 %	20 %	24,5 %	29 %	42 %	44 %	47 %
WEM-2023-IP1,3 (seuraamusmaksut)	16 %	20 %	20 %	20 %	42 %	44 %	47 %

Taulukko 6: Jakeluvelvoitteen täyttämättä jättämisen seuraamusmaksujen keventämisen vaikutukset muihin skenaarioihin verrattuna.

	WEM-2023-IP	WEM-2024 (VTT)	Jakelu-velvoitteen alentaminen (WEM-2023-IP1)	Jakelu-velvoitteen alentaminen + liikennesähkö velvoitteeseen (WEM-2023-IP1,2)	Jakelu-velvoitteen alentaminen + seuraamusmak-sujen keventäminen (WEM-2023-IP1,3)
CO_2-päästöt v. 2030 (Mt)	6,24	5,80	6,28	6,52	6,31
KHK-päästöt v. 2030 (Mt)	6,32	5,89	6,38	6,62	6,41
CO_2-päästöt 2023–2030 (Mt)	60,85	57,76	64,64	65,74	65,58
KHK-päästöt 2023–2030 (Mt)	61,70	58,57	65,64	66,76	66,60
Kustannukset v. 2030 (mrd. €)	27,16		27,18	27,09	27,18
Kustannukset 2023–2030 (mrd. €)	218,31	n. 218	216,87	216,54	216,39
Verotulot v. 2030 (mrd. €)	5,63		5,61	5,69	5,63
Verotulot 2023–2030 (mrd. €)	50,34	n. 50	50,86	51,01	50,87
Täyssähköhenkilöautojen määrä v. 2030 (kpl) ja osuus henkilöautokannasta	414 068, 16,8 %	626 711, 21,7 %	403 133, 16,4 %	397 305, 16,2 %	389 215, 15,2 %
Dieselin hinta v. 2030 (€/l)	2,03		2,03	2,00	2,03
Henkilöautoilun kustannukset v. 2030 (snt/km)	39,96		40,03	39,92	40,03

3.2.4 Muiden linjausten vaikutukset

Edellisten toimenpiteiden (luvut 3.2.1–3.2.3) lisäksi PM Orpon hallitusohjelma (Valtioneuvosto 2023) sisältää muitakin luvussa 3.2 lueteltuja linjauksia, jotka vaikeuttavat tieliikenteen ja koko taakanjakosektorin päästövähennystavoitteiden saavuttamista.

4) Jakeluvelvoitteen joustomekanismi

PM Orpon hallitus lupaa kompensoida jakeluvelvoitteen portaittaiset vaikutukset polttoaineiden pumppuhintoihin jakeluvelvoitteen joustomekanismin käyttöönotolla. Jakeluvelvoitteen täyttämisestä vastaavat toimijat, kuten NEOT Group, Neste ja Teboil, voisivat jatkossa täyttää jakeluvelvoitteen rahoittamalla muita päästövähennyksiä (nykykäsityksen mukaan vain) ensisijaisesti taakanjakosektorilla, mutta mekanismi pyritään ulottamaan rajoitetusti myös maankäyttösektorin toimiin (TEM 2024).

Joustomekanismiin on sisällytetty kaksinkertainen päästövähenemävaatimus, eli jakeluvelvoitteen vähentämisestä aiheutuvaa yhtä päästöyksikköä hyvittämään tarvitaan kaksi yksikköä päästövähennystä muulla taakanjakosektorin osa-alueella tai maankäyttösektorilla. Ajatuksena on siis, että tämän mekanismin seurauksena tieliikenteen päästöt nousevat puolet vähemmän kuin päästöt vähenevät jakeluvelvoitteen joustomekanismin puitteissa muilla taakanjakosektorin tai maankäyttösektorin osa-alueilla. Jakelija voi täyttää jakeluvelvoitteesta Suomessa toteutetuilla vaihtoehtoisilla päästövähennystoimilla enintään 5,5 prosenttiyksikköä. Maankäyttösektorin päästövähennystoimilla voidaan täyttää tästä enimmäismäärästä enintään yhden prosenttiyksikön verran. TEM (2024).

Mekanismissa on systeemitason ongelma. Vaikka näennäisesti taakanjakosektorin päästöt jollakin muulla osa-alueella vähenevät, ne voivat olla seurausta toimista, jotka olisivat toteutuneet ilman joustomekanismiakin ja siten vähentyneet myös ilman sitä (ns. lisäisyyden vaatimus). Tämä johtuu siitä, että joustomekanismi kohdentuisi todennäköisesti kustannuksiltaan edullisimpiin toimiin. Tämän välttämiseksi päästövähennystoimilla saavutetun kasvihuonekaasupäästövähenemän tulee täyttää päästökompensaatioiden päästövähennysten edellytykset (TEM 2024), joista lisäisyyden vaatimus lienee haastavin taakanjakosektorilla. Maankäyttösektorin yhteydessä myös päästövähennysten pysyvyyskriteerin täyttäminen on ongelmallista. Kompensaatiovaatimuksen toteutumisen laajuus on jatkossa epäselvää, minkä takia tässä yhteydessä on mahdoton arvioida joustomekanismin vaikutusta päästövähennyksiin.

5) Lisävelvoitteen alentaminen ja vähimmäisosuusvelvoitteen kasvattaminen jakeluvelvoitteessa

Uusiutuvan energian RED-direktiivin IX-liitteen A-osassa tarkoitetuista raaka-aineista tuotettujen tai valmistettujen biopolttoaineiden tai biokaasujen, tai muuta kuin biologista alkuperää olevien uusiutuvien polttoaineiden yhteenlaskettua osuutta liikennealalle toimitetusta energiasta vähennetään vuosina 2026–2027 aiemmasta kuudesta prosentista neljään prosenttiin. Lisävelvoitteen alentaminen ei muuta tieliikenteen kasvihuonekaasupäästöjä. Sen sijaan tämä merkitsee sitä, että kehittynyttä uusiutuvaa dieseliä edellytetään jaettavaksi vähemmän, mikä lisää tieliikenteen ulkopuolella tapahtuvia elinkaarisia kasvihuonekaasupäästöjä. Kehittyneiden uusiutuvien dieselien maankäytön epäsuorien päästöjen (ILUC) toteutumisen riski on pienempi.

Tieliikenteen päästöt eivät muutu myöskään, kun vähimmäisosuusvelvoitteessa ns. RFNBO-polttoaineiden, eli synteettisten, muuta kuin biologista alkuperää olevien liikennepolttoaineiden, osuutta liikennealalle toimitetusta energiasta kasvatetaan ja samalla vähennetään saman energiamäärän verran biopolttoaineita. Sekä RFNBO- ja biopolttoaineet lasketaan nollapäästöisenä tieliikenteessä. RED-direktiivin mukaisten RFNBO-polttoaineiden elinkaariset kasvihuonekaasupäästöt ovat pienemmät

kuin biopolttoaineiden elinkaariset päästöt, joihin sisältyy epäsuorien maankäyttövaikutusten päästöriski (ks. kohta 4.4). Hallituksen esityksen voidaan siis arvioida olevan myönteinen globaalien kasvihuonekaasupäästöjen näkökulmasta.

Se, että neljän prosentin vähimmäisosuusvelvoitteesta voidaan hoitaa yksi prosentti välituotevedyllä vuonna 2030, kasvattaa tieliikenteen kasvihuonekaasupäästöjä. Välituotevety ei vähennä Suomen tieliikenteen päästöjä, mutta vähentää jakeluvelvoitteessa vaadittavien RFBNO- tai biopolttoaineiden määrää. Tämän selvityksen yhteydessä tehdyn laskelman (vrt. kohta 4.4) perusteella välituotevedyn yhden prosentin osuus toteutuessaan lisäisi vuonna 2030 tieliikenteen päästöjä noin 0,1 Mt CO_2-ekv. verrattuna tilanteeseen, jossa välituotevetyä ei voisi käyttää jakeluvelvoitteessa.

6) Polttoaineveron keventäminen

Hallitusohjelman mukaan jakeluvelvoitteen noston vaikutus polttoaineiden hintaan vuosina 2025–2027 kompensoidaan laskemalla polttoaineiden verotusta, painottaen mahdollisuuksien mukaan uusiutuvan jakeen veron keventämistä.

Tieliikenteen osalta hallitus alensi polttoaineveroa, jonka on arvioitu vähentävän vuosittaisia verotuloja 168 miljoonaa euroa. Polttoaineveron kevennys kohdentuu fossiilisiin polttoaineisiin ja ei-kehittyneisiin biopolttoaineisiin. Hiilidioksidiveron määrän laskentaperusteena olevaa hiilidioksiditonnin arvoa alennettiin 77 eurosta 62 euroon (HE 36/2023). Lain säädösmuutos 1224/2023 astui voimaan 1.1.2024. VM:n arvion mukaan polttoaineveron keventäminen kasvattaisi liikenteen päästöjä noin 0,04 Mt/vuosi perusennusteeseen verrattuna (VM 2023).

Vernen tekemä laskelma (Liimatainen 2023) perustuu seuraaviin oletuksiin. Verotuksen osalta pohjaoletus on vuoden 2023 verotaulukon mukainen. Muutoslaskelmassa polttoaineverot ovat vuoden 2024 alusta voimaan tulleen lakimuutoksen mukaisesti 3,5 senttiä ja 4 senttiä alemmat, jolloin auton käyttäjien keskimääräinen ajoneuvokilometrin hinta laskee 1,5 %. Vuonna 2024 henkilöliikenteessä käyttövoimista kerätään Vernen laskelmassa 131 miljoonaa euroa vähemmän veroja kuin ilman polttoaineveronalennusta. Tähän lukuun sisältyy myös polttoainemyynnin arvonlisävero, jota hallituksen esityksessä polttoaineveron keventämisestä ei ilmeisesti otettu huomioon. Arvonlisäveron nosto on noin sentin luokkaa pumppuhinnassa, eli noin 20 miljoonaa euroa vuodessa, joten ilman arvonlisäveron osuutta polttoaineverot henkilöliikenteestä pienenevät 110 miljoonaa euroa vuonna 2024. Eri tuloluokissa tuo vaikutus on prosentuaalisesti samanlainen, mutta koska alemmissa tuloluokissa auton kilometrikustannus on hieman isompi energiatehottomampien vanhojen autojen takia, on myös rahallinen hyöty ajettua kilometriä kohden alemmissa tuloluokissa hieman suurempi[2].

Laskelman mukaan tavaraliikenteessä verokertymä on vuonna 2024 noin 41 miljoonaa euroa pienempi kuin ilman veronalennusta. Kokonaisuutena verokertymä vuonna 2024 pienenee laskelman mukaan henkilö- ja tavaraliikenteessä yhteensä 172 miljoonaa euroa polttoaineveron kevennyksen seurauksena.

Henkilöautoilun päästöt kasvavat veronalennuksen myötä laskelman mukaan 89 000 tonnia, eli noin 0,09 Mt. Henkilöautoilun suuremmat päästöt selittyvät sillä, että vuositasolla ajoneuvokilometrit nousevat reilun prosentin, eli 550 miljoonaa kilometriä, koska hintajouston myötä halvempi käyttövoima johtaa suurempaan suoritteeseen. Samoin halvempi käyttövoima johtaa myös uusien sähköautojen rekisteröinnin vähentymiseen yhteensä noin 1 500 autolla vuosina 2025–2030, jolla on pitkäkestoinen negatiivinen vaikutus päästöihin. Tavaraliikenteen päästöt kasvavat veronalennuksen myötä 5 000

[2] Esimerkiksi, kun kotitalouden tulot ovat alle 60 000 €/vuosi, kilometrikustannus on 42 snt/km, ja kun kotitalouden tulot ovat 80 000–120 000 €/vuosi, kilometrikustannus on 36 snt/km. Rahallinen hyöty ajettua kilometriä kohden on alemmissa tuloluokissa hieman suurempi: 0,63 snt (tulot alle 60 000 €/v) vs. 0,55 snt (tulos 80 000–120 000 €/v).

tonnia, eli 0,005 Mt, koska kuorma-autojen liikennesuorite kasvaa noin 5 miljoonaa kilometriä (0,15 %). Laskelmissa on oletettu, että uusiutuvien polttoaineiden jakeluvelvoitetta alennetaan vuosille 2024–2027 hallitusohjelman mukaisesti.

7) Ajoneuvoveron keventäminen

Hallitusohjelman mukaan ajoneuvoveron perusveroa kevennetään 50 miljoonalla eurolla suuripäästöisimmiltä autoilta. Lain muutossäädös 21.12.2023/1223 astui voimaan 1.1.2024. Lain perustelumuistio (HE 35/2023) sisältää myös arvion päästövaikutuksista. Vaikutukset on arvioitu hyvin vähäisiksi, mutta päästöjä kasvattavaksi.

8) Matkakuluvähennyksen omavastuun nostaminen

Hallitusohjelman mukaan kodin ja työpaikan välisten matkojen tai työmatkojen matkakuluvähennyksen omavastuu nostetaan asteittain 900 euroon. Päästövaikutuksia ei ole arvioitu. Vaikutuksen suunta on päästöjä alentava, koska se olettavasti vähentää henkilöautojen käyttöä, mutta on kokonaisuudessaan luultavasti vähäinen.

9) Joukkoliikenteen ilmastoperusteisen valtionavustuksen (20 M€/v.) poistaminen

Traficomin arvion (YM 2024) mukaan joukkoliikenteen ilmastoperusteisella rahoituksella on aikaan saatu yhteensä noin 0,1 Mt päästövähennys vuosina 2020–2022. Rahoituksella on tuettu joukkoliikenteen siirtymää puhtaisiin käyttövoimiin ja markkinointikampanjoita. Vuonna 2022 saavutettiin noin 0,05 Mt päästövähennys. Koska henkilöautoliikenteen päästöt vähenevät kuitenkin tällä vuosikymmenellä ja liikennöitsijät ovat siirtymässä dieselbusseista sähköbusseihin, ei voi olettaa, että avustuksen poistaminen pienentää aikaansaatavia päästövähennyksiä samalla vuosittaisella määrällä myös tulevina vuosina. Vuonna 2030 päästövähennyksen voidaan olettaa olevan noin 40 % vuoden 2022 vähenemästä (0,02 Mt). Kumulatiivisten päästöjen kasvun voidaan arvioida olevan noin 0,25 Mt vuosina 2024–2030.

Liikenteen päästövähennystavoitteiden saavuttaminen ratkaistaan suurelta osin kaupunkiseutujen työssäkäyntialueiden liikenteessä, jossa joukkoliikenteen merkitys on erittäin suuri. Joukkoliikenteen matka-ajan tulisi olla kilpailukykyinen henkilöauton matka-ajan kanssa. Vuorovälien tulisi olla selvästi nykyistä lyhyemmät, eli palvelutason pitäisi olla parempi. Valtion talousarviossa vuodelle 2024 (VM 2024) esitetään julkisen henkilöliikenteen palvelujen ostojen vähentämistä harkinnanvaraisten ilmastoperusteisten toimenpiteiden rahoituksen poistolla. Nykyinen joukkoliikenteen ostojen ja kehittämisen määräraha on jo aivan liian pieni kattamaan inflaation aiheuttamat paineet lipun hintojen korotuksille. Ilmastoperusteisen rahoituksen poistaminen huonontaa tilannetta entisestään.

10) Kävelyn ja pyöräilyn edistämisohjelman rahoituksen alentaminen

Myös kävelyn ja pyöräilyn edistämisen rahoitusta alennettiin PM Orpon hallitusohjelman mukaisesti vuoden 2024 talousarvioesityksessä (VM 2024) 0,5 miljoonaa euroa. Kävelyn ja pyöräilyn edistämisohjelmalle aiemmin arvioitua päästövähennystä tulee pienentää rahoituksen leikkaamista vastaavalla tavalla. Vaikutus ei ole suuri, mutta se on päästöjä nostava.

Väyläverkon kehittämisinvestointien osalta avustukset kunnille raitiotie- ja pyöräilyhankkeisiin ovat kestävän liikenteen kehittämisen näkökulmasta erittäin tarpeellisia. Pyöräilyllä ja kävelyllä on kansanterveyttä edistäviä vaikutuksia, joten liikenteen rauhoittamisen toimenpiteet ovat äärimmäisen kannattavia investointeja kansanterveyden ja siten myös kansantalouden näkökulmasta (Aldred ym. 2024). Kestävien kulkumuotojen tukeminen edistää päästövähennysten lisäksi myös

liikenneturvallisuutta ja liikenneköyhyyden torjuntaa (De Vos 2024). Tämän vuoksi kävelyn ja pyöräilyn edistämisohjelman ja hankkeiden määrärahoja tulisi alentamisen sijaan olennaisesti nostaa.

11) Vinjettimaksun käyttöön ottaminen raskaalle liikenteelle

Raskaan liikenteen vinjettimaksun vaikutus tieliikenteen päästöihin riippuu sen toteutustavasta, joka on vielä täysin auki. Tämän takia siihen liittyviä vaikutuksia ei voida tässä yhteydessä arvioida.

Vinjettimaksulla tarkoitetaan aikaan perustuvaa maksua tien käytöstä. Toimenpiteen vaikuttavuudella olisi merkittävä kytkös raskaan liikenteen päästöjen normiohjauksen ja polttoaineiden jakelijoiden päästökaupan vaikuttavuuteen.

12) Sähköautojen ajoneuvovero

Täyssähköautojen ajoneuvovero kasvaa hallituksen kevään 2024 kehysriihipäätöksen toimesta keskimäärin 60 eurolla ja hybridiautojen 90 eurolla vuodessa. Ajoneuvoveron korotus heikentää sähköisten autojen kokonaisuudessaan pienempiin vuosikustannuksiin liittyvää etua polttomoottoriautoihin nähden. Ajoneuvoveron korotuksesta seuraavan hintamuutoksen merkitys on kuitenkin autojen vuosikuluissa vähäinen, joten päästövaikutuksen voi olettaa olevan hyvin vähäinen. Joka tapauksessa vaikutus on päästöjä lisäävä.

13) Arvonlisäveron korotus – vaikutus liikennepolttoaineiden hintaan

Hallituksen kevään 2024 kehysriihessä arvonlisävero päätettiin nostaa 24 prosentista 25,5 prosenttiin. Sen seurauksena myös bensiinin ja dieselin pumppuhinnat nousevat. Jos arvonlisäveron korotus siirtyy suoraan pumppuhintoihin, bensiinin ja dieselin litrahinnat nousevat nykyisestä hintatasosta noin 2 senttiä. Sähkön hinta ajettua kilometriä kohden nousee bensiinin ja dieselin hintaa vähemmän, koska sen lähtöhinta on selvästi alhaisempi.

Yleinen arvonlisäveron korotus nostaa myös tieliikenteen ajoneuvojen hankinta- ja huoltokuluja. Kokonaisuudessaan arvonlisäveron korottaminen lisää tieliikenteen kustannuksia ja vähentää sitä kautta liikkumisen suoritteita, vähentäen samalla päästöjä. Arvonlisäveron korotuksen vaikutus on vastakkainen kuin kohdassa 5 käsitelty polttoaineveron alentaminen sekä siihen verrattuna suuruudeltaan selvästi alle puolet, koska arvonlisäveron korotus ei vaikuta kuorma-autoliikenteeseen.

14) Ammattidieselin käyttöönotto kompensoimaan polttoaineen jakelijoiden päästökaupan aiheuttamaa hintapainetta kuljetusyrityksille

Hallitus päätti kehysriihessä keväällä 2024 EU:n laajuisen polttoaineen jakelijoiden päästökaupan aloittamisesta Suomessa vuodesta 2027 alkaen. Se päätti samalla päästökaupan aiheuttaman polttoaineiden hintojen mahdollisen korotuksen korvaamisesta kuljetusyrityksille ammattidieselin käyttöönoton muodossa. (Valtioneuvosto 2024)

Ammattidieselistä tulee uusi yritystuki, jonka aiheuttama kustannus veronmaksajille on vähintään 170 miljoonaa euroa vuodessa. Päästökaupan vaikutuksista polttoaineiden hintaan ei ole tarkkaa tietoa, mutta sen on arvioitu olevan noin 14 senttiä/litra. Suomalaiset kuorma-autot kuluttavat tällä hetkellä vuosittain noin 1,5 miljardia litraa dieseliä, josta aiheutuu uusiutuvien polttoaineiden osuus huomioon ottaen noin 3,4 Mt hiilidioksidipäästöt. Tästä noin 90 % kulutetaan luvanvaraisessa liikenteessä toimivissa kuorma-autoissa. Näin ollen ammattidieselin korvauksen piirissä kulutetaan vuonna 2027 noin 1,3 miljardia litraa dieseliä. Tällöin korvauksia joudutaan maksamaan kuljetusyrityksille yli 170 miljoonaa euroa, jos oletetaan, että ammattidieselillä korvataan arvioitu päästökaupan aiheuttama kustannusten nousu täysimääräisesti. Dieselin kulutuksen ja siten korvaussumman voidaan arvioida laskevan noin 1,5 % vuodessa sähköistymisen ja energiatehokkuuden parantamisen myötä, jolloin

seuraavalla hallituskaudella 2027–2030 ammattidieselin kokonaiskustannus on noin 670 miljoonaa euroa.

Laskelma perustuu maltilliseen oletukseen tieliikenteen päästökaupan aiheuttamasta polttoaineiden hintojen korotuksesta ja korotuspaineen jakautumisesta tasaisesti bensiinin ja dieselin välillä. Bensiinin sekaan ei voi kuitenkaan sekoittaa nykyistä enempää uusiutuvaa etanolia ja henkilöautokanta sähköistyy kuorma-autoja nopeammin, joten päästökaupan kustannuspaine voi kohdistua enemmän dieseliin. Onkin esitetty arvioita, joiden mukaan dieselin hinta voi nousta jopa 25 senttiä/litra, jolloin ammattidieselin korvaussumma olisi 330 miljoonaa euroa vuonna 2027 ja 1,3 miljardia euroa 2027–2030. Kehysriihen yhteydessä ei kerrottu, kuinka suuri ammattidieselin korvaustaso tulee olemaan tai sopeutetaanko sitä päästökaupan hinnan perusteella.

Ammattidieselin toivotaan hillitsevän teollisuuden ja kaupan kuljetuskustannuksia ja välillisesti myös kuluttajatuotteiden hintojen nousua. Noin kymmenen sentin vaihtelu dieselin hinnassa on kuitenkin viikoittaista, eikä ole varmaa, kuinka suuri osuus ammattidieselin korvauksista kohdistuu teollisuuden ja kaupan kuljetuskustannusten alentamiseen. On myös huomattava, että kuljetusten energiakustannukset muodostavat vain noin kymmenen prosenttia teollisuuden ja kaupan logistiikkakustannuksista ja logistiikkakustannukset puolestaan ovat noin 13 % liikevaihdosta, jolloin päästökaupan vaikutus teollisuuden ja kaupan kustannuksiin olisi ilman ammattidieseliä prosentin kymmenysten luokkaa.

Polttoaineen jakelijoiden päästökaupan toivotaan alentavan tieliikenteen päästöjä. Kohoava polttoaineen hinta luo kannusteen ottaa käyttöön polttoaineen kulutusta vähentäviä toimenpiteitä, kuten taloudellista ajotapaa, kuormien yhdistelyä, tyhjänä ajon vähentämistä, sähkö- tai biokaasukuorma-autojen sekä uusiutuvan dieselin käyttöä. Kuljetusyritykset voisivat ottaa näitä toimenpiteitä käyttöön ennakoivasti yhteistyössä asiakkaidensa kanssa jo ennen päästökaupan alkamista. Ammattidieselin käyttöönoton myötä nämä kannusteet katoavat, minkä takia kuorma-autokuljetusten päästöt kasvavat noin prosentilla vuodessa ja yhteensä 0,1 Mt vuoteen 2030 mennessä.

15) Nollapäästöisten työsuhdeautojen verotuen jatkaminen

PM Orpon hallitus päätti kevään 2024 kehysriihessä jatkaa täyssähköisten työsuhdeautojen verotusarvon verotukea vuosina 2026–2029. Verotusarvoa vähennetään 170 eurolla kuukaudessa. Tuen vaikutus tieliikenteen päästöihin on pieni, mutta niitä vähentävä. Työsuhdeautoina käyttöön otetut täyssähköautot kuitenkin jäävät Suomen autokantaan, joten tuki osaltaan edistää liikenteen sähköistymistä.

3.2.5 Yhteenveto PM Orpon hallituksen päätösten vaikutuksista

Edellä mainitut PM Orpon hallituksen päätösten vaikutukset (yksittäisinä toimenpiteinä, toimenpiteiden yhteisvaikutuksia ei ole huomioitu) tieliikenteen päästöihin verrattuna WEM-2023-IP-skenaarioon on koottu taulukkoon 7. Taulukossa esitetään laskelmat vuoteen 2030 saakka. Valtiontalouden kannalta on huomattava, että päästöjä kasvattavien toimenpiteiden vuoksi myös autokannan sähköistyminen viivästyy, joka kasvattaa päästövähennyskustannuksia vuoden 2030 jälkeen. Taulukon viimeisessä sarakkeessa on huomioitu myös mahdollisten päästöyksiköiden hankinnasta aiheutuvat kustannukset 30–300 euroa/tonni (HE 53/2023).

Taulukko 7: Yhteenveto PM Orpon hallituksen linjausten vaikutuksista talouteen ja päästöihin.

Toimenpide	Vaikutus liikenteen kustannuksiin kotitalouksille ja yrityksille	Vaikutus khk-päästöihin	Vaikutus valtiontalouden tuloihin	Mahdollinen päästöyksiköiden hankinnan kustannusrasite valtiolle
1. Jakeluvelvoitteen alentaminen	-1,4 mrd. € (2024–2030)	+3,9 Mt (2024–2030)	+0,52 mrd. € (2024–2030)	0,12–1,2 mrd. €
2. Liikennesähkö jakeluvelvoitteeseen	-1,8 mrd. € (2025–2030)	+5,0 Mt (2025–2030)	+0,67 mrd. € (2025–2030)	0,15–1,5 mrd. €
3. Jakeluvelvoitteen seuraamusmaksun alentaminen	-1,9 mrd. € (2025–2030)	+4,9 Mt (2025–2030)	+0,54 mrd. € (2025–2030)	0,15–1,5 mrd. €
4. Jakeluvelvoitteen joustomekanismi	vähentää hieman	lisää hieman (liikenteessä)	vähentää hieman	lisää hieman
5. Lisävelvoitteen ja vähimmäisosuusvelvoitteen muutokset	vähentää hieman	+ 0,2 Mt (2028–2030)	ei arviota	0,007–0,6 mrd. €
6. Polttoaineveron alentaminen	-1,2 mrd. € (2024–2030)	+0,6 Mt (2024–2030)	-1,2 mrd. € (2024–2030)	0,02–0,19 mrd. €
7. Suuripäästöisten autojen ajoneuvoveron alentaminen	vähentää hieman	lisää hieman	vähentää hieman	lisää hieman
8. Matkakuluvähennyksen omavastuun nostaminen	lisää hieman	vähentää hieman	lisää hieman	vähentää hieman
9. Joukkoliikenteen ilmastoperusteisen valtionavustuksen poistaminen	lisää hieman	lisää hieman	vähentää hieman	lisää hieman
10. Kävelyn, pyöräilyn ja joukkoliikenteen edistämisen rahoituksen alentaminen	ei vaikutusta	lisää hieman	vähentää hieman	lisää hieman
11. Vinjettimaksun käyttöönotto raskaalle liikenteelle	ei vaikutusta, jos korvataan suomalaisille	vähentää hieman	lisää hieman (ulkomaiset)	vähentää hieman
12. Sähköautojen ajoneuvoveron korotus	lisää hieman	lisää hieman	lisää hieman	lisää hieman
13. Arvonlisäveron korotus	n. +0,4 mrd. € (2025–2030)	n. -0,2 Mt (2025–2030)	n. +0,4 mrd. € (2025–2030)	vähentää hieman
14. Ammattidieselin käyttöönotto	päästökaupan kanssa +/- 0	+0,1 Mt (2027–2030)	-0,67 mrd. € (2027–2030)	lisää hieman
15. Nollapäästöisten työsuhdeautojen verotuki	vähentää hieman	vähentää hieman	vähentää hieman	vähentää hieman

4. ILMASTOPANEELIN TIELIIKENTEEN POLITIIKKASKENAARIO JA SIIHEN LIITTYVÄT VAIKUTUSARVIOT

4.1 ILMASTOPANEELIN POLITIIKKASKENAARION TOIMENPITEET JA NIIDEN VALINTAPERUSTEET

Ilmastopaneelin politiikkaskenaarion muodostamista varten tehtiin keskeisten toimenpidealueiden osalta skenaarioita eri lähtötiedoilla tai analysoitiin muutoin niiden kasvihuonekaasupäästö- ja talousvaikutuksia (liite 4). Lisäksi luvun 3.2 hallituksen päätösten päästö- ja talousvaikutusten arviointi antaa perusteita valita sellainen toimenpiteiden yhdistelmä, jolla tieliikenteen kasvihuonekaasupäästöt pystytään puolittamaan vuodesta 2005 vuoteen 2030 mennessä siten, että kokonaiskustannukset ovat mahdollisimman edulliset. Tätä toimenpidekokonaisuuksien yhdistelmää kutsutaan raportissa Ilmastopaneelin tieliikenteen politiikkaskenaarioksi (WAM-IP).

Analyysin perusteella vaikutuksiltaan merkittävimmät toimenpiteet liittyvät uusiutuvien polttoaineiden jakeluvelvoitteen muutoksiin, autokannan sähköistymisen nopeuttamiseen ja taloudellisella ohjauksella liikennesuoritteeseen vaikuttamiseen. Taloudelliseen ohjaukseen liittyen EU:n polttoaineen jakelijoiden päästökauppa on päätetty ottaa Suomessa käyttöön vuodesta 2027 alkaen ja yleisen arvonlisäveron nosto 25,5 % tasolle tulee hallituksen esityksen mukaan voimaan 1.9.2024 alkaen (HE 61/2024). Arvonlisäveron nosto vaikuttaa laskennassa henkilöliikenteen polttoaineen hintaan, mutta ei kuorma-autoliikenteen. Polttoaineen jakelijoiden päästökauppa on mallinnettu korottamalla vuodesta 2027 alkaen fossiilisen bensiinin energiaveroja 0,13 €/l ja dieselin 0,14 €/l. Arvio vaikutuksista bensiinin ja dieselin pumppuhintoihin perustuu Schroten ym. (2022) ja AFRY (2022) raportteihin, joissa päästöoikeuden hinnaksi jakelijoiden päästökaupassa on arvioitu noin 50 €/t.

EU:n polttoaineen jakelijoiden päästökauppa nopeuttaa sähköistymistä merkittävästi ja on käytännössä edellytys erittäin nopean sähköistymisen skenaarioiden mukaisiin sähköautomääriin ja siten päästötavoitteen täyttämiseen. Päästökauppa pienentää tieliikenteen päästöjä, mutta toisaalta hallitus on päättänyt jakeluvelvoitteen alentamisen 2024–2027 lisäksi myös toisesta liikenteen päästöjä kasvattavista toimenpiteistä, julkisesti ladatun liikennesähkön sisällyttämisestä jakeluvelvoitteeseen. EU:n polttoaineen jakelijoiden päästökauppa ja yleisen arvonlisäveron nosto ovat mukana Ilmastopaneelin politiikkaskenaariossa (WAM-IP). WAM-IP-skenaariossa jakeluvelvoitetta korotetaan julkisesti ladatun liikennesähkön verran, toisin kuin PM Orpon hallitusohjelmassa linjataan.

Hallituksen linjaus jakeluvelvoitteen seuraamusmaksun alentamisesta aiheuttaa suurta epävarmuutta tieliikenteen päästöjen kehitykseen (luku 3.2.3, taulukko 6) vaarantaen samalla tieliikenteen päästövähennystavoitteen ja koko taakanjakosektorin ilmastotavoitteen vuonna 2030. Tämän takia jakeluvelvoitteen seuraamusmaksun alentaminen ei ole mukana Ilmastopaneelin politiikkaskenaariossa (WAM-IP).

Liikenteen sähköistymisen nopeuttaminen ja samaan aikaan jakeluvelvoitteen pitäminen korkealla tasolla on varmin tapa, jolla saavutetaan tieliikenteen tavoite päästöjen puolittamisesta vuonna 2030 ja minimoidaan kumulatiivinen päästöjen määrä vuodesta 2025 eteenpäin. Vuonna 2024 tieliikenteen jakeluvelvoitteen taso on PM Orpon hallituksen päätöksen mukaan samalla alennetulla tasolla kuin vuonna 2023 eli 13,5 %. Pelkästään sen seurauksena jää vuonna 2024 noin 1,5 Mt edestä tieliikenteen päästöjä vähentymättä aikaisempaan WAM-skenaarioon nähden.

Tilastokeskuksen kasvihuonekaasupäästöinventaarion pikaennakkotietojen mukaan Suomen taakanjakosektorin päästöt olivat vuonna 2023 noin 1,5 Mt CO_2-ekv. alle EU:n asettaman päästökiintiön (Tilastokeskus 2024b). Suomi alitti vuosina 2021–2022 sille asetetut päästökiintiöt taakanjakosektorilla yhteensä 3,1 Mt CO_2-ekv.:lla. Taakanjakosektorin laskentasääntöjen perusteella Suomella on varastossa vuosilta 2021–2023 yhteensä 4,6 Mt CO_2-ekv., jota voidaan käyttää seuraavien vuosien alijäämän paikkaamiseen taakanjakosektorilla. Hyvä lähtötilanne taakanjakosektorin päästöissä voi kuitenkin antaa väärän turvallisuuden tunteen taakanjakosektorin tämän vuosikymmenen loppupuolen tuloksesta. Suomelle asetettu taakanjakosektorin päästökiintiö alenee vuosina 2024 ja 2025 noin 1,3 Mt ja vuodesta 2027 lähtien arviolta 1,5 Mt vuodessa (EU 2023/857, EU 2020/2126).

Vuosina 2022 ja 2023 jaellussa polttoaineessa on ollut 16 % ja 17 % biopolttoaineita lain edellyttämän 13,5 % sijasta. Jakelijat voivat siksi tulevina vuosina jaella lain edellyttämää prosenttiosuutta vähemmän biopolttoainetta tasatessaan eri vuosien välisiä eroja biopolttoainemäärissä. Tämä heikentää tieliikennesektorin päästökehitystä siihen nähden, mitä jakeluvelvoitteen kehitys antaisi odottaa. On siis vaarana, että PM Orpon hallituksen jakeluvelvoitelinjausten myötä vuodesta 2025 lähtien aletaan syödä vuosina 2021–2023 kerättyä päästöbudjettihyötyä. Lisäksi talouden odotetaan elpyvän ja talouden elpyminen on perinteisesti lisännyt liikennesuoritteiden määrää ja siten myös liikenteen päästöjä. Toisaalta mahdollinen epävarman taloustilanteen jatkuminen korkeine korkoineen ja hallituksen toimet fossiilisten polttoaineiden pumppuhintojen nousun hillitsemiseksi hidastavat sähköistymiskehitystä.

Tässä raportissa ei arvioida muiden taakanjakosektorin päästövähennystoimien riittävyyttä. On kuitenkin taakanjakosektorin kokonaistilanteen näkökulmasta tärkeää, että tieliikenteen päästöjen vähentäminen saadaan lineaariselle vähennysuralle vuodesta 2025 lähtien siten, että kumulatiivinen kasvihuonekaasupäästömäärä vuosina 2025–2030 vastaisi WEM-2024-skenaarion kumulatiivista päästömäärää kyseisellä aikavälillä. Ilmastopaneelin politiikkaskenaarion (WAM-IP) toimenpidekokonaisuus toteuttaa tätä lineaarista päästövähennysuraa. Käytännössä tämä tarkoittaisi sitä, että jakeluvelvoitteen tasoa nostetaan selvästi vuodesta 2025 lähtien eli se olisi 29 % vuonna 2025, 29 % vuonna 2026 ja 30 % vuonna 2027 ja siitä edelleen siten, että se on 34 % vuonna 2030. Luvut eivät sisällä julkisilla latausasemilla ladatun uusiutuvan sähkön ja mahdollista välituotevedyn energiamäärää osana jakeluvelvoitetta.

Jos tieliikenteen sähköistyminen on nopeaa ja samaan aikaan julkisista latausasemista ladattava sähkömäärä sisällytetään jakeluvelvoitteeseen PM Orpon hallitusohjelman mukaisesti, biopolttoaineita sekoitetaan fossiilisten polttoaineiden joukkoon vähemmän. Tällöin polttomoottoriautojen päästöt kasvavat. Sähköautojen päästövaikutukset tieliikennesektorissa pysyvät samana eli päästöttömänä verrattuna tilanteeseen, jossa julkisissa jakelupisteissä ladattua sähköä ei ole mukana jakeluvelvoitteessa. Sähkön sisällyttäminen jakeluvelvoitteeseen on perusteltua päästötavoitteiden näkökulmasta ainoastaan silloin, jos jakeluvelvoitetta nostetaan menetettyjä päästöhyötyjä vastaava määrä. WAM-IP-skenaariossa jakeluvelvoitteeseen sisällytettävän julkisilta latauspisteiltä ladatun uusiutuvan sähkön laskennallinen määrä sisällytetään jakeluvelvoitteeseen samalla, kun jakeluvelvoitetta kasvatetaan vastaavalla energiamäärällä. WAM-IP-skenaariossa jakeluvelvoitetta on kasvatettu kolminkertaisena latausasemista jaetun uusiutuvan sähkön energiasisällön verran hallituksen esitysluonnoksen (TEM 2024) mukaisesti. RED III -direktiivi antaisi mahdollisuuden sisällyttää sähkön energiamäärän jopa nelinkertaisena jakeluvelvoitteeseen. Uusiutuvan sähkön sisällyttämisen vuoksi jakeluvelvoitteen tasoa tulee nostaa, kuten alla taulukossa 8 on tehty.

Hallituksen esitysluonnoksessa (TEM 2024) esitetty vähimmäisosuusvelvoitteen kasvattaminen jakeluvelvoitteessa vähentää biopolttoaineiden määrää tietyllä jakeluvelvoitetasolla, mutta lisäämällä

RFBNO-polttoaineita vastaavasti saadaan sama päästövaikutus. Biopolttoaineiden korvaaminen RFNBO-polttoaineilla on myös todennäköisesti elinkaaristen kasvihuonekaasupäästöjen näkökulmasta myönteinen kehityssuunta. Välituotevety ei vähennä tieliikenteen päästöjä, joten sen sisällyttäminen jakeluvelvoitteeseen olisi päästövähennysten näkökulmasta perusteltua vain, jos jakeluvelvoitetta nostettaisiin vastaavalla määrällä.

Hallituksen esitysluonnoksessa (TEM 2024) on mukana PM Orpon hallitusohjelman mukainen jakeluvelvoitteen joustomekanismi, jolla jakeluvelvoitteen täyttämisestä vastaavat toimijat voisivat jatkossa täyttää jakeluvelvoitteen alennuksen rahoittamalla muita päästövähennyksiä taakanjakosektorilla ja mahdollisesti myöhemmin myös maankäyttösektorilla. Jakeluvelvoitteen joustomekanismissa on esitysluonnoksen mukaan kaksinkertainen päästövähenemävaatimus, eli päästöt vähenevät muualla taakanjakosektorilla tai maankäyttösektorilla kaksi kertaa sen verran mitä ne nousevat tieliikenteessä. Joustomekanismissa on kuitenkin vaarana, että toimet kohdistuisivat todennäköisesti kustannuksiltaan edullisimpiin toimiin, joten vaikka päästöt näennäisesti vähenisivät taakanjakosektorin muilla osa-alueilla tai maankäyttösektorilla, ne voivat olla toimia, jotka olisi tehty ilman joustomekanismiakin. Tämä välttämiseksi lakiesityksessä on ehtona, että toimien pitäisi täyttää ns. kompensaatiotoiminnoilta edellytettävät vaikutusvaatimukset. Näiden ehtojen toteutuminen (etenkin lisäisyyden ja vaikutusten pysyvyyden näkökulmasta) on kuitenkin vielä arvailujen varassa, eikä joustomekanismin varaan voida laskea taakanjakosektorin tavoitteiden saavuttamista, jos liikenteen jakeluvelvoitetta lasketaan hallituksen esityksen mukaisesti. Toisaalta toimenpiteiden suuntautuminen maankäyttösektorille ei edistä taakanjakosektorin päästötavoitteita, ja suurimmillaan ne voisivat jopa vähentää jakeluvelvoitetta yhdellä prosentilla. Jakeluvelvoitteen joustomekanismiin sisältyvien epävarmuuksien takia sitä ei ole sisällytetty WAM-IP-skenaarioon.

Biopolttoaineiden aiheuttamia päästövähennyksiä tieliikenteessä voidaan lisätä poistamalla erillistankattavat biopolttoainemäärät jakeluvelvoitteen piiristä, jolloin niitä tankkaavat ajoneuvojen käyttäjät tietävät aiheuttavansa järjestelmätasolla todellista päästövähennystä. Tällä hetkellä erillistankattava biopolttoainemäärä (kuten uusiutuva diesel, biokaasu tai E85) ei vähennä tieliikenteen päästöjä, koska kyseistä tankkausta vastaava energiamäärä biopolttoainetta jätetään sekoittamatta dieselin joukkoon (Seppälä ym. 2023). Erillistankattavan biopolttoainemäärän (E85 ja uusiutuva diesel, jota ei sekoiteta fossiiliseen dieseliin) jättäminen pois jakeluvelvoitteesta sisällytetään Ilmastopaneelin politiikkaskenaarioon (WAM-IP). Samoin biokaasusta voisi korvamerkitä erikseen osan jakeluvelvoitteen ulkopuolelle. Toimenpide ei tuo valtiolle lisäkustannuksia, sillä ilmastomyötäiselle polttoaineelle löytyy maksuhalukkaita asiakkaita. Käytännössä toimenpide nostaa jakeluvelvoitteen tasoa.

Suomen liittyminen EU:n polttoaineen jakelijoiden päästökauppaan vuodesta 2027 alkaen (ks. liite 4 kohta 4) on mukana WAM-IP-skenaariossa. Se ja edellä esitetyt jakeluvelvoitteeseen liittyvät toimet huolehtivat siitä, että ajoneuvojen hankintatilanteessa sähkö näyttäytyy yhä parempana vaihtoehtona ja vauhdittaa tieliikenteen sähköistymistä.

Suomessa on nykyisellään riittävä julkinen latausverkosto sähköiseen ajoneuvokantaan nähden (Ferreira ym. 2024). Sähköistymisen odotettavissa oleva nopeutuminen edellyttää kuitenkin yhteiskunnan panostusta toimivan latausinfran rakentamiseen. Tuki pitää kohdistaa julkiseen pikalatausinfrastruktuuriin reiteillä, joilla latausverkon kattavuus on edelleen heikko. Tällaisia sijainteja on etenkin Itä- ja Pohjois-Suomessa. Yksityisen latausinfran tuet tulisi kohdistaa sellaisiin kohteisiin, joissa latausinfraan investoimisen voidaan olettaa olevan erityisen haastavaa.

Sähkökuorma-autojen hankintatuen kustannusvaikuttavuus on erittäin hyvä (ks. liite 4 kohta 3), minkä takia se on mukana Ilmastopaneelin politiikkaskenaariossa (WAM-IP).

Ilmastopaneelin politiikkaskenaarion (WAM-IP) laskennassa ei ole mukana muita PM Orpon hallitusohjelmassa tai kevään 2024 kehysriihessä esitettyjä toimenpiteitä, jotka lisäävät päästöjä (+), pitävät päästöt ennallaan (0) tai vähentävät päästöjä (-) WEM-2024-skenaarioon nähden vuoteen 2030 mennessä. Näitä ovat:

- hankintatuen poistaminen sähköhenkilöautoilta (+),
- hankintatuen poistaminen sähkö- ja kaasukäyttöisiltä pakettiautoilta (+),
- polttoaineveron keventäminen (+) (ks. toimenpide 5 luvussa 3.2),
- ajoneuvoveron keventäminen (+) (ks. toimenpide 6 luvussa 3.2),
- matkakuluvähennyksen omavastuun nostaminen (-) (ks. toimenpide 7 luvussa 3.2),
- vinjettimaksun käyttöön ottaminen raskaalle liikenteelle (-) (ks. toimenpide 10 luvussa 3.2),
- sähköautojen ajoneuvoveron korottaminen (+) (ks. toimenpide 11 luvussa 3.2),
- ammattidieselin käyttöönotto (+) (ks. toimenpide 13 luvussa 3.2),
- nollapäästöisten työsuhdeautojen verotuen jatkaminen (-) (ks. toimenpide 15 luvussa 3.2).

Käytännössä Ilmastopaneelin politiikkaskenaariosta (WAM-IP) puuttuvat toimenpiteet hidastavat sähköistymiskehitystä, vinjettimaksua ja nollapäästöisten työsuhdeautojen verotukea lukuun ottamatta, ja yhteisvaikutukseltaan ne kasvattavat päästöjä WAM-IP-skenaarioon nähden. WAM-IP ei siis välttämättä tuota tarvittavaa päästövähennystä. Asiaa on käsitelty tarkemmin luvussa 4.3 tulosten tulkinnan yhteydessä.

Hallituksen linjauksista poiketen Ilmastopaneelin politiikkaskenaario (WAM-IP) pitää sisällään joukkoliikenteen ilmastoperusteisen valtionavustuksen (toimenpide 8 luvussa 3.2) sekä kävelyn ja pyöräilyn edistämisohjelman rahoituksen jatkamisen (toimenpide 9 luvussa 3.2). Toimenpiteet eivät ehdi juurikaan vaikuttaa vuoden 2030 päästötavoitteisin, mutta joukkoliikenteen, pyöräilyn ja kävelyn edistäminen on pidemmällä tähtäimellä tärkeää ilmastolain (423/2022) mukaisten ilmastotavoitteiden saavuttamisen näkökulmasta. Samalla edistetään kansanterveyttä, vähennetään liikenneköyhyyttä ja parannetaan julkisen liikenteen palvelutasoa.

4.2 ILMASTOPANEELIN POLITIIKKA- JA VERTAILUSKENAARIOIDEN EROT

Toimenpiteiden vaikutusten arvioimiseksi laadittiin vertailuskenaario (VER-IP), joka perustuu WEM-2023-skenaarion tapaiseen hitaampaan sähköistymiskehitykseen. VER-IP-skenaariossa jakeluvelvoite on alennettu hallitusohjelman mukaisesti vuosina 2024–2027. Sekä vertailuskenaariossa että Ilmastopaneelin politiikkaskenaariossa (WAM-IP) otetaan käyttöön 25,5 % arvonlisäveroprosentti vuodesta 2025, sähkön sisällyttäminen jakeluvelvoitteeseen vuodesta 2025 sekä EU:n polttoaineen jakelijoiden päästökauppa vuodesta 2027. Ilmastopaneelin politiikkaskenaario (WAM-IP) eroaa vertailuskenaariosta (VER-IP) siten, että politiikkaskenaariossa jakeluvelvoitteen alentaminen perutaan ja sähköistyminen on erittäin nopeaa. Vain WAM-IP-skenaariossa jakeluvelvoitetta nostetaan vielä sinne sisällytettävien julkisista latauspaikoista toimitetun laskennallisen liikennesähkön ja välituotevedyn energiamäärien verran. Laskelmissa oletetaan, että jakeluvelvoitteeseen sisällytettävä energiamäärä on 30 % liikennesähkön kokonaiskulutuksesta (noin 18 % liikennesähköstä on julkisesti ladattua, julkisesti ladatusta sähköstä 50 % on uusiutuvaa ja uusiutuvan sähkön energiamäärä lasketaan jakeluvelvoitteeseen kolminkertaisena).

Jakeluvelvoitteen täyttämättä jättämisen seuraamusmaksun alentamista vuosina 2025–2027 ei ole sisällytetty Ilmastopaneelin politiikkaskenaarioon. Sen vaikutuksia ei ole myöskään arvioitu vertailuskenaariossa olettaen, että jakelijat noudattavat lakia.

Näiden skenaarioiden osalta, kuten aiemminkin, vain dieselin bio-osuus muuttuu, koska bensiiniin ei voi lisätä nykyistä enempää etanolia ja kaasu on jo käytännössä kokonaisuudessaan biokaasua. RFNBO-polttoaineet on käsitelty päästö- ja vaikutusvaikutusarvioinneissa osana biodieseliä. Dieselin bio-osuudet ja uusiutuvien polttoaineiden jakeluvelvoitteen tasot ovat taulukon 8 mukaiset. Uusiutuvien polttoaineiden osuuden jakeluvelvoitteessa on arvioitu olevan hallituksen linjauksia korkeammalla tasolla, koska jakelijoiden odotetaan toimivan vuosien 2022 ja 2023 tavoin (ks. luku 4.1). Dieselin pumppuhinnan arvioidaan olevan VER-IP-skenaariolla 1,76 €/litra vuonna 2025 ja 2,07 €/litra vuonna 2030. WAM-IP-skenaariolla hinta olisi 1,94 €/litra vuonna 2025 ja 2,06 €/litra vuonna 2030.

Taulukossa 9 on esitetty yhteenveto WAM-IP- ja VER-IP-skenaarioihin sisällytetyistä toimenpiteistä.

Taulukko 8: Dieselin bio-osuudet (%) ja uusiutuvien osuudet jaettavan polttoaineen energiasisällöstä eri skenaariossa.

		2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Dieselin bio-osuudet (%)	Vertailuskenaario (VER-IP)	16,0	18	22	26,5	38,5	40	42
	Nopea sähköistyminen, paljon julkista latausta (WAM-IP)	16,0	36,5	36,5	37,5	38,5	39,5	41,5
Uusiutuvien kokonais-osuudet (%)	Vertailuskenaario (VER-IP)	14,8	16,4	19,3	22,5	30,4	31,6	33
	Nopea sähköistyminen, paljon julkista latausta (WAM-IP)	15,3	29,6	30,1	31,3	32,6	34,0	36,2

Taulukko 9**:** Ilmastopaneelin politiikka- (WAM-IP) ja vertailuskenaarioon (VER-IP) sisältyvät toimenpiteet. X = toimenpide on sisällytetty skenaariolaskelmissa käytetyn HEETRA-mallin päästö- ja talousvaikutusarviointeihin. Y = toimenpiteiden vaikutuksia ei mallinnettu skenaariolaskemissa, mutta osa talousvaikutuksista on arvioitu erikseen (ks. taulukko 11).

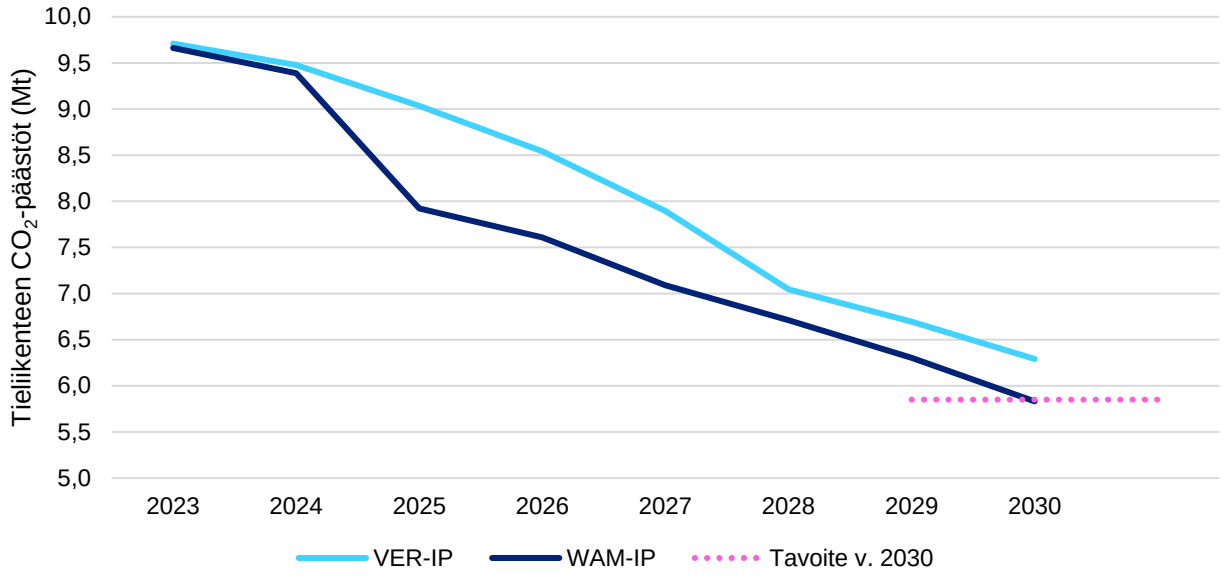
Toimenpide	**WAM-IP**	**VER-IP**
EU:n jakelijoiden päästökauppa v. 2027 alkaen	X	X
Yleisen ALV:n nostaminen 25,5 %	X	X
Jakeluvelvoitteen tason nostaminen	X	
Jakeluvelvoitteen nostaminen jakeluvelvoitteeseen sisällytettävien julkisilta latausasemilta ladatun uusiutuvan liikennesähkön ja välituotevedyn energiamäärien verran	X	
Erillistankattavien biopolttoaineiden poistaminen jakeluvelvoitteen piiristä	Y	
Julkisen pikalatausverkoston tukeminen	Y	
Sähkökuorma-autojen hankintatuki	Y	
Joukkoliikenteen ilmastoperusteinen valtionavustus	Y	
Kävelyn ja pyöräilyn edistämisohjelma	Y	

4.3 TIELIIKENTEEN KASVIHUONEKAASUPÄÄSTÖT JA TALOUSVAIKUTUKSET ILMASTOPANEELIN POLITIIKKA- JA VERTAILUSKENAARIOISSA

Kuvassa 3 ja taulukossa 10 on esitetty WAM-IP-skenaarion kasvihuonekaasupäästöt ja talousvaikutukset verrattuna Ilmastopaneelin vertailuskenaarioon (VER-IP). VER-IP-skenaarion sähköistymisen pohjaksi on valittu WEM-2023-skenaarion mukainen hitaampi sähköistymisen kehitys, Siihen on sisällytetty PM Orpon hallituksen jakeluvelvoitemuutoslain esitykset ja liittyminen EU:n polttoaineen jakelijoiden päästökauppaan (ETS2). Jakeluvelvoitteen alentamisen täysimittaisen toimeenpanon ajatellaan hidastavan sähköistymistä fossiilisten polttoaineiden hinnan alennuksen kautta, minkä takia VER-IP-skenaarion sähköistymisen ei voida ajatella noudattavan WEM-2024-skenaariota. WAM-IP-skenaario pohjautuu WEM-2024-skenaarion tapaiseen nopeaan sähköistymiseen, mutta jakeluvelvoitteen taso on muutettu luvussa 4.1 esitetyn mukaisesti.

WAM-IP-skenaariossa tieliikenteen päästöt vähenevät tavoitteen mukaisesti 50 % vuonna 2030 vuoteen 2005 verrattuna. Päästöt vähenevät vuosina 2025–2030 siten, että tieliikenne täyttää osuutensa taakanjakosektorin päästöbudjetissa pysymisessä. Arvioon liittyy kuitenkin epävarmuutta. Esimerkiksi polttoaineen jakelijoiden päästökaupan päästöoikeuksien hinta saattaa olla käytettyä oletusta (50 €/t) huomattavasti korkeampi (Rickels ym. 2023). Korkeamman päästöoikeuden hinnan seurauksena päästöt vähenisivät Suomessakin nopeammin.

Vertailuskenaariossa (VER-IP) kasvihuonekaasupäästöt jäävät 0,5 Mt CO_2-ekv. korkeammalle tasolle vuonna 2030 kuin WAM-IP-skenaariossa. Kumulatiivisten päästöjen osalta ero on peräti 4,2 Mt vuosina 2023–2030, joka VER-IP-skenaariossa vaarantaa taakanjakosektorin tavoitteiden toteutumisen myös päästöbudjetin näkökulmasta. Kumulatiivisen päästöeron taloudellinen arvo on 126–1 260 miljoonaa euroa, kun lähtökohdaksi otetaan VM:n arvio taakanjakosektorin päästöyksikön hinnasta (30–300 €/t) (HE 53/2023). Tämä kustannus pitäisi lisätä VER-IP-skenaarion kumulatiivisten kokonaiskustannusten päälle, jos taakanjakosektorin päästötavoitteet eivät toteudu kyseisen määrän verran.



Kuva 3: Tieliikenteen CO_2-päästöjen kehitys VER-IP- ja WAM-IP-skenaarioissa.

Jos taakanjakosektorin päästöt vähenevät tavoitteita enemmän WAM-IP-skenaariossa, niin tavoitteiden ylityksillä voidaan paikata EU:n maankäyttösektorin (LULUCF) velvoitteen mittavaa alijäämää, joka on syntymässä jo velvoitekaudelta 2021–2025 (YM 2024). Todennäköisesti maankäyttösektorilla muilta jäsenmailta ostettavat nieluyksiköt ovat selvästi halvempia kuin taakanjakosektorin päästöyksiköt, jos nieluyksiköitä on saatavilla. Yksiköiden hintaan liittyy kuitenkin epävarmuutta. Jos niitä ei ole riittävästi saatavilla eikä Suomi pysty hyvittämään niillä kuin osin maankäyttösektorin vuosilta kertyvää 2021–2025 alijäämää, niin jäljelle jäänyt alijäämä siirtyy taakanjakosektorin velvoitteeksi kerrottuna 1,08:lla. Tämä johtaisi siis tilanteeseen, jossa taakanjakosektorin päästöjä tulisi vähentää aiemmin sovittua enemmän, koska taakanjakosektorin ylijäämällä voidaan paikata maankäyttösektorin alijäämää ja siten sen siirtymistä lisäkertoimella taakanjakosektorin rasitteeksi. Tällöin liikenteen päästöjen hyvällä WAM-IP-skenaarion tuloksella olisi sama taloudellinen arvo kuin, jos taakanjakosektorin tavoitteet olisivat jäämässä alle tavoitteen.

Tilanteessa, jossa Suomi joutuisi ostamaan päästöyksiköitä muilta jäsenvaltioilta taakanjakosektorin päästötavoitteiden saavuttamiseksi, VER-IP-skenaarion kokonaiskustannus olisi noin 220 miljardia euroa vuosina 2023–2030. Tämän seurauksena myös WAM-IP-skenaariossa päästöjen kustannusvaikuttavuus ilman veroja paranisi arvoon 84 €/t tai jopa arvoon –186 €/t, mikä tarkoittaa, että WAM-IP-skenaario ja liikenteen päästövähennystavoitteiden saavuttaminen on suuremmilla päästöyksikköhinnoilla (>155 €/t) yhteiskuntataloudellisesti kannattavampaa kuin vertailuskenaarion mukainen tavoitteiden saavuttamatta jättäminen. Tilanne on siis hyvin erilainen, jos katsotaan pelkästään skenaarioiden välisiä suoria kustannuseroja taulukossa 10, jossa VER-IP-skenaarion kokonaiskustannukset olisivat vuosina 2023–2030 noin 480 miljoonaa euroa pienemmät kuin WAM-IP-skenaariossa. Päästöyksiköiden saatavuus muilta EU-jäsenmailta, kuten myös päästöyksiköiden hinta, on kuitenkin epävarmaa.

WAM-IP-skenaarion seurauksena tieliikenteeseen tulee täyssähköhenkilöautoja 142 000 kappaletta enemmän kuin VER-IP-skenaariossa. Vastaavasti sähkökuorma-autoja tulee 1 353 kappaletta

enemmän. Jos ajatellaan, että nämä sähköiset kulkuneuvot olisivat korvautuneet polttomoottoriajoneuvoilla siten, että yksi kolmasosa henkilöautoista olisi ladattavia hybridiautoja ja kuorma-autot dieselautoja niin ne aiheuttaisivat noin 2 Mt CO_2-ekv. päästölisän seuraavalla vuosikymmenellä tieliikenteessä. Jos näiden päästöjen hinnat lasketaan taakanjakosektorin keskimääräisellä päästöyksikköhinnalla 165 €/t (30–300 €/t), niiden kustannukseksi tulee noin 330 miljoonaa euroa. WAM-IP-skenaarion vältetyt tulevaisuuden päästökustannukset tulisi laskea sen hyödyksi.

WAM-IP-skenaariossa fossiilisten polttoaineiden tuonti vähenee noin miljardilla litralla, millä on vaikutus Suomen vaihtotaseeseen, sillä niitä korvaava sähkö on pitkälti kotimaista. Vaihtotaselaskemien tulisi koskea jo vuosia 2024–2030 sekä myös seuraavaa vuosikymmentä, kun autot ovat tieliikenteessä. Tämän vaihtotasehyödyn kumulatiivinen vaikutus on WAM-IP-skenaarion eduksi noin 600 miljoonaa euroa vuosina 2024–2030 (1 mrd. litraa on noin 800 000 tonnia fossiilista polttoainetta, hinta AFRY:n (Sipilä & Lottonen 2024) mukaan noin 750 €/t).

Tässä raportissa kokonaiskustannuksiksi on laskettu myös sähköauton hankintakulut, jotka ovat laskentamallissa henkilöautojen kohdalla keskimäärin noin 15 000 euroa kalliimpia kuin polttomoottoriautojen. Kuorma-autoissa ero on selvästi suurempi ja laskennassa sähkökuorma-auton hankintahinnan on arvioitu olevan 2,5-kertainen dieseliä käyttävään kuorma-autoon verrattuna. Sähköautojen aiheuttama heikennys vaihtotaseeseen on vuosina 2024–2030 miljardin luokkaa, kun otetaan huomioon myös suomalaisten myyjien saama osuus hinnasta ja autojen hintaerojen kaventuminen vuosikymmenen loppuun mennessä. Sähköajoneuvojen kalliimpi hankintahinta siis syö fossiilisten polttoaineiden tuonnin vähenemisen aiheuttaman vaihtotasehyödyn vuosina 2024–2030, mutta tällä vuosikymmenellä hankittujen ajoneuvojen erojen mukaanotto seuraavan vuosikymmenen laskelmissa kääntää taloudellisen lopputuloksen sähköistymisen vauhdittamisen eduksi.

Suuremmat sähköautomäärät näyttäytyvät suurempina kokonaiskustannuksina WAM-IP-skenaariossa. Kaiken kaikkiaan henkilöautojen ja kuorma-autojen hankintahinnan yhteenlaskettu kustannuslisä WAM-IP-skenaarion laskelmissa on yli miljardi euroa VER-IP-skenaarioon nähden. Todellisuudessa sähköajoneuvot ovat kuitenkin omistajilleen edullisempia, kun otetaan huomioon ajoneuvojen elinkaarikustannukset vuoden 2030 jälkeen (Suomen ilmastopaneeli 2024). Päästövähennyskustannukset ovat siten omistajien näkökulmasta negatiivisia.

Sähköautojen määrä vaikuttaa myös vuoden 2030 jälkeisten ilmastolain (423/2022) mukaisten päästötavoitteiden saavuttamiseen. Tavarakuljetusten osalta käytössä oleva laskentatyökalu ei laske vaikutuksia sähkökuorma-autojen yleistymiseen, mutta hyvin todennäköisesti myös tällaisia vaikutuksia on. Todennäköisesti jakeluvelvoitteen tasolla on vaikutuksia myös kuljetusmuotojakaumaan korkeamman jakeluvelvoitteen tehdessä raidekuljetuksista suhteellisesti tiekuljetuksia kannattavampia, mutta kuljetusmuotojakauman vaikutuksia ei ole tässä laskennassa otettu huomioon.

Tieliikenteen sähköistymiseen liittyy myös latausasemien kuluja, jotka lisäävät kokonaiskuluja WAM-IP-skenaariossa. Kulut ovat investointeja, jotka lisäävät asuntojen ja liiketilojen arvoa eivätkä siten ole omistajilleen pelkästään kuluja. Nämä kulut tai niistä saatavat taloudelliset hyödyt eivät ole laskelmissa mukana. Tieliikenteen sähköistymisen infrastruktuuri-investoinnit puolestaan tukevat kotimaista työllisyyttä ja osaamisen kasvattamista, ja luovat sitä kautta myös uusia vientimahdollisuuksia.

Suomi on saanut elpymis- ja palautumisrahoja (Recovery and Resilience Facility, RRF) EU:lta, joiden edellytyksenä on ollut, että Suomi pystyy vähentämään liikenteen päästöjään vuoteen 2025 mennessä 29 %:lla. Hallituksen linjaukset jakeluvelvoitteen alentamisesta uhkaavat päästötavoitteen toteutumista. Tavoite ei toteudu PM Orpon hallituksen linjauksia noudattelevassa VER-IP-skenaariossa, jolloin Suomi

joutuisi palauttamaan saamiaan RRF-varoja EU:lle. Palautettava rahamäärä ei ole tiedossa, mutta se voi olla useita kymmeniä miljoonia. Mahdollisesti palautettavat RRF-varat olisi lisättävä VER-IP-skenaarion kuluksi.

Taulukon 10 lukuarvoja on siis katsottava uudella tavalla, kun edellä mainitut näkökohdat otetaan huomioon WAM-IP- ja VER-IP-skenaarioiden tulosten tulkinnassa. Nämä muut kustannukset on koottu taulukkoon 11. Lisäksi taulukkoon on koottu joukko Ilmastopaneelin skenaarioon sisällytettyjä tukia ja avustuksia, joita ei ole otettu huomioon taulukon 9 laskelmissa. Lopputuloksena on, että vaikka vuosien 2023–2030 yhteenlasketut kustannukset näyttäytyvät pienempinä VER-IP-skenaariossa, niin päästövähennystoimien tekemättömyys tulee kalliimmaksi, kun otetaan huomioon myös mahdolliset seuraavan vuosikymmenen kustannukset. Lisäksi tulee ottaa huomioon, että EU:n säännöissä taakanjakosektorin tavoitteista jääminen johtaa siihen, että päästöylitys siirtyy 1,08 kerrottuna seuraavan velvoitekauden päästövähennyksien päälle. Tämän mahdollista talousvaikutusta ei olla tässä yhteydessä otettu huomioon.

Taulukko 10: Ilmastopaneelin vertailuskenaarion (VER-IP) ja politiikkaskenaarion (WAM-IP) kasvihuonekaasupäästö- ja talousvaikutukset.

Vaikutusmuuttuja	VER-IP	WAM-IP	Erotus (WAM-VER)
CO_2-päästöt vuonna 2030 (Mt CO_2)	6,29	5,83	-0,46
KHK-päästöt vuonna 2030 (Mt CO_2-ekv.)	6,39	5,92	-0,47
CO_2-päästöt 2023–2030 (Mt)	64,69	60,51	-4,18
KHK-päästöt 2023–2030 (Mt CO_2-ekv.)	65,69	61,45	-4,24
Kustannukset vuonna 2030 (mrd. €)	27,70	27,63	-0,07
Kustannukset 2023–2030 (mrd. €)	219,48	219,96	0,48
Verotulot vuonna 2030 (mrd. €)	6,12	5,83	-0,29
Verotulot 2023–2030 (mrd. €)	53,20	51,81	-1,39
Täyssähköhenkilöautojen määrä 2030 (kpl) ja osuus autokannasta	448 579, 18,2 %	590 195, 23,9 %	141 616
Täyssähkökuorma-autojen määrä 2030 (kpl)	1 023	2 376	1 353
Henkilöautoilun kustannukset vuonna 2030 (snt/km)	41,88	41,92	-0,04
Kustannusvaikuttavuus, sis verot (€/t)		114	114
Kustannusvaikuttavuus, ilman veroja (€/t)		445	445

Taulukko 11: Ilmastopaneelin vertailuskenaarion (VER-IP) ja politiikkaskenaarion (WAM-IP) muut kustannusvaikutukset (milj. €) vuosina 2023–2030 kuin taulukossa 10 esitetyt laskentamalliin sisällytetyt kustannukset.

Toimenpiteet	**VER-IP**	**WAM-IP**	**Erotus (VER-WAM)**
Taakanjakosektorin muilta jäsenmailta ostettavat päästöyksiköt, jos Suomi ei saavuta taakanjakosektorin tavoitetta	126–1 260		126–1 260
EU:lle palautettavat RRF-rahat, jos vuoden 2025 liikenteen päästötavoitetta ei saavuteta	?		- ?
Pienemmän sähköajoneuvokannan aiheuttama päästövaikutus 2031–2040	60–600		60–600
Sähköisten kuorma-autojen hankintatuki 2025–2030		30	-30
Joukkoliikenteen ilmastoperusteinen valtionavustus 2025–2030		108	-108
Kävelyn ja pyöräilyn investointiohjelma		21	-21
Julkisen pikalatausverkoston tukeminen		21	-21
Yhteensä	**186–1860**	**180**	**6–1 680**

Verotulojen vähentyminen WAM-IP-skenaariossa johtuu ennen kaikkea fossiilisten polttoaineiden käytön vähenemisestä. Vuonna 2030 verokertymä on 290 miljoonaa euroa vähemmän kuin VER-IP-skenaariossa. Lähtökohtana ei kuitenkaan voi olla, että fossiilisten polttoaineiden käyttöä pitää jarruttaa verotulojen pienemisen takia. Tieliikenneverotus vaatii uudistuksen, joka säilyttää jatkossakin sähköautoon siirtymisen houkuttelevuuden fossiilisilla polttoaineilla käyviin polttomoottoriautoihin nähden. Kustannuserittelyt vuodelle 2023 ja vuodelle 2030 VER-IP- ja WAM-IP-skenaarioiden osalta esitetään liitteessä 1.

On tärkeä huomata, ettei esitetty Ilmastopaneelin politiikkaskenaario (WAM-IP) sisällä kaikkia PM Orpon hallituksen tieliikenteen päästökehitykseen vaikuttavia päätöksiä ja esityksiä. WAM-IP-skenaarion ulkopuolelle jäävien esitysten yhteisvaikutusta ei ole pystytty tässä yhteydessä arvioimaan, mutta kokonaisuudessaan ne heikentävät tieliikenteen päästövähennyskehitystä. Ne ja autokannan kehitykseen liittyvät muut epävarmuustekijät vaikuttavat siihen, että WAM-IP ei välttämättä tuota toivottua lopputulosta vuonna 2030 ja kumulatiiviset päästöt kasvavat arvioidusta määrästä. Tämän perusteella WAM-IP-skenaarioon sisällytettyjen toimenpiteiden vaikutustasoista ei ole syytä poiketa alaspäin.

4.4 TIELIIKENTEEN ELINKAARISET KASVIHUONEKAASUPÄÄSTÖT

Taulukossa 12 on esitetty WAM-IP kaltaisen skenaarion Suomen tieliikenteen kasvihuonekaasupäästökehitys liikennesektorilla ja epäsuorat elinkaariset kasvihuonekaasupäästöt tieliikenteen ulkopuolella vuosina 2024–2030. Tässä yhteydessä esitettävä WAM-skenaarion mukainen tietoaineisto perustuu suoraan WEM-2024-tietoaineistoon (Koljonen ym. 2024), mutta jakeluvelvoite on kuitenkin muutettu edellä esitetyn WAM-IP-skenaarion mukaisesti. Taulukosta huomataan, että Suomen tieliikenteen elinkaarisista kokonaispäästöistä noin 50 % tapahtuu tieliikennesektorin ulkopuolella.

Suurin epäsuora päästö syntyy fossiilisten polttoaineiden valmistuksesta ja seuraavaksi suurin päästöerä ajoneuvojen valmistuksesta. Biopolttoaineiden valmistuksen epäsuorien maankäyttömuutosten (ILUC) päästövaikutukset ovat lähes ajoneuvojen valmistuksen suuruisia. Fossiilisten polttoaineiden valmistuksen päästöt tapahtuvat nykyisin suurimmaksi osaksi Suomessa, kun taas ajoneuvojen valmistuksen päästöt aiheutuvat käytännössä ulkomailla. Biopolttoaineiden valmistuksen päästöjen kotimaisuudesta ei tässä yhteydessä esitetä arviota, koska vaikka Energiavirasto (2024) julkaiseekin vuosittain Suomessa jaeltavan biopolttoaineen valmistuksessa käytetyt raaka-aineet ja niiden alkuperämaat[3], valmistuksessa käytettyjen raaka-aineiden kokonaismääristä ja osuuksista ei ole julkisia tietoja. Vastaavasti myöskään biopolttoaineiden valmistuksen ILUC-päästöjen osalta ei pystytä arvioimaan niiden kotimaisuutta. Sähköntuotannon päästöt tapahtuvat kotimaassa noin 90 prosenttisesti, mutta niiden merkitys tieliikenteen kokonaispäästöissä on hyvin vähäinen.

Taulukon laskentaperusteet on esitetty yksityiskohtaisesti liitteessä 3. ILUC-arvot on laskettu EU:n keskimääräisten biopolttoaineiden sekoitteiden päästökertoimien perusteella, koska Suomessa jaeltavien biopolttoaineiden valmistuksessa käytettyjen raaka-aineiden määristä ei ole avointa tietoa. ILUC-arvioihin liittyy erittäin suurta epävarmuutta. Jos ILUC-päästöt lasketaan liitteessä 3 esitetyillä päästökertoimilla, joissa on pyritty arvioimaan Suomessa mahdollisesti jaossa olevia biopolttoaineita ja niiden määräsuhteita, päädytään lähes kaksi kertaa pienempiin ILUC-päästöihin kuin taulukossa 12. Näissä kotimaisissa päästökertoimissa ei kuitenkaan ole otettu huomioon mäntyöljypohjaisen biodieselin kotimaisia ILUC-päästöjä tai sähköntuotannon puupohjaisen raaka-aineiden päästöjä, jotka syntyvät maankäyttösektorin eli LULUCF-sektorin nielun pienenemisen seurauksena, kun puuta hakataan. Tämä ILUC-päästö saattaa johtaa biodieselin käytön suhteen selvästi suurempaan elinkaariseen kokonaispäästöön kuin mitä fossiilisen dieselin elinkaaripäästöt aiheuttavat ainakin kymmenien vuosien aikajänteellä. Puun käytön päästöarviointiin liittyy menetelmällistä vaikeutta, myös sähköntuotannon yhteydessä. Puupohjaisen biodieselin päästöjen arviointiin tarvittavat lähtötiedot eivät ole avoimesti saatavilla. Kotimaisissa päästökertoimissa ei ole myöskään otettu huomioon palmuöljypohjaisen biodieselin koostumusta. Suomessa jaeltavassa palmuöljypohjaisessa uusiutuvassa dieselissä on nykyisin komponentteja, joiden käyttö muissa Pohjoismaissa on kiellettyä nimenomaan niiden suurten välillisten ILUC-päästövaikutusten takia (Energiavirasto 2024). Suuren ILUC-päästöriskin takia EU kieltää palmuöljypohjaisen biodieselin käytön vuoden 2026 jälkeen (EU 2023).

[3]Vuonna 2022 alkuperämaat olivat Suomi, Alankomaat ja Singapore.

Taulukko 12: Tieliikenteen elinkaariset kokonaispäästöt (kt CO_2-ekv.) WEM-2024-skenaariossa eli WAM-IP:n kaltaisessa skenaariossa vuosina 2024–2030. Sähkön päästöissä vuosina 2028–2030 on mukana myös synteettisten sähköpolttoaineiden (RFNBO) valmistuksen päästöt.

Vuosi	Tieliikenne	Ajoneuvojen		Fossiilisten polttoaineiden valmistus	Biopolttoaineiden valmistus	Biopolttoaineiden ILUC	Sähkö	Yhteensä
		valmistus	huolto					
2024	9 343	1 635	303	2 616	1 035	947	72	15 952
2025	7 583	1 648	295	2 123	1 837	1 877	85	15 448
2026	7 387	1 655	287	2 068	1 820	1 760	93	15 070
2027	7 052	1 665	279	1 975	1 872	1 790	97	14 729
2028	6 697	1 714	270	1 875	1 922	1 669	160	14 307
2029	6 352	1 812	263	1 778	1 982	1 644	150	13 982
2030	5 892	1 923	257	1 650	2 122	1 850	236	13 930
Yht.	50 306	12 053	1 955	14 086	12 590	11 536	893	103 419

Taulukon 12 lähtökohtana olevassa WEM-2024-skenaariossa oletetaan, että liikenteen sähköistyminen tapahtuu nopeasti. PM Orpon hallitusohjelman (Valtioneuvosto 2023) linjausten toteutuessa samalla kun talouden epävarmuus korkeine korkoineen jatkuu sähköistyminen voi edetä kuitenkin huomattavasti hitaammin kuin WEM-2024-skenaariossa on oletettu. Tämän takia WEM-2023-skenaario antanee paremman vertailupohjan tilanteeseen, jossa PM Orpon hallituksen jakeluvelvoitetta koskevat linjaukset toteutuvat. Tässä yhteydessä esitettävä VER-IP-skenaarion mukainen tietoaineisto perustuu suoraan VTT:n laatimaan WEM-2023-tietoaineistoon (Lauhkonen ja Markkanen 2023), mutta jakeluvelvoite ja sitä kautta päästöarviot on muutettu edellä esitetyn VER-IP-skenaarion mukaisesti.

Taulukossa 13 on esitetty VER-IP:n kaltaisen skenaarion elinkaariset kasvihuonekaasupäästötiedot vuosina 2024–2030. Kun verrataan taulukoiden 12 ja 13 tuloksia huomataan, että VER-IP:n kaltainen skenaario aiheuttaa myös tieliikenteen ulkopuolella WAM-IP:n kaltaista skenaariota enemmän päästöjä tieliikennesektorilla, kun ILUC-päästöt ovat mukana.

Taulukko 13: Tieliikenteen elinkaariset kokonaispäästöt (kt CO_2-ekv.) WEM-2023-skenaariossa, jossa jakeluvelvoitetiedot vastaavat PM Orpon hallituksen päätöksiä ja esityksiä, eli VER-IP:n kaltaisessa skenaariossa vuosina 2024–2030. Sähkön päästöissä vuosina 2028–2030 on mukana myös synteettisten sähköpolttoaineiden (RFNBO) valmistuksen päästöt.

Vuosi	Tieliikenne	Ajoneuvojen		Fossiilisten polttoaineiden valmistus	Biopolttoaineiden valmistus	Biopolttoaineiden ILUC	Sähkö	Yhteensä
		valmistus	huolto					
2024	9 425	1 564	301	2 639	1 030	941	70	15 970
2025	9 340	1 615	294	2 615	1 019	853	76	15 812
2026	8 886	1 632	289	2 488	1 165	960	87	15 507
2027	8 418	1 626	283	2 357	1 313	1 124	93	15 213
2028	7 327	1 681	276	2 052	1 680	1 379	129	14 523
2029	7 090	1 773	268	1 985	1 693	1 312	117	14 239
2030	6 745	1 872	261	1 889	1 618	1 297	162	13 843
Yht.	57 230	11 763	1 972	16 024	9 517	7 866	735	105 107

Jos alkuperäisen WEM-2023-skenaarion, jossa jakeluvelvoitetiedot vastaavat PM Orpon hallituksen esityksiä edeltävää tilannetta vuoden 2024 tietoja lukuun ottamatta (taulukko 14), elinkaarisia kasvihuonekaasupäästöjä verrataan PM Orpon hallituksen mukaisiin jakeluvelvoite-esityksiin perustuvaan WEM-2023-skenaarioon (taulukko 13, VER-IP:n kaltainen skenaario), huomataan, että hallituksen esityksen elinkaariset kokonaispäästöt tieliikenteessä 2024–2030 eivät käytännössä eroa WEM-2023-skenaarion (nykylainsäädännön mukainen jakeluvelvoite) elinkaarisista päästöistä (taulukko 14). Se, mikä menetetään tieliikenteen päästövähennyksissä, voitetaan biopolttoaineiden epäsuorissa päästöissä. Arvio kertoo vain suuruusluokan, koska kuten edellä todettiin, biopolttoaineiden päästöarviointeihin liittyy suuria epävarmuuksia. Toisaalta tällaisten skenaarioiden välinen vertailu ei ole realistinen, koska biopolttoaneiden erot skenaarioissa vaikuttavat fossiilisten polttoaineiden pumppuhintoihin ja sitä kautta sähköistymiskehityksen eroihin eri skenaarioiden välillä.

Tulosten perusteella voidaan sanoa, että biopolttoaineiden käyttö yhdessä sähköistymisen vauhdittamisen kanssa on kokonaisuus, jolla voidaan varmistaa Suomen tieliikenteen päästöjen puolittaminen vuoteen 2030 mennessä lineaarisella päästövähennyspolulla. Samanaikaisesti aiheutetaan vähemmän päästöjä globaalisti kuin alentamalla jakeluvelvoitetta hallituksen suunnittelemalla tavalla, vaikka biopolttoaineiden valmistus aiheuttaakin huomattavia päästöjä. Jatkossa on tärkeää varmistaa, että Suomessa käytetään mahdollisimman kestäviä biopolttoaineita. Biopolttoaineiden käytön kasvattamisen sijaan vuoden 2030 jälkeen ajoneuvojen päästöjä tulee vähentää ensisijaisesti sähköistymisen tai elinkaaripäästövaikutuksiltaan alhaisten synteettisten sähköpolttoaineiden avulla.

Taulukko 14: Tieliikenteen elinkaariset kokonaispäästöt (kt CO_2-ekv.) WEM-2023-skenaariossa, jossa jakeluvelvoitetiedot vastaavat tilannetta ennen PM Orpon hallituksen päätöksiä ja esityksiä, vuosina 2024–2030.

Vuosi	Tieliikenne	Ajoneuvojen		Fossiilisten polttoaineiden valmistus	Biopoltto-aineiden valmistus	Biopoltto-aineiden ILUC	Sähkö	Yhteensä
		valmistus	huolto					
2024	9 425	1 564	301	2 639	1 030	941	70	15 970
2025	7 801	1 615	294	2 184	1 833	1 866	76	15 669
2026	7 669	1 632	289	2 147	1 794	1 599	87	15 217
2027	7 394	1 626	283	2 070	1 846	1 630	93	14 943
2028	7 113	1 681	276	1 992	1 874	1 513	129	14 578
2029	6 835	1 773	268	1 914	1 913	1 469	117	14 289
2030	6 428	1 872	261	1 800	2 006	1 487	167	14 016
Yht.	52 666	11 763	1 972	14 746	12 297	10 504	735	104 683

4.5 SKENAARIOIHIN LIITTYVIÄ TERVEYSVAIKUTUSNÄKÖKOHTIA

4.5.1 Pienhiukkaset

Tieliikenteen aiheuttamien pienhiukkas- ja typpidioksidi (NO_2) -päästöjen terveysvaikutusten arvioinnin lähtökohtana on LVM:n fossiilittoman liikenteen tiekartan (LVM 2021) perus- (WEM-LVM 2021) ja politiikkaskenaariot (WAM-LVM 2021). Kyseiset skenaariot ovat olleet myös KAISUn käytössä (YM 2022). Terveysvaikutusarvioinnin perusteet on esitetty näiden skenaarioiden osalta liitteessä 5.

Uusien ajonevojen pienhiukkaspäästöt vähenevät uusien pakokaasunormien myötä nopeasti. Altistustasojen kumulatiivisia jakaumia tarkastellessa nähdäänkin erityisesti pakokaasupäästöistä aiheutuvan altistumisen selvä väheneminen, kun taas katupölylle altistuminen pysyy samana tai voi jopa kasvaa ajoneuvojen ajosuoritteen kasvun myötä vuosien 2020 ja 2030 välillä.

Lähtötilanteessa 2020 arvioitiin tieliikenteen pakokaasujen ja pölyn pienhiukkaspäästöjen aiheuttaneen 255 kuolemantapausta ja 4 490 elinvuoden menetystä (ennenaikaisen kuoleman takia menetetyt elinvuodet, YLL). Vuoteen 2030 mennessä on odotettavissa WEM-LVM 2021-skenaarion myötä noin 50 kuolemantapausta vähemmän ja 860 säästettyä elinvuotta. Politiikkaskenaariolla (WAM-LVM 2021) voidaan arvion mukaan säästää lisäksi noin 8 kuolemantapausta ja 130 elinvuotta.

WEM-2024-skenaariossa, joka vastaa pitkälti WAM-IP-skenaariota, vanhojen polttomoottoriautojen, jotka aiheuttavat käytännössä pakokaasujen pienhiukkaspäästöt, määrät ovat tieliikenteessä käytännössä hyvin samanlaiset kuin WAM-LVM 2021 -skenaariossa (liite 5). Sen sijaan pölypäästöissä erot ovat selvästi suuremmat skenaarioiden välillä WEM-2024-skenaarion eduksi kuin mitä ne ovat WEM-LVM 2021 ja WAM-LVM 2021 -skenaarioiden välillä. Pienhiukkasten aiheuttama kuolleisuus siis vähenee ja elinvuosia säästyy enemmän WAM-IP-skenaariossa kuin WAM-LVM 2021 -skenaariossa.

Pölypäästöjä selittävät ajosuoritteet, ajoneuvojen massat sekä mahdollisesti ajotavat ja -teknologiat. Tässä yhteydessä skenaarioiden välisten pölypäästöjen eroa on hahmoteltu pelkästään ajosuorite-erojen perusteella. Ilmastopaneelin autokantamallilla simuloiduissa WEM-LVM 2021- ja WAM-LVM 2021 -skenaariotilanteissa ajoneuvosuoritteet erosivat noin kolme miljardia kilometriä vuonna 2030 niiden ollessa pienemmät WAM-LVM 2021 -skenaariossa. Pienhiukkasten terveysvaikutukset jäävät kuitenkin melko pieniksi skenaarioiden välillä, kuten edellä todettiin. Ilmastopaneelin vertailuskenaariossa (VER-IP) ajosuoritteet WAM-2023 tietojen perusteella ovat puolestaan noin 0,9 miljardia kilometriä suuremmat kuin WAM-IP-skenaariossa.

Tätä eroa ei voi kuitenkaan suoraan käyttää perusteena sille, että WAM-IP-skenaarion toimet johtaisivat vähäisempiin terveysvaikutuksiin vertailuskenaarioon nähden, sillä ajosuoritteiden arviointiperuste eri skenaarioissa on erilainen. WAM-IP-skenaariossa on enemmän sähköautoja kuin VER-IP-skenaariossa. Sähköautojen suuremman määrän pitäisi johtaa myös suurempaan ajomäärään, koska sähköautoilla oletetaan ajettavan polttomoottoriautoja enemmän (Moilanen ym. 2022). Käytännössä WAM-IP-skenaarion vaikutusero vertailuskenaarioon (VER-IP) on hyvin pieni, puhutaan kenties muutaman kuolemantapauksen erosta vuonna 2030.

4.5.2 Typpidioksidi

Pakokaasujen typen oksideissa terveyteen vaikuttava komponentti on typpidioksidi NO_2. Haitallisuus riippuu siitä, ylittävätkö NO_2-pitoisuudet terveysvaikutusten kannalta kriittisen kynnysarvon. Tämän kynnysarvon ylittyminen Suomessa aiheutuu eri typpioksidipäästölähteiden yhteisvaikutuksesta, jossa myös typen kaukokulkeumalla on merkitystä. Tässä yhteydessä ei olla pystytty arvioimaan tieliikenteen aiheuttamaa kuolleisuutta lähtötilanteessa 2020. LVM:n WEM- ja WAM-skenaarioiden tieliikennepäästöjen vaikutusarviot on tehty suhteessa kaikkien typpidioksidilähteiden aiheuttamaan kuolleisuuteen ja ennenaikaisen kuoleman takia menetettyihin elinvuosiin nähden (liite 5). LVM:n WEM- ja WAM-skenaarioiden vaikutusarviot vuodelle 2030 ovat lähes identtiset eikä WAM-LVM 2021 -skenaarion lisätoimenpiteillä vaikuttaisi olevan juuri merkitystä väestön altistukseen. Kuolleisuudessa voitaisiin WAM-LVM 2021 -skenaariossa säästää yksi kuolemantapaus ja kymmenen elinvuotta enemmän kuin WEM-skenaariossa vuoden 2030 tilanteessa (liite 5).

Uusien polttomoottoriautojen typen oksidi (NO_X) -päästöt ja siten myös tieliikenteen aiheuttamien NO_2-pitoisuusylitysten määrät vähenevät nopeasti uusien pakokaasunormien myötä. Päästöarviointitietojen perusteella (liite 5, taulukko 1) WEM-2024-skenaariossa, joka käytännössä vastaa lähinnä WAM-IP-skenaariota, NO_X-päästöt vähenevät vuodesta 2020 vuoteen 2030 hieman enemmän kuin WAM-LVM 2021 -skenaariossa. Toisaalta ero on pienempi kuin WEM-LVM 2021 ja WAM-LVM 2021 -skenaarioiden välinen päästöero, joka arvioitiin vaikutuksiltaan vähäiseksi vuonna 2030. Uusien polttomoottoriautojen ero sähköautoihin on vähäinen, joten Ilmastopaneelin vertailuskenaarion (VER-IP) ja politiikkaskenaarion (WAM-IP) välisen eron typpioksidipitoisuuksien osalta voidaan olettaa olevan hyvin pieni tehdyn LVM:n WEM- ja WAM-skenaariotarkastelujen vaikutusarvion perusteella. Tämän myötä VER-IP ja WAM-IP-skenaarioiden välinen ero terveysvaikutuksissa on todennäköisesti pienempi kuin pienhiukkaspäästöjen yhteydessä. Tässä yhteydessä politikkaskenaario WAM-IP tuottaa paremman lopputuloksen.

4.5.3 Muita terveysnäkökohtia

Aiemman suomalaisen liikenteen terveysvaikutusten arvioinnin tulokset osoittivat, että pienhiukkasten osuus terveyshaitoista oli 20 % ja liikennemelun 19 %, kun aktiivisen liikkumisen terveyshyödyt olivat lähes kaksinkertaiset kaikkiin liikenteen terveyshaittoihin verrattuna (Lehtomäki ym. 2021). Aktiivista liikkumista lisäämällä ja moottoriliikennettä vähentämällä saavutettaisiin Suomessa suuria

terveyshyötyjä. Eurooppalaisessa liikkumisen kustannushyötyanalyysissä havaittiin, että autoilu tuottaa lisäkustannuksia 0,11 €/km, kun pyöräily ja kävely tuottavat hyötyjä 0,18 € (pyöräily) ja 0,37 € (kävely) per kuljettu kilometri (Gössling S. ym. 2019). Tuoreessa tutkimuksessa Lontoossa aktiivisen liikkumisen infrastruktuuriin panostaminen tuotti investointeihin verrattuna kymmenkertaiset terveystaloudelliset hyödyt 20 vuoden aikajänteellä erityisesti vähäliikenteisillä asuinalueilla (Aldred ym. 2024).

Tässä työssä ei ole pystytty arvioimaan VER-IP- ja WAM-IP-skenaarioiden välistä eroa aktiivisen liikkumisen terveyshyötyjen näkökulmasta, mutta on ilmeistä, että WAM-IP-skenaariossa esitetty tuki pyöräilyn ja kävelyn edistämiseksi johtaa aktiivisen liikkumisen lisääntymiseen (jota PM Orpon hallitusohjelmassa tavoitellaan). Valtion vuoden 2024 talousarviossa joukkoliikenteen, kävelyn ja pyöräilyn edistämisen tukitasoa kuitenkin laskettiin.

Liikenteen sähköistyminen vähentää myös tieliikenteen melua. Euroopan ympäristökeskuksen mukaan (EEA 2020) Suomessa noin 600 000 ihmistä altistui vähintään 55 desibelin (lden, day-evening-night noise level) tieliikennemelulle vuonna 2017. Päiväajan keskiäänitaso ei saisi ylittää 55 desibelin päiväohjearvoa asumiseen käytettävillä alueilla, virkistysalueilla, taajamissa tai niiden välittömässä läheisyydessä sekä hoito- tai oppilaitoksia palvelevilla alueilla (Valtioneuvoston päätös melutason ohjearvoista 993/1992). Sähköajoneuvojen ollessa polttomoottoriajoneuvoja hiljaisempia niiden yleistyminen vähentää tieliikenteen meluongelmaa, mutta ei poista sitä kokonaan muun muassa rengasmelun takia. Vähäisemmälle liikennemelulle altistumisen terveysvaikutuksia ei ole kuitenkaan tässä työssä pystytty selvittämään.

4.6 LIIKENTEEN KUSTANNUSTEN KOHDENTUMINEN ERI TULOLUOKKIIN

Vernen tieliikenteen skenaariotyökalulla on tarkasteltu liikenteen kustannuksia (sisältäen kaikki autoilun ja julkisen liikenteen käytön kustannukset) eri skenaarioissa ja arvioitu niiden kohdentumista eri tuloryhmiin (taulukko 15).

Taulukosta nähdään, että WAM-IP-skenaariossa kotitalouksien liikennekustannukset ovat lähes samalla tasolla kuin lähtötaso vuonna 2023, ja vuonna 2030 VER-IP-skenaariossa. Alimman tuloluokan kotitalouksissa kustannukset ovat alhaisimmat, koska tällä tulotasolla kaupungeissa asuvilla kotitalouksilla autonomistus on vähäistä ja liikenteen kustannukset siten alhaiset.

Taulukko 15: Kotitalouksien tieliikenteen kustannukset tuloluokittain Ilmastopaneelin vertailu- (VER-IP) ja politiikkaskenaarioissa (WAM-IP).

Kotitalouden tuloluokka	Lähtötaso vuonna 2023 (€/km)	Kustannukset 2030 VER-IP (€/km)	Kustannukset 2030 WAM-IP (€/km)
0-19 999 €/v	0,303	0,301	0,301
20 000-39 999 €/v	0,358	0,360	0,361
40 000-59 999 €/v	0,364	0,365	0,366
60 000-79 999 €/v	0,348	0,349	0,351
80 000-99 999 €/v	0,320	0,320	0,321
100 000-119 999 €/v	0,322	0,321	0,323

5. YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Raportissa on analysoitu erilaisia tieliikenteen päästöihin vaikuttavia toimenpiteitä, joilla on suuri merkitys tieliikenteen päästötavoitteiden saavuttamisen näkökulmasta. Analyysin perusteella on muodostettu Ilmastopaneelin politiikkaskenaario (WAM-IP) eli toimenpiteiden kokonaisuus, jolla tieliikenteen päästöt puolitetaan tavoitteen mukaisesti vuoteen 2030 mennessä. Lisäksi WAM-IP toteuttaa lineaarista päästövähennyspolkua, joka varmistaa tieliikenteen kumulatiivisen päästöosuuden toteutumisen osana taakanjakosektorin päästövähennyspolkua. Politiikkaskenaarion (WAM-IP) päästö- ja talousvaikutuksia on verrattu vertailuskenaarioon (VER-IP), joka kuvaa tieliikenteen päästökehitystä vuoteen 2030 mennessä PM Orpon hallituksen jo tekemien päätösten ja esitysten perusteella. Skenaarioiden välinen vertailu on tehty myös tieliikenteen ulkopuolella tapahtuvien kasvihuonekaasupäästöjen, terveysvaikutusten sekä eri tuloluokkien kustannusvaikutusten osalta.

Suurimmat tieliikenteen päästötavoitteiden saavuttamisen haasteet liittyvät jakeluvelvoitteeseen kaavailtuihin muutoksiin. Jakeluvelvoitteen alentaminen PM Orpon hallituksen esityksen mukaisesti vuosina 2025–2027 ja jakeluvelvoitteeseen liittyvät muut lakiesitykset lisäävät kumulatiivisia päästöjä aikaisempaan jakeluvelvoitteen kehitysuraan nähden. Lisäksi ne hidastavat liikenteen sähköistymistä fossiilisten polttoaineiden alempien hintojen kautta, mikä näkyy myös päätevuoden 2030 suurempina päästöinä. Päästökehitys voi heikentyä myös, jos jakeluvelvoitteen täyttämättä jättämisen seuraamusmaksujen alentaminen toteutuu hallituksen esityksen mukaisesti vuosina 2025–2027. Jakelijoiden kannattaisi mahdollisesti pitäytyä 18 prosentin tasossa biopolttoaineen jakelussa ja maksaa sakkomaksu vähäpäästöisten polttoaineiden jakelun sijaan. Tämän riskin takia seuraamusmaksun alentamista ei pidä toteuttaa eikä sitä ole sisällytetty Ilmastopaneelin politiikkaskenaarioon. Sen vaikutuksia ei ole myöskään arvioitu Ilmastopaneelin vertailuskenaariossa olettaen, että jakelijat noudattavat lakia.

Jakeluvelvoitteen prosenttiosuudet on hallituksen esitysluonnoksessa suunniteltu pidettävän nykylainsäädännön tasolla vuosina 2028–2030. Samalla kuitenkin jakeluvelvoitteeseen ollaan sisällyttämässä julkisista latausasemista ladattu uusiutuva sähkö EU:n uusiutuvaa energiaa koskevan RED III -direktiivin mukaisesti. Tämä kasvattaa tieliikenteen päästöjä jakeluvelvoitteeseen sisällytettävän laskennallisen sähkömäärän energiasisällön verran, koska sähköä vastaava määrä bio- ja sähköpolttoaineita sekä vetyä jää lisäämättä jaettavaan liikennepolttoaineeseen.

Työssä tehtyjen analyysien ja laskelmien perusteella tieliikenteen riittävää päästökehitystä ei pystytä varmistamaan taakanjakosektorin tavoitteiden näkökulmasta millään muulla tavalla kuin palauttamalla jakeluvelvoite voimassa olevan jakeluvelvoitelain uralle vuodesta 2025 lähtien, joka on huomioitu WAM-IP-skenaariossa. Jotta julkisten latauspisteiden sähkön sisällyttäminen ei lisäisi päästöjä, jakeluvelvoitetta tulee korottaa jakeluvelvoitteeseen sisällytettävän uusiutuvan sähkön energiasisällön määrän verran aikaisempaan jakeluvelvoitekehitykseen nähden. Vastaava jakeluvelvoitteen nostaminen koskee myös jakeluvelvoitteeseen sisällytettävän välituotevedyn energiamäärää, tai sitten välituotevetyä ei tulisi sisällyttää jakeluvelvoitteeseen. Välituotevety ei vähennä tieliikenteen päästöjä.

Tieliikenteen kasvihuonepäästöjen puolittumisen (5,9 Mt CO_2-ekv) varmistamiseksi vuonna 2030 WAM-IP-skenaarioon on lisäksi sisällytetty joukko toimenpiteitä sähköistymisen edistämiseksi (raskaan liikenteen sähköistymisen ja latausasemien tuet). Lisäksi julkisen liikenteen, pyöräilyn ja kävelyn edistämisen tukea on skenaariossa jatkettu. WAM-IP- ja VER-IP-skenaarioissa on lähdetty siitä, että Suomi liittyy vuonna 2027 EU:n polttoaineen jakelijoiden päästökauppaan (ETS2), josta myös PM Orpon hallitus on tehnyt päätöksen.

Vertailuskenaariossa (VER-IP) vuoden 2030 tieliikenteen tavoitteesta jäädään peräti 0,5 Mt CO_2-ekv. VER-IP-skenaariossa kumulatiivinen päästö vuosina 2023–2030 on 4,2 Mt CO_2-ekv. suurempi kuin WAM-IP-skenaariossa, mikä vaarantaa taakanjakosektorin tavoitteiden toteutumisen myös päästöbudjettinäkökulmasta. Vaikka VER-IP-skenaariossa tieliikenteen kokonaiskulut (n. 219,5 miljardia euroa) vuosina 2023–2030 ovat noin 480 miljoonaa euroa pienemmät kuin WAM-IP-skenaariossa, tilanne on toinen, kun päästöjen vähentämisen tekemättömyyden kustannukset otetaan tarkastelussa huomioon. Jos Suomi ei saavuta taakanjakosektorin päästövähennysvelvoitettaan, se voi pyrkiä ostamaan muilta EU:n jäsenmailta päästöyksiköitä. Päästöyksiköiden saatavuus ja hinta ovat kuitenkin epävarmoja. Lisäksi sähköistymiskehityksen hidastuminen johtaa 2020-luvulla suurempaan polttomoottoriajoneuvojen määrään, jolloin niiden päästöjen rajoittaminen tulee aiheuttamaan kuluja 2030-luvulla. Kun tekemättömyyden kustannukset huomioidaan, raportissa tehtyjen arvioiden perusteella WAM-IP-skenaariossa kustannukset jäävät vähäisemmiksi, vaikka siinä esitetään yhteensä 180 miljoonan euron edestä tukia vuosille 2025–2030 tieliikenteen päästöttömyyden edistämiseksi. Sähköistymisen nopeuttaminen lisää myös uudenlaista taloudellista aktiviteettia latausinfran investointitarpeen myötä ja kasvattaa samalla vientiosaamista.

Verotulojen pieneneminen WAM-IP-skenaariossa johtuu ennen kaikkea fossiilisten polttoaineiden käytön vähenemisestä. Verokertymä on vuonna 2030 noin 290 miljoonaa pienempi kuin VER-IP-skenaariossa. Tieliikenneverotus vaatii uudistuksen, joka säilyttää jatkossakin sähköautoon siirtymisen houkuttelevuuden fossiilisilla polttoaineilla käyviin polttomoottoriautoihin nähden.

Tehdyn karkean arvioinnin perusteella noin puolet tieliikenteen elinkaarisista päästöistä aiheutuu tieliikennesektorin ulkopuolella vuosina 2023–2030. Tulokset osoittavat kuitenkin, että biopolttoaineiden käyttö yhdessä sähköistymisen vauhdittamisen kanssa on kokonaisuus, jolla voidaan varmistaa Suomen tieliikenteen päästöjen puolittuminen vuoteen 2030 mennessä lineaarisella päästövähennyspolulla. Samanaikaisesti aiheutetaan vähemmän päästöjä globaalisti kuin alentamalla jakeluvelvoitetta PM Orpon hallituksen suunnittelemalla tavalla, vaikka biopolttoaineiden valmistus aiheuttaa huomattavia päästöjä ja niiden epäsuorat maankäyttövaikutukset voivat olla huomattavat. Jatkossa on tärkeää varmistaa, että Suomessa käytetään mahdollisimman kestäviä biopolttoaineita, minkä takia Suomessa jaeltavien biopolttoaineiden raaka-aineiden määrien tulisi olla julkisia. Biopolttoaineiden käytön lisäämisen sijaan vuoden 2030 jälkeen ajoneuvojen päästöjä tulee vähentää sähköistymisen tai elinkaaripäästövaikutuksiltaan alhaisten synteettisten polttoaineiden, kuten sähköpolttoaineiden ja vedyn, avulla.

Tieliikenteen aiheuttamat pienhiukkaset ja typen oksidit vähenevät ajoneuvokannan puhdistumisen myötä, pölypäästöjä lukuun ottamatta, eikä hallituksen esityksiä mukailevan ja ilmastotavoitteet täyttävien toimenpidekokonaisuuksien välillä ole käytännössä juurikaan eroja pienhiukkasten ja typpidioksidin aiheuttamien terveysvaikutusten näkökulmasta vuonna 2030. Kävelyn ja pyöräilyn edistäminen on pidemmällä tähtäimellä tärkeää niin ilmastotavoitteiden saavuttamisen kuin (hallitusohjelmassa mukana olevan) liikkumisen lisäämisen näkökulmasta.

Ilmastopaneelin politiikkaskenaariossa (WAM-IP) kotitalouksille tuloluokittain kohdistuvat kustannukset ovat lähes samoilla tasoilla kuin lähtötasovuonna 2023 ja vuonna 2030 VER-IP-skenaariossa. WAM-IP-skenaario ei kasvattaisi liikenteen kustannuksia pienituloisille.

Ilmastopaneelin politiikkaskenaario WAM-IP ei sisällä kaikkia PM Orpon hallituksen tieliikenteen päästökehitykseen työssä arvioituja toimenpiteitä vähemmän vaikuttavia linjauksia. WAM-IP-skenaarion ulkopuolisten esitysten yhteisvaikutusta ei ole pystytty tässä yhteydessä arvioimaan, mutta kokonaisuudessaan ne heikentävät tieliikenteen päästövähennyskehitystä. Ne ja autokannan

kehitykseen liittyvät muut epävarmuustekijät vaikuttavat siihen, että WAM-IP ei välttämättä tuota toivottua lopputulosta vuonna 2030 ja kumulatiiviset päästöt kasvavat arvioidusta määrästä. Päätöksentekijöiden tulee seurata tilannetta ja tehdä tarvittavia korjaavia toimenpiteitä ajoissa koko taakanjakosektorilla. Liikenteen sähköistyminen on päästöjen ja kustannusten kannalta avainasemassa, joten sähköistymistä tulee edistää johdonmukaisella viestinnällä ja politiikalla.

LÄHTEET

AFRY 2022. Liikenteen päästöohjauksen vaikutus Suomen vientiteollisuudelle 2030. Loppuraportti 17.3.2022. Saatavilla: https://global-uploads.webflow.com/5f44f62ce4d302179b465b3a/62569baa20ffd685ea18b9b8_20220317_Vientiliitot_Liikenteen%20p%C3%A4%C3%A4st%C3%B6ohjauksen%20vaikutus%20Suomen%20vientiteollisuudelle%202030.pdf.

Aldred, R., Goodman, A., Woodcock, J. 2024. Impacts of active travel interventions on travel behaviour and health: Results from a five-year longitudinal travel survey in Outer London. Journal of Transport & Health 35: 101771. https://doi.org/10.1016/j.jth.2024.101771.

Autoalan tiedotuskeskus 2024. Ensirekisteröinnit. Saatavilla: https://www.aut.fi/tilastot/ensirekisteroinnit.

De Vos 2024. Towards truly sustainable mobility. Transportation Research Interdisciplinary Perspectives. https://doi.org/10.1016/j.trip.2024.101039.

EEA 2020. Environmental Noise in Europe – 2020. EEA Report No 22/2019. Saatavilla: https://www.eea.europa.eu/publications/environmental-noise-in-europe.

Energiavirasto 2024. Jakelijoiden biopolttoaine- ja raaka-ainetiedot. Saatavilla: https://energiavirasto.fi/documents/11120570/103079467/Jakelijoiden_raaka-ainetiedot.xlsx/114e5a08-7e16-5ce7-e887-d4c7b7a3883e?t=1702460149779.

EC 2023. ETS2: buildings, road transport and additional sectors. Saatavilla: https://climate.ec.europa.eu/eu-action/eu-emissions-trading-system-eu-ets/ets2-buildings-road-transport-and-additional-sectors_en.

EU 2023. Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi (RU) 2023/2413, direktiivin (EU) 2018/2001, asetuksen (EU) 2018/1999 ja direktiivin 98/70/EY muuttamisesta uusiutuvista lähteistä peräisin olevan energian käytön edistämisen osalta sekä neuvoston direktiivin (EU) 2015/652 kumoamisesta. Saatavilla: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=OJ:L_202302413.

EU 2023/857. Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus sitovista vuotuisista kasvihuonekaasupäästöjen vähennyksistä jäsenvaltioissa vuosina 2021–2030, joilla edistetään ilmastotoimia Pariisin sopimuksen sitoumusten täyttämiseksi, annetun asetuksen (EU) 2018/842 ja asetuksen (EU) 2018/1999 muuttamisesta. Saatavilla: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:32023R0857.

EU 2023/1319. Komission täytäntöönpanopäätös täytäntöönpanopäätöksen (EU) 2020/2126 muuttamisesta jäsenvaltioiden vuosittaisten päästökiintiöiden tarkistamiseksi kaudeksi 2023–2030. Saatavilla: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:32023D1319.

Ferreira, E., Laukkanen, M., Palanne, K., Räihä, J., Sahari, A., Sumu, S., Suomalainen, E., Vesanen, S. 2024. Latausinfratukien vaikuttavuuden arviointi. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 2024:14. Saatavilla: https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/165604/VNTEAS_2024_14.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Gössling, S., Choi, A., Dekker, K., Metzler, D. 2019. The Social Cost of Automobility, Cycling and Walking in the European Union. Ecological Economics 158: 65–74.

HE 35/2023. Hallituksen esitys eduskunnalle laiksi ajoneuvoverolain liitteen muuttamisesta. Saatavilla: https://finlex.fi/fi/esitykset/he/2023/20230035.

HE 36/2023. Hallituksen esitys eduskunnalle laiksi nestemäisten polttoaineiden valmisteverosta annetun lain liitteen muuttamisesta. Saatavilla: https://finlex.fi/fi/esitykset/he/2023/20230036.

HE 53/2023. Hallituksen esitys eduskunnalle laiksi uusiutuvien polttoaineiden käytön edistämisestä liikenteessä annetun lain 5 §:n muuttamisesta. Saatavilla: https://www.finlex.fi/fi/esitykset/he/2023/20230053.

HE 61/2024. Hallituksen esitys eduskunnalle laeiksi arvonlisäverolain 84 ja 85 b §:n ja eräistä vakuutusmaksuista suoritettavasta verosta annetun lain 3 §:n muuttamisesta. Saatavilla: https://www.finlex.fi/fi/esitykset/he/2024/20240061.

Ilmastolaki 423/2022. Saatavilla: https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2022/20220423. Viitattu 2.8.2024.

Jakeluvelvoitelaki 446/2007. Saatavilla: https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2007/20070446. Viitattu 2.8.2024.

Koljonen, T., Silfver, T., Soimakallio, S., Koreneff, G., Lehtilä, A., Markkanen, J., Vainio, T., Aakkula, J., Haakana, M., Hirvelä, H., Lehtonen, H., Mutanen, A., Myllykangas, J-P., Viitanen, J., Vikfors, S., Forsberg, T., Koskivaara, O. 2024. Perusskenaariot energia- ja ilmastotoimien kokonaisuudelle kohti päästöttömyyttä (PEIKKO). Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 2024:26. Valtioneuvoston Kanslia. Saatavilla: http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-383-219-0.

Lauhkonen, A., Markkanen, J. 2023. Tieliikenteen ajoneuvokanta- ja päästöennusteen päivitys 2023. Traficomin julkaisuja 20.11.2023. Saatavilla: https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/publication/Tieliikenne_PaastoPaivitys_2023.pdf.

Lehtomäki, H., Karvosenoja, N., Paunu, V.-V., Korhonen, A., Hänninen, O., Tuomisto, J., Karppinen, A., Kukkonen, J., Tainio, M. 2021. Liikenteen terveysvaikutukset Suomessa ja suurimmissa kaupungeissa. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 16/2021.

Liimatainen, H., Viri, R., Nikula, H., Tiikkaja, H., Utriainen, R. 2023. Liikenteen päästövähennystoimenpiteiden kokonaisvaltainen taloudellinen arviointi. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 2023:38. Saatavilla: https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/164944/VNTEAS_2023_38_HEETRA.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Liimatainen, H. 2023. Lausunto luonnoksesta hallituksen esitykseksi eduskunnalle laiksi nestemäisten polttoaineiden valmisteverosta annetun lain liitteen muuttamisesta. Saatavilla: https://api.hankeikkuna.fi/asiakirjat/cd312758-9077-45aa-af2e-2fa1648363d6/5343bbca-89c0-4076-a647-f28adf3c9fcd/LAUSUNTO_20230911170753.PDF.

LVM 2021. Fossiilittoman liikenteen tiekartta. Valtioneuvoston periaatepäätös kotimaan liikenteen kasvihuonepäästöjen vähentämisestä. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 2021:15. http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-243-588-0.

Markkanen, J. 2022. Tieliikenteen toimenpiteiden khk-päästövähennysvaikutusarviot. Muistio. Saatavilla: https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/publication/LIITE%201a.%20Tieliikenteen%20khk-

p%C3%A4%C3%A4st%C3%B6v%C3%A4hennysten%20vaikutusarviot%202022-08-30%20Muistio.pdf.

Markkanen, J., Lauhkonen, A., Niemi, A. 2023. Scenarios for greenhouse gas emissions and energy consumption of road transport in Finland: Exploring the impact of existing policies. VTT Technical Research Centre of Finland. VTT Technology No. 413. https://doi.org/10.32040/2242-122X.2023.T413

Moilanen, P., Lapp, T., Niinikoski, M., Blomqvist, P., Rinta-Piirto, J. 2022. Valtakunnalliset liikenne-ennusteet. Traficomin tutkimuksia ja selvityksiä 6/2022. Saatavilla: https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/publication/VLE%202022.pdf.

Rickels, W., Rischer, C., Schenuit, F., Peterson, S. 2023. Potential efficiency gains from the introduction of an emissions trading system for the buildings and road transport sectors in the European Union (No. 2249). Kiel Working Paper.

Schroten, A., Király, J., Scholten, P. 2022, Research for TRAN Committee – Pricing instruments on transport emissions, European Parliament, Policy Department for Structural and Cohesion Policies, Brussels. Saatavilla: https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2022/699641/IPOL_STU(2022)699641_EN.pdf.

Seppänen, A., Ahlvik, L., Weaver, S., Ollikainen, M. 2022. Tieliikenteen kansallisen päästökaupan toteutuminen ja vaikutukset. Suomen ilmastopaneelin raportti 4/2022. Saatavilla: https://ilmastopaneeli.fi/hallinta/wp-content/uploads/2024/03/ilmastopaneelin-raportti-4-2022-tieliikenteen-paastokauppa.pdf.

Sipilä, E. Lilja, A., Poikolainen, H., Ogata, T., Kalliovalkama, S. 2023. Liikenteen uusiutuvien polttoaineiden jakeluvelvoitejärjestelmän uudistaminen. Valtioneuvoston kanslia. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 2023:50. Saatavilla: https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/165124/VNTEAS_2023_50.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Sipilä, E., Lottonen, J. 2024. Selvitys hallitusohjelman uusiutuvien polttoaineiden jakeluvelvoitetta koskevien kirjausten vaikutuksista ja RED III -direktiivin kansallisesta toimeenpanosta. VN/26504/2023. AFRY. Saatavilla: https://tem.fi/documents/1410877/196402993/Jakeluvelvoiteselvitys_HO_REDIII_12022024_AFRY.pdf/208d520a-0daf-5700-8522-ee119c64ed10/Jakeluvelvoiteselvitys_HO_REDIII_12022024_AFRY.pdf?t=1707744320788.

Suomen ilmastopaneeli 2023. Suuntaviivoja Suomen ilmastotoimien tehostamiseen. Suomen ilmastopaneelin julkaisuja 1/2023. Saatavilla: https://ilmastopaneeli.fi/hallinta/wp-content/uploads/2024/03/ilmastopaneelin-julkaisuja-1-2023-suuntaviivoja-ilmastotoimien-tehostamiseen.pdf.

Suomen ilmastopaneeli 2024. Autokalkulaattori. Saatavilla: https://ilmastopaneeli.fi/autokalkulaattori/.

Suomen virallinen tilasto (SVT) 2023. Energian hankinta ja kulutus [verkkojulkaisu]. Viiteajankohta: 2022. ISSN=1799-795X. Helsinki: Tilastokeskus. Saantitapa: https://stat.fi/julkaisu/cl8mxl4xx1wo10cvzn321a0ss. Viitattu 3.7.2024.

TEM 2024. Luonnos hallituksen esitykseksi uusiutuvien polttoaineiden käytön edistämisestä liikenteessä annetun lain muuttamisesta (jakeluvelvoite). Lausuntopyynnön diaarinumero:

VN/11908/2023. Saatavilla: https://api.hankeikkuna.fi/asiakirjat/d311e082-53ca-440e-a0dc-3deb58a7e92c/fe973c9b-e449-4e1e-9353-615e3bc5ff5a/KIRJE_20240605093832.PDF.

Tilastokeskus 2024a. Tietilasto. Saatavilla: https://stat.fi/tilasto/tiet.

Tilastokeskus 2024b. EU:n taakanjakoasetuksen mukaiset kasvihuonekaasujen päästötiedot. Saatavilla: https://pxdata.stat.fi/PxWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin__khki/.

Traficom 2024. Henkilöliikennetutkimus syksy 2023: Suomalaisten liikkuminen. Saatavilla: https://www.traficom.fi/fi/julkaisut/henkiloliikennetutkimus-syksy-2023-suomalaisten-liikkuminen

Valtioneuvosto 2023. Vahva ja välittävä Suomi. Pääministeri Petteri Orpon hallituksen ohjelma 20.6.2023. Valtioneuvoston julkaisuja 2023:58. Saatavilla: https://valtioneuvosto.fi/hallitukset/hallitusohjelma#/

Valtioneuvosto 2024. Orpon hallitus: Tehdyillä päätöksillä estetään talouden ajautuminen hallitsemattomaan luisuun. Tiedote 174/2024. 16.4.2024. Saatavilla: https://valtioneuvosto.fi/-//10616/orpon-hallitus-tehdyilla-paatoksilla-estetaan-talouden-ajautuminen-hallitsematto-maan-luisuun

Valtioneuvoston päätös melutason ohjearvoista 993/1992. Saatavilla: https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/1992/19920993.

VM 2023. Lausuntopyyntö luonnoksesta hallituksen esitykseksi eduskunnalle laiksi nestemäisten polttoaineiden valmisteverosta annetun lain liitteen muuttamisesta. Saatavilla: https://api.hankeikkuna.fi/asiakirjat/cd312758-9077-45aa-af2e-2fa1648363d6/7258919f-9bd4-4645-b83c-4e0bd7180d34/LAUSUNTOPYYNTO_20230830111447.PDF.

VM 2024. Talousarvioesitys 2024. Saatavilla: https://budjetti.vm.fi/sisalto.jsp?year=2024&lang=fi&maindoc=/2024/tae/valtiovarainministerionKanta/valtiovarainministerionKanta.xml&opennode=0:1:.

Viri, R., Mäkinen, J., Liimatainen, H. 2021. Modelling car fleet renewal in Finland: A model and development speed-based scenarios. Transport Policy, Volume 112: 63–79.

YM 2022. Keskipitkän aikavälin ilmastopolitiikan suunnitelma. Ympäristöministeriön julkaisuja 2022: 12. Saatavilla: https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/164186/YM_2022_12.pdf?sequence=4&isAllowed=y.

YM 2024. Ilmastovuosikertomus 2024. Ympäristöministeriön julkaisuja 2024:25. K16/2024 vp. Saatavilla: https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/165736/YM_2024_25.pdf?sequence=1&isAllowed=y

LIITTEET

LIITE 1. KUSTANNUSKOMPONENTTIEN ERITTELY HEETRA-MALLISSA

Taulukko 1: Henkilöliikenne.

	2023 (mrd. €)	VER-IP 2030 (mrd. €)	WAM-IP 2030 (mrd. €)
Muiden kulkumuotojen kustannukset	2,68	2,78	2,76
Autoilun kustannukset, josta:	21,36	20,91	21,05
Energiakustannukset (veroton)	3,80	3,25	3,17
Energiaverot (sis. ALV ja vuoden 2030 luvuissa ETS2)	4,16	3,42	3,21
Arvonalenema (sis. ALV)	7,99	9,09	9,54
Yleiskustannukset (vakuutukset, huollot…)	3,52	3,48	3,49
Muut ALV:t	0,84	0,89	0,89
Ajoneuvo- ja käyttövoimaverot	1,05	0,78	0,75

Taulukko 2: Kuorma-autoliikenne.

	2023 (mrd. €)	VER-IP 2030 (mrd. €)	WAM-IP 2030 (mrd. €)
Kokonaiskustannukset, josta	3,34	4,01	3,82
Energiakustannukset (veroton)	1,41	1,88	1,76
Energiaverot (sis. vuoden 2030 luvuissa ETS2)	0,64	0,67	0,63
Huoltokustannukset	0,58	0,65	0,61
Käyttövoimaverot	0,11	0,11	0,11
Arvonalenema	0,60	0,71	0,71

LIITE 2. ILMASTOPANEELIN AUTOKANTAMALLIN KUVAUS

Joonas Munther, Jyri Seppälä, Emilia Suomalainen (Suomen ympäristökeskus)

1. Autokantamallin perusperiaatteet

Työssä kehitetty ajoneuvokantamalli kuvaa eri ajoneuvoluokkien (henkilöautot, pakettiautot, linja-autot ja kuorma-autot) kannan, liikennesuoritteen, polttoaineen kulutuksen, energiankäytön ja päästöjen kehitystä perusvuodesta (2020 tai 2022 vuoden 2023 lopussa päivitetyssä versiossa) vuoteen 2050. Ajoneuvoluokat on jaettu edelleen kategorioihin käyttövoimien ja ajoneuvojen iän perusteella. Päästölaskennassa määritetään hiilidioksidipäästöjen (CO_2) lisäksi typpioksidien (NO_X), pienhiukkasten ($PM_{2.5}$) ja katupölyn päästöt.

Ajoneuvokantamalli on toimintaperiaatteiltaan samankaltainen kuin VTT:n ALIISA-malli, joka onkin toiminut pitkälti Ilmastopaneelin mallin perusperiaatteiden pohjana. Yhtenä keskeisimpänä erona ALIISAan on se, että Ilmastopaneelin ajoneuvokantamalli pohjautuun avoimeen dataa, pääasiallisesti Traficomin ja Tilastokeskuksen aineistoihin. Ajoneuvokantamalli on luonteeltaan lineaarinen ja deterministinen. Sen keskeiset oletukset perustuvat menneeseen kehitykseen ja kehitystä kuvaaviin tilastotietoihin.

Ajoneuvokantamallin tuottama ennuste pohjautuu perusvuoden ajoneuvokantaan ja sen tulevaan kehitykseen uusien ajoneuvojen myynnin, käytettyjen ajoneuvojen maahantuonnin ja ikääntyvien ajoneuvojen liikennekäytöstä poistumisen muokkaamana. Ajoneuvokanta toimii perustana kokonaissuoritteen laskennalle. Suorite määrittää puolestaan ajoneuvokannan polttoaineen kulutuksen ja energiankäytön. Päästölaskenta suoritetaan prosessissa viimeisenä suorite- ja energiankulutusarvoihin perustuen.



Kuva 1: Ajoneuvokantamallin laskentalogiikka.

Mallin keskeisimmät oletukset ja tietolähteet on listattu alla:

- Tiedot perusvuoden ajoneuvokannasta perustuvat StatFin-tietokantaan (Tilastokeskus 2023).
- Tiedot perusvuoden ajoneuvokannan ikäjakaumasta pohjautuvat Traficomin Ajoneuvojen avoimeen dataan (Traficom 2024a) ja sen antamaan käyttöönottovuoteen.
- Oletukset uusien ajoneuvojen myynnistä ja käytettyjen tuonnista käyttövoimittain perustuvat VTT:n WEM- ja WAM-skenaarioiden oletuksiin.
- Perävaunuttomat (KAIP) ja perävaunulliset (KAP) kuorma-autot on mallinnettu samassa kuorma-autoluokassa. Lukumäärälliseksi suhteeksi on oletettu 72 ja 28 %. Tämä suhde perustuu ALIISAssa käytettyyn oletukseen KAIP- ja KAP-tyyppisten ajoneuvojen myyntijakaumasta.
- Käytettyinä maahantuoduille ajoneuvoille on määritelty ikäjakauma Traficomin (2024b) tietojen pohjalta. Ikäjakaumaan liittyy suuria epävarmuuksia, sillä se on muuttunut vuosien varrella.

- Poistuma on mallinnettu ajoneuvojen iän funktiona pohjautuen perusvuonna jäljellä olevan ajoneuvokannan suhteeseen menneinä vuosina ensirekisteröityihin uusiin ajoneuvoihin (Tilastokeskus 2024a) ja käytettyinä maahantuotuihin ajoneuvoihin.
- Poistuma on mallinnettu perustuen Weibull-jakaumaan. Weibull-jakaumaa käytetään yleisesti luotettavuustekniikassa mallintamaan laitteiden vikaantumisaikoja. Alkuvuosille on käytetty lineaarista poistumaa.
- Ajoneuvojen vuosittainen liikennesuorite perustuu Tilastokeskuksen (2019a, 2019b) julkaisuihin.
- Vuosittainen suorite riippuu ajoneuvon iästä ja laskee lineaarisesti ajoneuvon ikääntyessä. Suoriteoletuksissa on epälineaarisuus uusimmille ajoneuvoille, joiden suorite oletetaan historialliseen dataan perustuen suuremmaksi. Sähkökäyttöisten henkilöautojen ajosuorite perustuu henkilöautojen keskimääräiseen ajosuoritteeseen.
- Ajoneuvojen energiatehokkuus (polttoaineenkulutus) perustuu VTT:n ALIISAssa käyttämiin oletuksiin. Energiatehokkuuden laskua ajoneuvojen ikääntyessä ei ole otettu huomioon.
- Eri käyttövoimilla ajetut ajo-osuudet perustuvat VTT:n WEM- ja WAM-skenaarioiden oletuksiin.
- Polttoaineista bensiinillä, dieselillä ja kaasulla on sekä fossiilinen osa että biokomponentti. Biokomponenttien prosenttiosuudet perustuvat VTT:n WEM- ja WAM-skenaarioiden oletuksiin.
- Moottoribensiiniä ei ole eroteltu 95E10- ja 98E5-tyyppeihin, vaan kaikki bensiinin kulutus on mallinnettu yhdessä. Tämä vääristää tuloksia lievästi, sillä nykyisellään 98E5 vastaa noin neljännestä moottoribensiinin myynnistä. (Tilastokeskus 2024b)
- Polttoaineiden lämpöarvot perustuvat Ilmastopaneelin Autokalkulaattoriin (Suomen ilmastopaneeli 2024) ja RED II -direktiiviin (EU 2018/2001).
- Energiankulutus eritellään polttoaineiden fossiiliselle ja biokomponentille.
- Päästölaskennassa käytetyt päästökertoimet perustuvat Tilastokeskuksen (2024c) tietoihin hiilidioksidin suhteen ja GAINS-mallin (IIASA 2024) arvoihin pakokaasujen ilmansaastepäästöjen (NO_X, $PM_{2.5}$) osalta. Katupölykertoimet perustuvat pohjoismaiseen NORTRIP-malliin (Denby & Sundvor 2012).
- Katupölypäästöjen laskenta perustuu ajosuoritteeseen, hiilidioksidipäästöjen polttoaineen fossiilisen komponentin kulutukseen ja ilmansaastepäästöt polttoaineen kokonaiskulutukseen (fossiilinen ja biokomponentti). Sähkönkulutus katsotaan nollapäästöiseksi.
- Ilmansaastepäästöjen laskennassa hyödynnetään ajoneuvokannan Euroluokkia, jotka on määritelty perustuen ajoneuvojen käyttöönottovuoteen. Euroluokkien lähteenä on käytetty EMEP/EEA opasta (EEA 2019).

2. WEM- ja WAM-skenaarioiden toteutus

Tässä kappaleessa kuvattu ajoneuvokantamallin toteutus perustuu vuonna 2021 päivitettyyn perusennusteeseen (WEM) ja vastaavaan politiikkaskenaarioon (WAM). Tällä aineistolla pyrittiin varmistamaan mallin kuvauskyvyn samankaltaisuus VTT:n ALIISA-mallin kanssa.

WEM-skenaarion mallinnuksessa on käytetty mahdollisimman samoja perusoletuksia kuin VTT:n ALIISA-mallissa. Oletukset ajoneuvojen uusmyynnistä ja käytettyjen maahantuonnista käyttövoimittain ovatkin samat, tosin käytettyjen ikäjakaumassa voi olla eroja. Suurin ero ALIISAn WEM-skenaarioon tulee siitä, ettei Ilmastopaneelin mallin tuloksia ole oletusarvoisesti pakotettu seuraamaan kansallista suorite-ennustetta (LVM 2021). Malli kuvaakin, miten lähtötietona annettu ajoneuvokannan kehitys vaikuttaisi kokonaissuoritteeseen ajoneuvokohtaisten vuosittaisten liikennesuoritteiden säilyessä nykytasolla.

Ilmastopaneelin mallin ennustama ajoneuvokanta on ALIISAa suurempi kaikille ajoneuvoluokille paitsi linja-autoille. Kuorma-autojen ajosuorite on ALIISAa suurempi ja henkilöautojen vastaavasti pienempi.

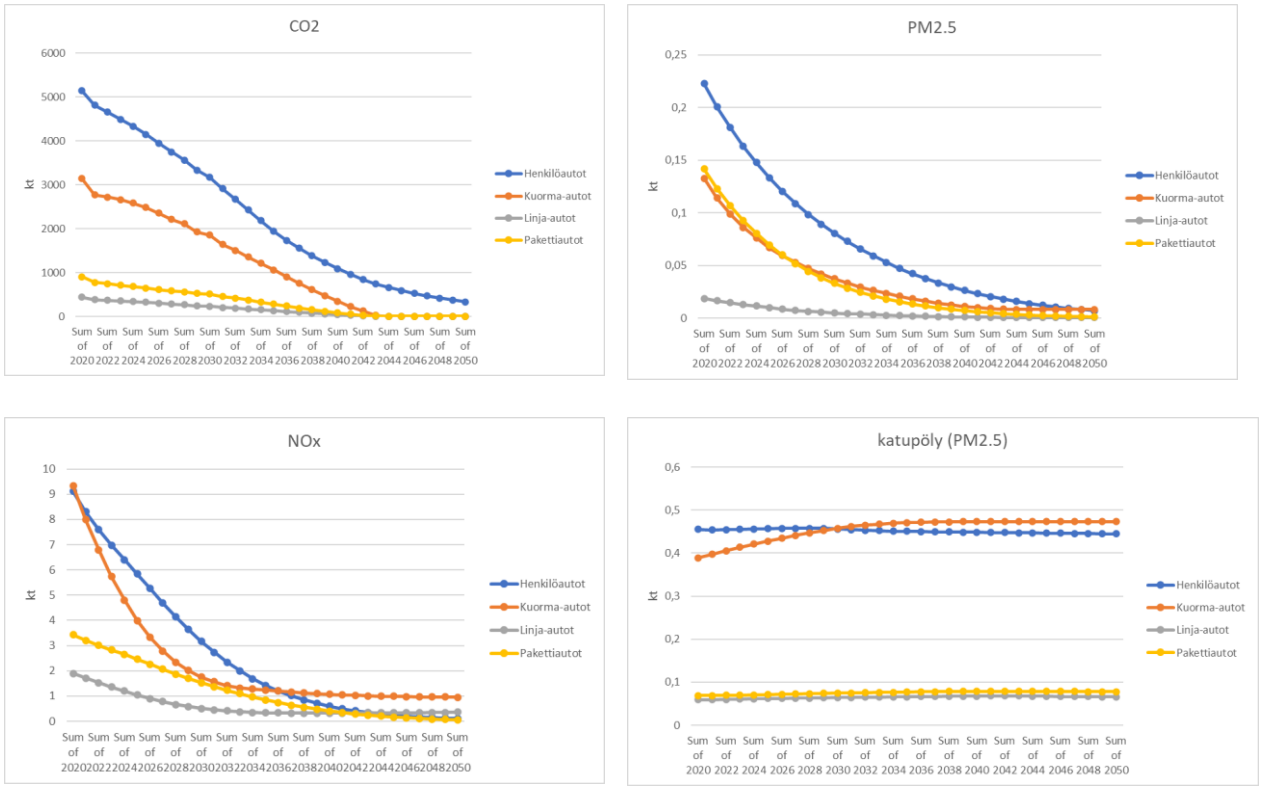
Tämä johtuu siitä, että oletuksemme henkilöautojen vuosittaisesta liikennesuoritteesta on pienempi. Oletuksemme perustuu Liikenteen tutkimuskeskus Vernen tutkijoiden analyysiin menneiden katsastustietoihin pohjalta, kun taas ALIISA noudattaa HIISI-raportissa (Lehtilä ym. 2021) tehtyjä oletuksia sähköautoilun halvemman hinnan vaikutuksista. Kuorma-autojen kohdalla erolle on useita selittäviä tekijöitä, liittyen sekä ajoneuvojen ikäjakaumaan (mm. käytettyinä maahantuoduille) että suoriteoletuksiin. Bensiinin ja dieselin kulutus ja energiankäyttö ovat melko lähellä ALIISAn tuloksia, mutta sähkölle saamamme arvot ovat pienempiä yllä mainitun suoritetekijän takia.

Ilmastopaneelin mallista on kaksi eri toteutusta WAM-skenaariolle. Ensimmäinen versio seuraa ALIISAn oletuksia uusmyynneistä ja maahantuonneista, mutta tulokseksi saatu ajosuorite on kansallista suorite-ennustetta korkeampi. WAM-skenaarion tavoitteena on, ettei henkilöautojen ajosuorite enää kasvaisi 2020-luvulla. Päästäksemme haluttuihin suorite- ja siten päästötuloksiin, WAM-skenaariosta tehtiin variantti, jossa henkilöautojen uusmyynti ei enää kasva. Näin henkilöautojen ajosuorite tasaantuu ja halutut päästövähennykset saavutetaan. Myöskään kuorma-autojen myynti ei kasva vuoden 2030 jälkeen pidemmän aikavälin tavoitteiden saavuttamiseksi.

Yllä mainittuja eroja lukuun ottamatta tuloksemme ovat yleisesti ottaen lähellä ALIISAn laskelmia. Ajoneuvokannan hiilidioksidipäästöt ovat vuosina 2030 ja 2035 WEM-skenaariossa hieman ALIISAn arvoja pienempiä ja WAM-skenaariossa puolestaan ALIISAa suurempia.



Kuva 2: Päästölaskennan tulokset ajoneuvoluokittain, WEM-skenaario.



Kuva 3: Päästölaskennan tulokset ajoneuvoluokittain, WAM-skenaarion variantti.

3. Autokantamallin puutteet ja rajoitukset

Ajoneuvokantamalli ei takaa biopolttoaineiden jakeluvelvoitteen toteutumista, mutta jakeluvelvoitteen saavuttamisen voi tarkastaa laskennan tuloksiin perustuen. Kuten aiemmin mainittu, malli ei myöskään takaa kansallisen suorite-ennusteen toteutumista. Mallista saatua energiankulutusta perusvuodelle verrattiin Tilastokeskuksen vuodelle 2020 laskemaan tieliikenteessä käytettyjen polttoaineiden energiankulutukseen (Tilastokeskus 2024b) ja polttoainemyyntiin (Tilastokeskus 2024d) ja tulosten todettiin olevan lähellä tilastoarvoja. Mallia ei kuitenkaan kalibroitu polttoaineen kulutuksen suhteen.

Ajoneuvokantamalli ei huomioi erinäisiä keskeisiä ajoneuvojen omistusta ja käyttöä muokkaavia ilmiöitä, kuten vaihtoehtoisten kulkutapojen kehitys, väestön kasvu/väheneminen, väestörakenteen muutos, kaupungistuminen, polttoaineen ja energian hintojen kehitys, jakelutalous ja yhteiskäytön lisääntyminen, monipaikkaisuus, etätyö, palvelullistuminen tai eri teollisuussektorien tuotannon kehitys. Koska mallimme perustuu menneisyyttä kuvaaviin tilastotietoihin, onkin huomioitava, että tuleva kehitys voi olla hyvin erilainen. Tämä koskee mm. oletuksia liikennesuoritteiden kehityksestä. Myös ajoneuvojen tuleva poistuma voi poiketa menneestä kehityksestä (ajoneuvokannan keski-ikä voi joko nousta tai laskea). Oletukset ajoneuvokannan koon kehityksestä voisi myös kyseenalaistaa.

Lähteet

Denby, B. R., Sundvor, I. 2012. NORTRIP model development and documentation. Non-exhaust Road Traffic Induced Particle emission modelling. Saatavilla: https://www.nilu.com/publication/26896/

EEA 2019. EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2019. EEA Report No 13/2019. Saatavilla: https://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2019

EU 2018/2001. Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi (EU) 2018/2001, annettu 11 päivänä joulukuuta 2018, uusiutuvista lähteistä peräisin olevan energian käytön edistämisestä. Saatavilla: https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2018/2001/oj

IIASA 2024. GAINS online. Saatavilla: https://gains.iiasa.ac.at/gains/

Lehtilä, A., Koljonen, T., Laurikko, J., Markkanen, J., Vainio, T. 2021. Energiajärjestelmän ja kasvihuonekaasujen kehitykset: Hiilineutraali Suomi 2035 – ilmasto- ja energiapolitiikan toimet ja vaikutukset. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 2021:67. Saatavilla: https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/163645

LVM 2021. Ennuste: Tieliikenteen päästöt laskevat hieman ennakoitua nopeammin – syynä sähköautojen yleistyminen. Tiedote 20.9.2021. Saatavilla: https://www.lvm.fi/-/ennuste-tieliikenteen-paastot-laskevat-hieman-ennakoitua-nopeammin-syyna-sahkoautojen-yleistyminen-1509917

Suomen ilmastopaneeli 2024. Autokalkulaattori. Saatavilla: https://ilmastopaneeli.fi/autokalkulaattori/

Tilastokeskus 2019a. Tieliikenteen ajokilometreissä edelleen hienoista kasvua. Saatavilla: https://www.stat.fi/tietotrendit/artikkelit/2019/tieliikenteen-ajokilometreissa-edelleen-hienoista-kasvua/

Tilastokeskus 2019b. Tieliikenteen suoritelaskenta 2018. Saatavilla: https://vayla.fi/documents/25230764/0/Raportti_tieliikenteen_suoritelaskenta_2018.pdf/4079997f-549e-4f99-b2cd-e697681a371c

Tilastokeskus 2023. Moottoriajoneuvokanta. Saatavilla: https://pxdata.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin__mkan/?tablelist=true

Tilastokeskus 2024a. Moottoriajoneuvojen ensirekisteröinnit. Saatavilla: https://pxdata.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin__merek/?tablelist=true

Tilastokeskus 2024b. Liikenteen energiankulutus 1990–2023*. Saatavilla: https://pxdata.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin__ehk/statfin_ehk_pxt_12sz.px

Tilastokeskus 2024c. Polttoaineluokitus. Saatavilla: https://www.stat.fi/tup/khkinv/khkaasut_polttoaineluokitus.html

Tilastokeskus 2024d. Öljytuotteiden myynti kotimaahan, 2017M01-2024M03. Saatavilla: https://pxweb2.stat.fi/PxWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin__ehk/statfin_ehk_pxt_11t2.px/

Traficom 2024a. Ajoneuvojen avoin data. Saatavilla: https://tieto.traficom.fi/fi/tietotraficom/avoin-data?toggle=Ajoneuvojen%20avoin%20data

Traficom 2024b. Käytettynä yksittäismaahantuodut ajoneuvot kuukausittain, tuontimaittain, käyttövoimittain ja käyttöönottovuosittain 2014–2024. Saatavilla: https://trafi2.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/TraFi/TraFi__Kaytettyna_maahantuodut/020_yksmaah_tau_102.px/

LIITE 3. LIIKENNESEKTORIN ULKOPUOLELLA TAPAHTUVIEN KASVIHUONEKAASUPÄÄSTÖJEN ARVIOINTI

Liitteeseen 3 on koostettu ajoneuvojen elinkaaristen päästöjen muodostumiseen liittyvät tekijät, joiden perusteella voidaan arvioida kotimaan tieliikenteen eri kehitysskenaarioiden eroja myös elinkaarisiin päästöihin. Lisäksi vertaillaan biopolttoaineisiin liittyvien maankäyttövaikutusten eroja biopolttoaineen kestävyyden arvioinnin tueksi.

1. Ajoneuvojen valmistus

Ajoneuvojen valmistus kattaa ajonevojen kokoamisen, raaka-aineiden hankinnan ja prosessoinnin sekä komponenttien valmistuksen ja kokoamisen kasvihuonekaasupäästöt. Ajoneuvojen valmistus ei kata akkujen valmistusta, sillä ne arvioidaan erikseen. Vastaavasti vetyautosta puutuu vetytankin ja sen suojausratkaisujen päästöt, jotka arvioidaan niin ikään erikseen.

Valmistuspäästöjen oletetaan syntyvän eri ajoneuvotyyppien painon perusteella taulukoiden 1 ja 2 mukaisesti. Vuoden 2019 tiedot perustuvat Biekerin (2021) eri lähteistä koottuun arvioon henkilöautojen elinkaarisista valmistuspäästöistä EU:ssa ja Isossa-Britanniassa 2019. Kuorma-autojen päästöarviot on johdettu Wolf ym. (2020) ja Lyu ym. (2023) selvityksistä. Pakettiautojen eri käyttövoimien päästökertoimien (t CO_2-ekv./ t auton paino) on arvioitu vastaavan pienten kuorma-autojen ja henkilöautojen ominaispäästöjen keskiarvoja. Linja-autojen osalta päästöjen on ajateltu vastaavan pienten kuorma-autojen valmistuksen päästöjä. Henkilöautojen päästökehitys vuoteen 2030 perustuu Biekerin (2021) esittämään arvioon. Kuorma- ja pakettiautoille käytetään samaa päästökehitystä vuoteen 2030: autojen valmistuksen päästöt ovat noin 20 % pienemmät kuin vuonna 2019, koska energiantuotannon päästöt vähenevät merkittävästi kyseisellä aikavälillä.

Uusien henkilöautojen painon oletetaan olevan ilman akustoa ja vetytankkia keskimäärin 1,4 tonnia. Vastaavasti uusille pakettiautoille paino on 2 tonnia ja linja-autoille 15 tonnia. Uusien puoliperä- ja kokoperävaunujen kuorma-autojen oletuspainot ovat koko tarkastelujaksolle 40 tonnia. Uusien autojen painojen oletetaan olevan sama eri ajoneuvotyypeille koko tarkasteluaikavälillä (2023–2030).

Taulukko 1: Laskelmissa käytetyt henkilöautojen valmistuksen päästöt ajoneuvon painon mukaan eri käyttövoimilla.

Käyttövoima	**Päästökerroin (t CO2-ekv./t auton paino**	
	2019	**2030**
Bensiini	5,2	4,2
Diesel	5,2	4,2
Polttomoottori, kaasu	5,5	4,4
Hybridi (PHEV)	5,7	4,6
Sähkö	4,7	3,8
Vety	4,7	3,8

Taulukko 2: Laskelmissa käytetyt kuorma- ja pakettiautojen valmistuksen päästöt ajoneuvon painon mukaan eri käyttövoimilla.

Ajoneuvotyyppi/käyttövoima	Päästökerroin (t CO2-ekv./t auton paino)	
	2019	2030
Pakettiauto		
Diesel/bensiini	3,6	2,9
Kaasu	3,6	2,9
PHEV/hybridi	3,6	2,9
Sähkö	3,1	2,5
Kuorma-auto		
Ilman perävaunua, diesel	1,2	1,0
Ilman perävaunua, kaasu	1,2	1,0
Ilman perävaunua, PHEV	1,2	1,0
Ilman perävaunua, sähkö	1,03	0,8
Yhdistelmä*, diesel	1,2	1,0
Yhdistelmä, kaasu	1,2	1,0
Yhdistelmä, PHEV	1,2	1,0
Yhdistelmä, sähkö	1,03	0,8

*Yhdistelmä=perävaunullinen yhdistelmä tai puoliperävaunuyhdistelmä

Tuontiautojen laskelmissa on toimittu siten, että 70 % niiden valmistuksen päästöistä on kohdistettu Suomen tieliikenteen osuudeksi. Lisäksi kunakin vuonna tuotavan ajoneuvon valmistuksen oletetaan tapahtuvan 4 vuotta aikaisemmin. Autojen valmistuksen päästöjen oletetaan tapahtuvan ulkomailla.

2. Akkujen valmistus

Akkujen valmistus kattaa akkujen kokoamisen, raaka-aineiden hankinnan ja prosessoinnin sekä komponenttien valmistuksen ja kokoamisen kasvihuonekaasupäästöt.

Akkujen valmistuksen elinkaariset päästöt vuonna 2019 on arvioitu Biekerin (2021) ja Green NCAP:n (2022) julkaisujen arvioiden keskiarvona (70 kg CO_2-ekv./kWh). Akkujen valmistuksen päästökertoimen oletetaan Biekerin (2021) selvityksen mukaisesti vähenevän 20 %:lla lineaarisesti vuoteen 2030.

Kierrätyksen kautta akkujen valmistuksen päästöjä pystytään hyvittämään 14–25 % tulevaisuudessa (Argonne National Laboratory 2020). Koska 2020-luvulla hankittavien autojen akkujen kierrätys tapahtuu vuoden 2030 jälkeen, niiden kasvihuonekaasupäästöhyvityksiä ei oteta tässä selvityksessä huomioon.

Laskelmissa uusien henkilöautojen keskimääräinen akkukoko on 70 kWh. Pakettiautoilla se on 100 kWh, linja-autoilla 300 kWh ja kuorma-autoilla 400 kWh. Akkukoko säilyy samana vuodesta toiseen.

3. Polttoaineiden ja sähkön valmistuksen päästöt

FOSSIILISET POLTTOAINEET

Fossiilisten polttoaineiden raaka-aineiden hankinnan ja valmistuksen päästöt on arvioitu vuoden 2022 tilanteessa vastaavan Lutseyn (2017) esittämiä ja Autokalkulaattorissa (Seppälä ym. 2023) käytettyjä lukuarvoja. ”Raaka-aineen hankinnasta tankkiin (WTT=well to tank)” -päästöjen ei ole oleteta juurikaan laskevan vuoteen 2030 mennessä. Itse autojen moottorin paloprosessissa syntyvät päästöt (TTW=tank to wheel) säilyvät samana vuoteen 2030. Lukuarvot kuvaavat puhtaiden fossiilisten polttoaineiden päästöjä, eikä niissä ole mukana fossiilisten polttoaineiden joukossa käytettyjen biopolttoaineiden vaikutusta.

Bensiinin elinkaarista päästöistä raaka-aineen hankinnasta tankkiin (WTT) syntyy öljynjalostuksessa noin 70 % ja dieselin jalostuksessa noin 63 %. Jalostuksen WTT-päästöjen oletetaan tapahtuvan Suomessa, koska Suomessa jalostetaan fossiilisia polttoaineita Nesteen Porvoon tehtaassa. Muiden bensiinin ja dieselin WTT-päästöjen oletetaan tapahtuvan ulkomailla. Maakaasun WTT-päästöjen oletetaan tapahtuvan ulkomailla.

Taulukko 3: Fossiilisten polttoaineiden elinkaariset päästöt vuonna 2020 ja 2030. WTT= raaka-aineiden hankinnasta tankkiin ja TTW = polton päästöt autoissa.

Polttoaine	WTT		TTW	
	2020	2030	2020	2030
Bensiini (kg CO_2-ekv./l)	0,66	0,66	2,35	2,35
Diesel (kg CO_2-ekv./l)	0,75	0,75	2,69	2,69
Maakaasu (kg CO_2-ekv./l)	0,98	0,98	2,75	2,75

BIOPOLTTOAINEET

Biopolttoaineiden raaka-aineiden hankinnan ja valmistuksen päästöt muodostuvat kahdesta komponentista: fossiilista päästöistä ja maankäyttösektorin (LULUCF) maankäyttömuutoksen epäsuorista päästöistä (ILUC = indirect land use). ILUC-päästöt vastaavat päästövaikutuksiltaan fossiilisia päästöjä. ILUC-päästöarviot ovat kuitenkin enemmän päästöjen riskipotentiaalia kuvaavia tunnuslukuja kuin todellisia päästöjä. Eri biopolttoaineiden tuotannon maankäytön muutosten vaikutuksia ei seurata nykyisin siten, että todelliset ILUC-vaikutukset voidaan arvioida. Arviot perustuvat tieteellisissä artikkeleissa tehtyihin keskimääräisiin tilannearvioihin.

Polttomoottorin paloprosessissa syntyvät biopolttoaineiden päästöt arvioidaan niiden biopohjaisuuden takia nollaksi. Sen sijaan biopolttoaineiden välillisten päästöjen suuruus vaihtelee suuresti raaka-ainepohjan perusteella ja viime kädessä fossiilisten polttoaineiden sekoitevelvoitteen biopohjaisen komponentin päästöt riippuvat kulloisenkin sekoitevelvoitteen biokomponentin raaka-ainepohjan koostumuksesta. Liitteen 3 taulukossa 4 on esitetty työssä käytetyt biopolttoaineiden hankinnasta renkaisiin (WTW) päästöt ilman ILUC-arvioita ja ILUC-arvioiden kanssa vuoden 2020 ja 2030 tilanteessa. Laskelmissa on käytetty vuosille 2021–2029 päästöarvioita, jotka on saatu taulukon vuosien 2020 ja 2030 arvojen välisen lineaarisen ekstrapolaation avulla.

Puusta valmistetun HVO (Hydrotreated Vegetable Oil) -dieselin tarvitsemaa puumäärä ei olla pystytty arvioimaan, koska sen valmistusprosessi ei ole avoin. Se valmistetaan mäntyöljystä, jota syntyy havupuusta sulfaattisellutehtaan sellunkeiton sivutuotteena. Havupuuta käytettäessä saadaan raakamäntyöljyä Suomessa keskimäärin 35 kg/t sellua (Riistama ym. 2003). Koska käytännössä kaikki selluprosessiin tuotu puu käytetään hyväksi (joko sellun valmistuksessa tai jäteliemenä energiakäytössä) niin eräs tapa on allokoida sellun valmistukseen käytetty puumäärä suoraan eri lopputuotteilla niiden sisältämän hiilisisällön mukaan. Tällöin selluprosessin käyttämän energian puumäärät allokoidaan myös suoraan sellutuotteille, mikä lisää niiden puukäyttöä. Luken (2021) tietojen perusteella selluun käytettävästä puusta päätyy tuotteiseksi, myös mäntyöljyksi vain noin 40 %. Tästä seuraa karkea oletus, että 1 tonni biodieseliä mäntyöljystä vaatii ainakin 2,5 tonnia puuta kuiva-aineena. Puuraaka-ainevaatimus on sama kuin Soimakallio ym. (2009) ovat esittäneet julkaisussaan, kun biodiesel tehdään suoraan puusta. Käyttämällä Luken julkaisun tietoja kuiva-aineksen ja hakkuukuutioiden suhteesta, yhden biodieseltonnin valmistus vaatisi 5,3 kuution verran runkopuun hakkuita (Luke 2021). Puusta valmistetun biodieseltonnin jatkuva valmistus aiheuttaisi tällöin 5,3 kuution jatkuvan hakkuulisäyksen, mikä pienentää nykytiedon mukaan maankäyttösektorin nielua vuosikymmeniksi eteenpäin 7,9 t CO_2 (Kalliokoski ym. 2019). Yksi tonni biodieseliä vastaa 1250 litraa. Yhden biodiesellitran energiasisältö on 35,5 MJ. Edellä manituilla oletuksilla suoraan puusta tehdyn biodieselin nielumenetys aiheuttaa 177 g CO_2/MJ (6,3 kg CO_2/l) päästölisäyksen vuosikymmeneksi eteenpäin. Tämä epäsuora LULUCF-päästö on kaksinkertainen fossiilisiin päästöihin verrattuna.

Taulukko 4: Laskelmissa käytetyt biopolttoaineiden elinkaariset päästöt (WTW) ja epäsuorien maankäyttömuutosten (ILUC) aiheuttamat päästöt vuosina 2020 ja 2030 (g CO_2/MJ).

	WTW (ei ILUC)		ILUC		WTW (ILUC mukana)	
	2020	2030	2020	2030	2020	2030
Jätteet, etanoli[1]	9	9	0	0	9	9
EU mix, etanoli[2]	73	64	21	20	94	84
Suomi, etanoli[3]	51	37	11	10	52	47
Palmuöljy+rasvat, biodiesel (HVO)[4]	10	9	39	0	49	9
Mäntyöljy, biodiesel (HVO)[5]	10	9	0	0	10	9
EU-mix, biodiesel (FAME)[6]	39	42	53	50	92	92
EU-mix, biodiesel (HVO)[6]	31	36	48	39	79	75
Suomi, biodiesel[7]	18	15	31	13	48	28
Suomi, biokaasu[8]	15	15	0	0	15	15
Fossiilinen bensiini[9]	94	94	0	0	15	15
Suomi, bensiini 95E10[10]	89	88	1	1	90	89
Suomi, etanoli E85[11]	18	18	0	0	18	18
Fossiilinen, diesel[9]	96	96	0	0	96	96
Fossiilinen, maakaasu[6]	75	75	0	0	75	75

Viittaukset:

[1] Tässä yhteydessä oletettu, että jäteperäisen etanolin päästöt ovat 90 % pienemmät kuin bensiinin.

[2] Lähde: Bieker 2021; WTW: Prussi ym. 2020; ILUC: Wolf ym. 2017 (raaka-aineiden ILUC-arvioiden keskiarvo (aritmeettinen ja geometrinen).

[3] Oletus, että puolet Suomessa jaettavasta etanolista on jäteperäistä ja puolet vastaa EU-mixiä.

[4] ILUC oletus: Biekerin (2021) oletukset eri raaka-aineiden osuuksista 2020 ja 2030, ILUC-päästökertoimien keskiarvot Wolf ym. 2017.

[5] Oletus 90 % reduktio fossiiliseen dieseliin verrattuna, metsänettonielumenetystä ei esitetä tässä yhteydessä.

[6] Lähde: Bieker 2021 raaka-aineiden osuudet 2020 ja 2021, ILUC-päästökertoimien keskiarvo (arit. ja geom.) Wolf ym. 2017.

[7] Oletus: 2020: 15 % EU (FAME), 15 % EU (HVO), 30 % mäntyöljy HVO, 40 % palmuöljy+rasva HVO; palmuöljyn käyttö loppuu 2025.
Oletus: 2030: 10 % EU (FAME), 10 % EU (HVO), 40 % mäntyöljy HVO, 40 % rasva HVO.

[8] Oletuksena keskimäärin 80 % reduktio maakaasuun nähden.

[9] Lähde: Lytsey 2017.

[10] Bensiiniä 10 tilavuusprosenttia ja loput etanolia (EU-mix).

[11] Etanolia (jätepohjaista) 80 tilavuusprosenttia ja loput bensiiniä.

SÄHKÖNTUOTANTO

Sähköntuotannon päästöt muodostuvat siinä käytettävien polttoaineiden hankinnan ja valmistuksen sekä niiden käytöstä aiheutuvista päästöistä. Lopullinen päästö muodostuu siitä, mikä on näiden eri raaka-aineiden tuotantojen osuus sähköntuotannosta. Ajoneuvojen sähkön päästöissä otetaan huomioon myös verkossa ja latauksessa tapahtuvat häviöt. Oletuksena on, että sähkön siirron ja jakelun tehokkuuskerroin vastaa Suomen sähköjärjestelmän keskimääräistä tilannetta (Honkapuro ym. 2015) eli se on 0,97, kun se Euroopassa on keskimäärin 0,935 (Lutsey 2017). Sähköauton latauksessa tapahtuu myös häviöitä. Latauksen tehokkuuskerroin on laskurissa 0,93, mikä vastaa Euroopan keskiarvotilannetta (Lutsey 2017).

Sähkön käytön päästölaskelmien lähtötilanteen oletustietona on käytetty tuotannon suorana ominaispäästönä päästökerrointa, joka vastaa Fingridin ylläpitämää kotimaisen sähköntuotannon keskiarvopäästökerrointa vuonna 2021. Se on määritelty yhdessä Tilastokeskuksen ja Energiateollisuus ry:n kanssa. Suomessa tuotetun sähkön päästökertoimien keskiarvo on ollut tuolloin 81 g CO_2-ekv./kWh (Fingrid 2022). Suomen sähkön raaka-aineiden hankinnan ja valmistuksen päästökerroin on arvioitu Moron ja Lonzan (2018) julkaisun perusteella olevan 16 g CO_2-ekv./kWh. Tieto edustaa vuoden 2014 tilannetta, minkä takia sen voidaan olettaa olleen hieman pienempi vuonna 2021.

Sähkön ominaispäästön kehitys Lehtilän ym. (2021) politiikkaskenaarion (WAM) arvion mukaan on nopeaa. Sen mukaan vuonna 2030 suorien päästöjen ominaispäästö on jo alle 10 g CO_2-ekv./kWh. Tässä yhteydessä käytetyssä oletusskenaariossa muutos tapahtuu hieman hitaammin siten, että sähköntuotannon suora ominaispäästö pienenee vuoden 2022 arvosta 80 g CO_2-ekv./kWh lineaarisesti arvoon 10 g CO_2-ekv./kWh vuoteen 2030 mennessä, minkä jälkeen se pienenee lineaarisesti arvoon 5 g CO_2-ekv./kWh vuoteen 2035 mennessä. Muiden sähköntuotannon elinkaaristen vaiheiden ominaispäästöt kehittyvät vuoden 2022 arvosta 15 g CO_2/ekv./kWh arvoon 7 g CO_2/ekv./kWh vuoteen 2035 mennessä.

Edellä mainituissa kertoimissa ei ole mukana sähköntuotannon välillisiä LULUCF-päästövaikutuksia. Vuonna 2020 turpeen energiakäytöstä 25 % palveli sähköntuotantoa. Turpeen määrä sähköntuotannossa oli vuonna 2020 vain 2 % (Tilastokeskus 2023a). Samaan aikaan kosteikot aiheuttivat 2,1 Mt CO_2-päästöt (Tilastokeskus 2023b), josta 2 Mt arvioidaan tulevan tässä yhteydessä turpeenottoalueista. Tässä yhteydessä ositetaan tämä päästömäärä kokonaisuudessaan turpeen energiantuotannolle, jolloin turpeen sähköntuotannon LULUCF päästö lisää Suomen sähköarvon päästökerrointa noin 4 g CO_2/kWh. Laskentatapa tuo nykypäivän turpeen sähköntuotannon tiliin päästövaikutuksia, jotka ovat syntyneet aikaisemman turpeen energianottoalueiden päästöistä. Tilanne vääristyy entisestään, kun mennään kohti vuotta 2030, koska turpeen energiakäyttö vähenee silloin näillä näkymin päästöoikeuden hinnan takia olemattomaksi. Vanhojen turpeenottoalueiden päästöt eivät kuitenkaan vähene samaa tahtia. Tämän takia turpeen käytön vaikutus sähkön päästökertoimeen vuonna 2030 ja sen jälkeen on oletettu olevan enää 2 g CO_2/kWh.

Puuta käytettiin Suomessa sähköntuotantoon vuonna 2021 yhteensä 65 912 TJ. Puun osuus koko sähköntuotannosta oli 15 % (Tilastokeskus 2023a). Puun sähköntuotannon on oletettu tapahtuvan kokonaisuudessaan CHP-laitoksissa, joissa hyötysuhde on 90 %. Tilastokeskuksen polttoaineluokituksen perusteella puu aiheuttaa päästöjä 112 t CO_2 / TJ. Kun lisäksi otetaan huomioon, että yhden miljoonan runkopuukuution pysyvät hakkuut aiheuttavat LULUCF-laskennoissa päästön 1,5 Mt CO_2 (Kalliokoski ym. 2019), niin puun käytön LULUCF-päästövaikutus sähköntuotannon päästökertoimeen on arviolta 115 g CO_2 -ekv./kWh vuonna 2021. Puun käytön sähköntuotannossa oletetaan säilyvän samana vuodesta 2020 vuoteen 2035. Samalla sähköntuotannon määrä kasvaa 80 TWh:sta 112 TWh (Afry 2020), minkä takia edellä mainittu LULUCF-vaikutus sähkön päästökertoimessa

pienenee arvoon 8 g CO_2 -ekv./kWh vuoteen 2035 mennessä. Muutoksen oletetaan olevan lineaarinen vuodesta 2022 (vastaa vuoden 2020 tilannetta) vuoteen 2035.

4. Huollon päästöt

Huollon aiheuttamat päästöt vaihtelevat auton käyttövoiman ja kokoluokan perusteella. Viimeaikaiset elinkaarityöt ovat antaneet vaihteluvälin 4–13 g CO_2 ekv./km (Agora Verkehrswende 2019, Hill ym. 2020). Koska sähköautoissa on vähemmän liikkuvia osia kuin polttomoottoriautoissa ja toisaalta dieselautoissa on lähipäästöjen hallintaan liittyviä katalysaattorien huoltotarpeita muita autoja enemmän, tässä yhteydessä käytetään Biekerin (2021) oletuksia huollolle vuoden 2021 tilanteessa seuraavasti: 5 g CO_2 ekv./ km bensiiniautoille, kaasuautoile ja ladattaville hybrideille, 7 g CO_2 ekv./km dieselautoille ja 4 g CO_2 ekv./km täyssähkö- ja vetyautoille. Vuonna 2030 on oletettu, että kunkin käyttövoiman huollon päästöt ovat 20 % pienemmät kuin 2021.

5. Muiden kuin fossiilisten polttoaineiden kasvihuonekaasupäästöjen arviointi tieliikenteen skenaarioissa

Tieliikenteessä käytettävien muiden kuin fossiilisten polttoaineiden käyttömäärät eri tieliikenneskenaariossa tarvitaan, jotta niistä aiheutuvat päästöt pystytään arvioimaan tieliikennesektorin ulkopuolella. Eri skenaarioissa jakeluvelvoitteen tasot, lisävelvoitteet, vähimmäisosuusvelvoitteet ja julkisten latausasemien uusiutuvan sähkön määrät vaihtelevat, mikä omalta osaltaan vaikuttaa biodieselin vuotuiseen määrään kussakin skenaariossa.

Etanolia pystytään käyttämään bensiinin seassa korkeintaan 10 % tilavuudesta, minkä takia bensiinin biokomponenttina käytettävän etanolin määrät saadaan arvioitua suoraan skenaarioissa arvioitujen bensiinimäärien perusteella. Erikseen jaettava korkeaseosetanolimäärä on arvioitu skenaarioissa erikseen samoin kuin biometaanimäärä.

Biodieselit voidaan jaotella kahteen ryhmään. Ns. kehittynyt diesel käsittää uusiutuvan energiadirektiivin (RED) ehdot täyttävät biodieselit, jotka on tehty direktiivin IX liitteen A-osassa mainituista raaka-aineista (EU 2023). Muista raaka-aineista tehdyistä biodieselistä käytetään tässä yhteydessä nimitystä uusiutuva diesel.

Taulukossa 5 on esitetty vuoden 2023 lopulla päivitetyn tieliikenteen perusskenaarion, WEM-2023-skenaarion, (Lauhkonen ja Markkanen 2023) tieliikenteen energiamäärät, jakeluvelvoitteen tasot, lisävelvoitteet, vähimmäisvelvoitteet ja niitä vastaavat käytetyt biokomponentit vuosina 2024–2030, kun lähtökohtana on jakeluvelvoitteen tiedot ennen PM Orpon hallituksen päätöksiä ja esityksiä.

Taulukko 5: WEM-2023-skenaariossa käytetyt lähtötiedot, kun lähtökohtana jakeluvelvoite ennen PM Orpon hallituksen päätöksiä ja esityksiä. Laskemissa käytetty jakeluvelvoitteen taso vuonna 2024 poikkeaa taulukkoarvosta (ks. teksti).

	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Tieliikenteen energia (TJ) ilman sähköä	155 457	154 892	153 765	152 217	150 318	148 449	146 058
Jakeluvelvoite (%)	28	29	29	30	21	32	34
Lisävelvoite (%) (1	2	3	6	6	8	9	10
Vähimmäisosuusvelvoite (%) (2					0,2	1	3,5
Biopolttoaineet (%)	28	29	29	39	31	32	34
Biometaani (%)	1,1	1,3	1,5	,1,7	1,9	2,1	2,3
Kehittynyt diesel (%)	0,9	1,7	4,5	4,3	6,1	6,9	7,7
Uusiutuva diesel (%)	23,4	23,4	20,4	21,4	20,5	20,5	21,5
Etanoli (%)	2,6	2,6	2,5	2,6	2,5	2,5	2,5

(1 RED -direktiivin IX liitteen A osassa tarkoitetuista raaka-aineista tuotettujen tai valmistettujen biopolttoaineiden tai biokaasujen, taikka muuta kuin biologista alkuperää olevien uusiutuvien polttoaineiden yhteenlaskettua osuutta liikennealalle toimitetusta energiasta
(2 Ns. RFNBO-polttoaineiden eli synteettisten, muuta kuin biologista alkuperää olevien liikennepolttoaineiden osuus liikennealalle toimitetusta energiasta.

Taulukossa 6 on esitetty WEM-2023-skenaarion tiedoilla tilanne, jossa jakeluvelvoitteen tiedot on muutettu PM Orpon hallituksen päätösten ja esitysten mukaisiksi. Vanhaan tilanteeseen nähden uusina elementteinä ovat julkisten latausasemien sähkön sisällyttäminen jakeluvelvoitteeseen, ja mahdollisuus täyttää vähimmäisosuusvelvoitetta myös välituotevedyllä.

Taulukko 6: WEM-2023-skenaarion lähtötiedot, kun jakeluvelvoitetiedot ovat PM Orpon hallituksen päätösten ja esitysten mukaiset. Laskemissa käytetty jakeluvelvoitteen taso vuonna 2024 poikkeaa taulukkoarvosta (ks. teksti).

	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Tieliikenteen energia (TJ)	155 457	154 892	153 765	152 217	150 318	148 449	146 058
Jakeluvelvoite (%)	13,5	16,5	19,5	22,5	31	32	34
Lisävelvoite (%)	2	3	4	4	8	9	10
Vähimmäisosuusvelvoite (%)					1,5	1,5	4
Välituotevety (%) [1]					0,5	0,5	1
Julkisten latausasemien uusiutuva sähkö (%)[2]	0,5	0,7	0,9	1,3	1,6	2,0	2,4
Biopolttoaineet (%)	13,6	15,7	18,4	21	27,6	28,2	27,1
Biometaani (%)	1,1	1,3	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3
Kehittynyt diesel (%)	0,9	1,7	2,5	2,3	4,6	5,4	3,7
Uusiutuva diesel (%)	8,9	10,1	11,8	14,4	18,6	18,2	18,6
Etanoli (%)	2,6	2,6	2,6	2,6	2,5	2,5	2,5

[1] Välituotevedyllä voidaan korvata ko. prosenttiosuuden verran vähimmäisosuusvelvoitteen synteettisiä polttoaineita.
[2] Julkisten latausasemien osuus liikennesähköstä siten, että siinä on vain uusiutuvalla energialla valmistettu sähkö mukana (2024: 51 % ja 2030: 58 %). Julkisista latausasemista oletetaan tulevan 18 % tieliikenteen käytön sähköstä.

Taulukossa 7 on esitetty vuonna 2024 päivitetyn tieliikenteen perusskenaarion (WEM-2024) (Koljonen ym. 2024) mukaiset lähtötiedot, kun jakeluvelvoitteessa on otettu huomioon PM Orpon hallituksen jakeluvelvoitteeseen liittyvät linjaukset sen tasoa lukuun ottamatta. Jakeluvelvoitetta on nostettu julkisten latauspisteiden laskennallisen sähköenergian ja vähimmäisosuusvelvoitteeseen sisällytettävän välituotevedyn verran. Tämä vastaa ns. ilmastopaneelin tieliikenteen politiikkaskenaariota (WAM-IP) (ks. raportin luku 4.1).

Taulukko 7: WEM-2024-skenaarion lähtötiedot vuosina 2024–2030, kun jakeluvelvoitetiedot ovat Ilmastopaneelin WAM-IP-skenaarion mukaiset. Laskemissa käytetty jakeluvelvoitteen taso vuonna 2024 poikkeaa taulukkoarvosta (ks. teksti).

	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Tieliikenteen energia (TJ)	155 457	154 892	153 765	152 217	150 318	148 449	146 058
Jakeluvelvoite (%)	28	29	29	30	31	32	34
Lisävelvoite (%)	2	3	6	6	8	9	10
Vähimmäisosuusvelvoite (%) [1]					0,2	1	3,5
Biopolttoaineet (%)	28	29	29	30	31	32	34
Biometaani (%)	1,1	1,3	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3
Kehittynyt diesel (%)	0,9	1,7	4,5	4,3	6,1	6,9	7,7
Uusiutuva diesel (%)	23,4	23,4	20,4	21,4	20,5	20,5	21,5
Etanoli (%)	2,6	2,6	2,6	2,6	2,5	2,5	2,5

[1] RED -direktiivin IX liitteen A osassa tarkoitetuista raaka-aineista tuotettujen tai valmistettujen biopolttoaineiden ja biokaasun vähimmäisosuudet

Koska jakeluvelvoite on jo PM Orpon hallituksen päätöksellä alennettu 13,5 prosenttiin vuonna 2024, niin edellä esitetyissä taulukoissa 5–7 on otettu sama jakeluvelvoite lähtökohdaksi vuoden 2024 laskelmissa. Toteutunut jakeluvelvoite on ollut kuitenkin 17 % vuonna 2023 (YM 2024), vaikka myös vuonna 2023 jakeluvelvoite oli 13,5 %. Tämän takia vuoden 2024 jakeluvelvoitteen taso on asetettu laskelmissa kaikkien skenaarioiden tasolle 15,6 % sen sijaan, että se olisi 13,5 %. Lähtötilanteessa siis oletetaan, että todellinen jakeluvelvoitetaso on lakia korkeampi. Prosenttiosuuden muutos muuttaa kussakin taulukossa biopolttoaineen prosenttimäärää vuonna 2024 ja vain kehittyneen dieselin ja uusiutuvan dieselin määrät muuttuvat.

Päästölaskelmissa etanolin valmistuksen ja ILUC:n päästökertoimina on käytetty taulukon 4 EU:n keskiarvotuloksia. Kehittyneen dieselin päästökertoimissa ei ole huomioitu biodieselin ILUC-päästöjä, ja valmistuksen päästökertoimet vastaavat taulukon 4 HVO-dieselin EU:n keskiarvon päästökertoimia. Uusiutuvan dieselin valmistuksen ja ILUC;n päästökertoimet vastaavat (EU:n keskimääräisiä) FAME-biodieselin päästökertoimia.

Ns. RFNBO-polttoaineiden eli synteettisten liikennepolttoaineiden valmistus perustuu pitkälle sähkön käyttöön ja tässä yhteydessä Suomessa valmistettujen sähköpolttoaineiden elinkaaristen päästöjen oletetaan olevan alle RED-direktiivin 70 % reduktiovaatimuksen (EU 2023), koska Suomessa sähkön päästökerroin on hyvin alhainen. Tässä yhteydessä oletetaan RFBNO-polttoaineiden saavuttavan 80 % päästöreduktion RED-direktiivin vertailuarvoon nähden (94 g CO2-ekv./MJ), eli se on 19 g CO_2-ekv./MJ.

Välituotevedyn valmistus perustuu jatkossa Suomessa pitkälti biomassapohjaisen hiilidioksidin käyttöön, jolle Zhou ym. (2021) on arvioitu elinkaarisiksi päästöiksi 21 g CO_2-ekv./MJ.

Lähteet

AFRY 2020. Finnish Energy – Low carbon roadmap, 1 JUNE 2020. Final report. (Energiateollisuuden vähähiilitiekartta). Saatavilla: https://energia.fi/en/publications/low-carbon-roadmap-energy-sector/.

Agora Verkehrswende 2019. Klimabilanz von Elektroautos - Einflussfaktoren und Verbesserungspotenzia. www.ifeu.de.

Argonne National Laboratory 2020. The Greenhouse gases, Regulated Emissions, and Energy use in Transportation Model (GREET) (Version 2020). Saatavilla: https://greet.es.anl.gov/index.php.

Bieker, G. 2021. A global comparison of the life-cycle greenhouse gas emissions of combustion engine and electric cars. White paper. International council on clean transportation (ICCT).

EU 2023. Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi (RU) 2023/2413, direktiivin (EU) 2018/2001, asetuksen (EU) 2018/1999 ja direktiivin 98/70/EY muuttamisesta uusiutuvista lähteistä peräisin olevan energian käytön edistämisen osalta sekä neuvoston direktiivin (EU) 2015/652 kumoamisesta. Saatavilla: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=OJ:L_202302413.

Fingrid 2022. Sähköntuotannon ja kulutuksen CO_2-päästöarviot. Saatavilla: https://www.fingrid.fi/sahkomarkkinainformaatio/co2/.

Green NCAP 2022. Estimated Greenhouse Gas Emissions and Primary Energy Demand of Passenger Vehicles – 2nd edition. Life cycle methodology and data. Green NCAP, Switzerland.

Hill, N., Amaral, S., Morgan-Price, S., Nokes, T., Bates, J., Helms, H. … Bauen, A. 2020. Determining the environmental impacts of conventional and alternatively fuelled vehicles through LCA. Ricardo-AEA, ifeu, and E4tech report for the European Commission. Saatavilla: https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/1f494180-bc0e-11ea-811c01aa75ed71a1.

Honkapuro S., Partanen, J., Haakana, J., Annala, S., Lassi, J. 2015. Selvitys sähkö- ja kaasuinfrastruktuurin energiatehokkuuden parantamismahdollisuuksista. Lappeenrannan yliopiston tutkimusraportti. Saatavilla: https://energia.fi/files/1224/Selvitys_sahko-_ja_maakaasuinfrastruktuurin_energiatehokkuuden_parantamismahdollisuuksista_2015.pdf.

Kalliokoski, T., Heinonen, T., Holder, J., Mäkelä, A., Minunno, F., Lehtonen, A., Packalen, T., Peltoniemi, M., Pukkala, T., Salminen, O., Scehlhaas, M.-J., Vauhkonen, J.,Kanninen, M., Seppälä, J., Ollikainen, O. 2019. Skenaarioanalyysi metsien kehitystä kuvaavien mallien ennusteiden yhtäläisyyksistä ja eroista. Suomen ilmastopaneelin raportti 2/2019. Saatavilla: https://ilmastopaneeli.fi/hallinta/wp-content/uploads/2024/07/Ilmastopaneeli_metsamallit_raportti_180219.pdf.

Koljonen, T., Silfver, T., Soimakallio, S., Koreneff, G., Lehtilä, A., Markkanen, J., Vainio, T., Aakkula, J., Haakana, M., Hirvelä, H., Lehtonen, H., Mutanen, A., Myllykangas, J-P., Viitanen, J., Vikfors, S., Forsberg, T. & Koskivaara, O. 2024. Perusskenaariot energia- ja ilmastotoimien kokonaisuudelle kohti päästöttömyyttä (PEIKKO). Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 2024:26. Valtioneuvoston kanslia. Saatavilla: http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-383-219-0

Lauhkonen, A., Markkanen, J. 2023. Tieliikenteen ajoneuvokanta- ja päästöennusteen päivitys 2023. Traficomin julkaisuja 20.11.2023. Saatavilla: https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/publication/Tieliikenne_PaastoPaivitys_2023.pdf

Lehtilä A., Koljonen, T., Laurikko, J., Markkanen, J., Vainio, T. 2021. Energiajärjestelmän ja kasvihuonekaasujen kehitykset: Hiilineutraali Suomi 2035 – ilmasto- ja energiapolitiikan toimet ja vaikutukset. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 2021:67. http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-383-318-0.

Lutsey, N. 2017. Integrating electric vehicles within U.S. and European efficiency regulation Working paper 07. ICCT (The International Council on Clean Transportation).

Luke (Luonnonvarakeskus) 2021. Suurin osa puusta päätyy lopulta energiaksi. Saatavilla: https://www.luke.fi/fi/uutiset/suurin-osa-puusta-paatyy-lopulta-energiaksi.

Lyu, Z., Pons, D., Zhang, Y. 2023. Emissions and Total Cost of Ownership for Diesel and Battery Electric Freight Pickup and Delivery Trucks in New Zealand: Implications for Transition. Sustainability 2023, 15(10), 7902; https://doi.org/10.3390/su15107902.

Moro, A., Lonza, L. 2018. Electricity carbon intensity in European Member States: Impacts on GHG emissions of electric vehicles. Transportation Research Part D 64 (2018) 5–14.

Prussi, M., Yugo, M., De Prada, L., Padella, M., Edwards, R., Lonza L. 2020. JEC Well-to-tank report v5. Publications Office of the European Union. Saatavilla: https://data.europa.eu/doi/10.2760/959137.

Seppälä ym. 2023. Autokalkulaattorin käyttöopas ja laskennan perusteet. Suomen ilmastopaneeli. Saatavilla: https://autokalkulaattori.fi/Autokalkulaattori_dokumentaatio.pdf

Soimakallio, S., Antikainen, R., Thun, R. 2009. Assessing the sustainability of liquid biofuels from evolving technologies: A Finnish approach. VTT Tiedotteita - Research Notes, Number 2482.

Riistama, K., Laitinen, J., Vuori, M. 2003. Suomen kemianteollisuus. Helsinki: Chemas, Tammerpaino.

Tilastokeskus 2023a. Polttoaineluokitus. https://stat.fi/tup/khkinv/khkaasut_polttoaineluokitus.html

Tilastokeskus 2023b. Kasvihuonekaasuinventaario. https://stat.fi/tup/khkinv/index.html

Zhou, Y., Swidler, D., Sea, S.. Baldino, C. 2021. Life-cycle greenhouse gas emissions of biomethane and hydrogen pathways in the European Union. The international council on clean transportation (ICCT).

Valin, H., Peters, D., van den Berg, M., Frank, S., Havlik, P., Forsell, N., & Hamelinck, C. 2015. The land use change impact of biofuels consumed in the EU. Ecofys, IIASA and E4tech report for the European Commission. Saatavilla: https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/Final%20Report_GLOBIOM_publication.pdf

Wolff, S., Seidenfus, M., Gordon, K.,Álvarez, S.,Kalt, S., Lienkamp, M. 2020. Scalable Life-Cycle Inventory for Heavy-Duty Vehicle Production. Sustainability 2020, 12(13), 5396; https://doi.org/10.3390/su12135396

Woltjer, G., Daioglou, V., Elbersen, B., Ibañez, G. B., Smeets, E., Sánchez González, D., Barnó, J. G. 2017. Study Report on Reporting Requirements on Biofuels and Bioliquids (Issue August). European Commission. Saatavilla: https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/20170816_iluc_finalstudyreport.pd

LIITE 4. TIELIIKENTEEN PÄÄSTÖVÄHENNYSTOIMENPITEIDEN ANALYSOINTIA

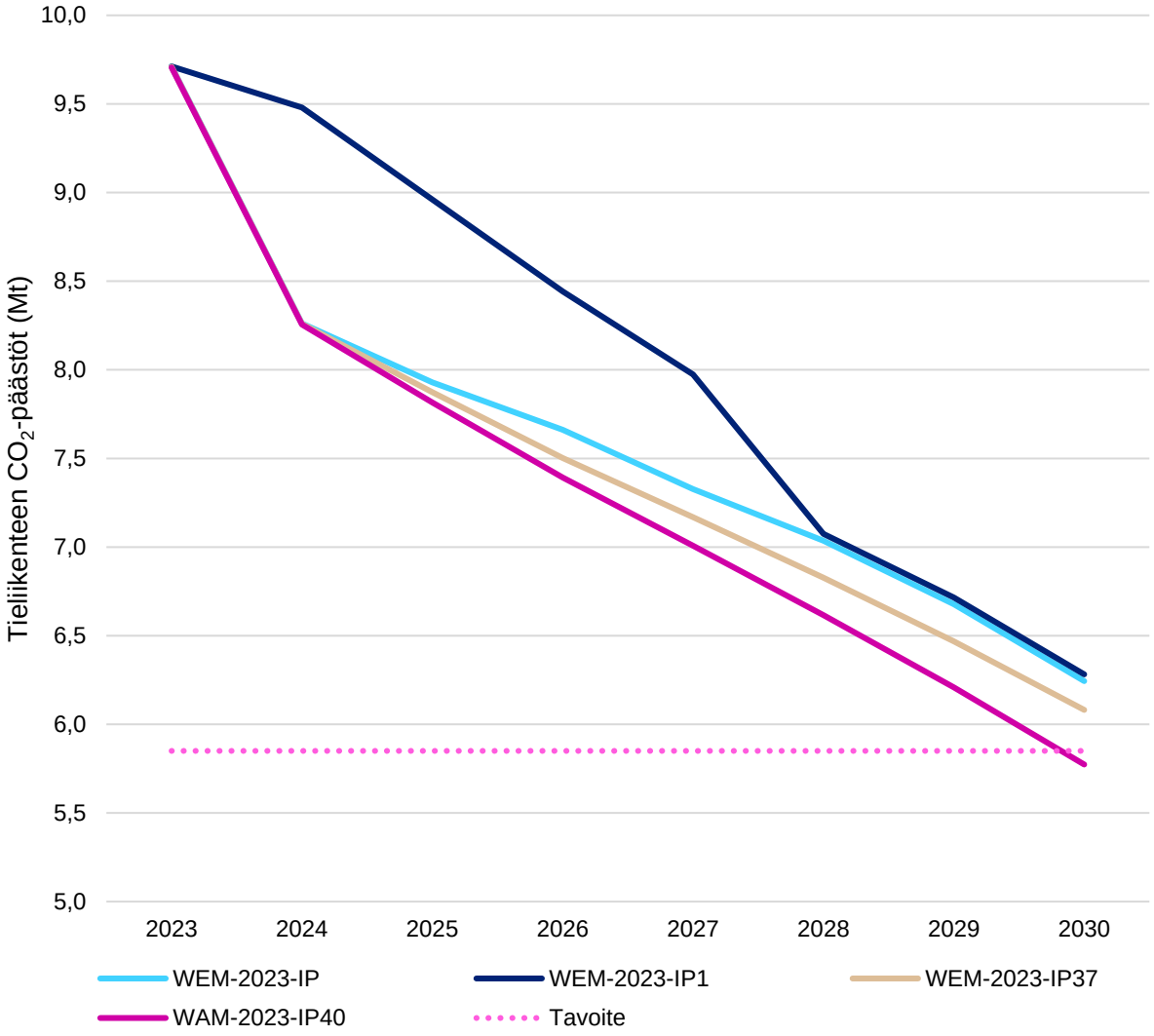
1. Jakeluvelvoitteen tason vaikutukset

Uusiutuvien polttoaineiden jakeluvelvoitteen eri tasojen vaikutusten tarkastelemiseksi laadittiin kaksi uutta skenaariota, joissa uusiutuvien polttoaineiden jakeluvelvoitteet kasvavat 37 prosenttiin (WEM-2023-IP37) tai 40 prosenttiin (WEM-2023-IP40) liikenteen energiankulutuksesta vuonna 2030. Myös näissä skenaarioissa pidetään bensiinin bio-osuus vakiona 7 % ja metaanin bio-osuus vakiona 100 %. Vain dieselin bio-osuuksia muutetaan ja ne ovat siten taulukon 1 mukaiset.

Kuvasta 1 nähdään, että vain WEM-2023-IP40-skenaariossa päästään tieliikenteen päästövähennystavoitteeseen, kun skenaarioissa ei ole otettu jakeluvelvoitteen lisäksi muita PM Orpon hallituksen linjauksia ja päätöksiä huomioon. Hiilidioksidipäästöt ko. skenaariossa ovat 5,77 Mt ja kaikki kasvihuonekaasupäästöt huomioiden 5,86 vuonna 2030.

Taulukko 1: Jakeluvelvoitteen bio-osuudet eri skenaarioissa (WEM-2023-IP1 = jakeluvelvoite muutettu hallitusohjelman mukaisesti WAM-2023/2024:ssä, WEM-2023-IP37/IP40 = jakeluvelvoitteen taso kasvaa 37/40 prosenttiin WEM-2023/2024:ssä).

Skenaario	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Jakeluvelvoitteen kevennys (WEM-2023-IP1)	16 %	20 %	24,5 %	29 %	42 %	44 %	47 %
WEM-2023/2024	38 %	39 %	39 %	41 %	42 %	44 %	47 %
Jakeluvelvoite 37 % (WEM-2023-IP37)	38 %	40 %	42 %	44 %	46 %	48 %	50 %
Jakeluvelvoite 40 % (WEM-2023-IP40)	38 %	41 %	44 %	47 %	50 %	53 %	56 %



Kuva 1: Tieliikenteen CO_2-päästöjen kehittyminen eri jakeluvelvoitteeseen kohdistuvissa politiikkaskenaarioissa.

Taulukossa 2 on koottuna politiikkaskenaarioiden vaikutukset päästöihin, kustannuksiin, verotuloihin ja sähköautojen määrää. Kustannukset sisältävät kaikki kotitaloudelle tai kuljetusyrittäjälle auton omistuksesta ja käytöstä aiheutuvat kustannukset, kuten auton arvonalenema, ajoneuvovero, energiakustannus, energiaverot ja huoltokustannukset. Verot sisältyvät siis taulukossa esitettyihin kustannuksiin, mutta ne on myös esitetty erikseen, jotta vaikutuksia yhteiskunnan verotuloihin voidaan tarkastella. Taulukossa esitetään myös kustannusvaikuttavuus, joka saadaan jakamalla WEM-IP-skenaarioon verrattuna tapahtuva kumulatiivinen CO_2-päästövähenemä kustannusmuutoksella.

Taulukko 2: Jakeluvelvoitteen tason muutoksen vaikutus WEM-2023-skenaariossa (WEM-2003-IP1 = jakeluvelvoite alennettu hallitusohjelman mukaisesti, WEM-2023-IP37 = jakeluvelvoite nousee nykyistä lainsäädäntöä nopeammin ja on 37 % vuonna 2030. (ks. raportin taulukko 7), WEM-2023-IP40 jakeluvelvoite nousee nykyistä lainsäädäntöä nopeammin ja on 40 % vuonna 2030).

	Jakeluvelvoitteen alennus (WEM-2023-IP1)	**Jakeluvelvoite 37 % (WEM-2023-IP37)**	**Jakeluvelvoite 40 % (WEM-2023-IP40)**
CO_2-päästöt vuonna 2030 (Mt CO_2)	6,28	6,08	5,77
KHK-päästöt vuonna 2030 (Mt CO_2-ekv.)	6,38	6,17	5,86
CO_2-päästöt 2023-2030 (Mt)	64,64	59,89	58,77
KHK-päästöt 2023–2030 (Mt CO_2-ekv.)	65,54	60,73	59,59
Kustannukset vuonna 2030 (mrd. €)	27,18	27,23	27,32
Kustannukset 2023-2030 (mrd. €)	216,87	218,61	218,90
Verotulot vuonna 2030 (mrd. €)	5,61	5,62	5,57
Verotulot 2023-2030 (mrd. €)	50,86	50,20	50,04
Täyssähköhenkilöautojen määrä 2030 (kpl)	403 133	419 491	426 445
Dieselin hinta vuonna 2030 (€/l)	2,03	2,06	2,12
Henkilöautoilun kustannukset vuonna 2030 (c/km)	40,03	40,03	40,18
Kustannusvaikuttavuus, sis. verot (€/t)		366	346
Kustannusvaikuttavuus, ilman veroja (€/t)		505	486

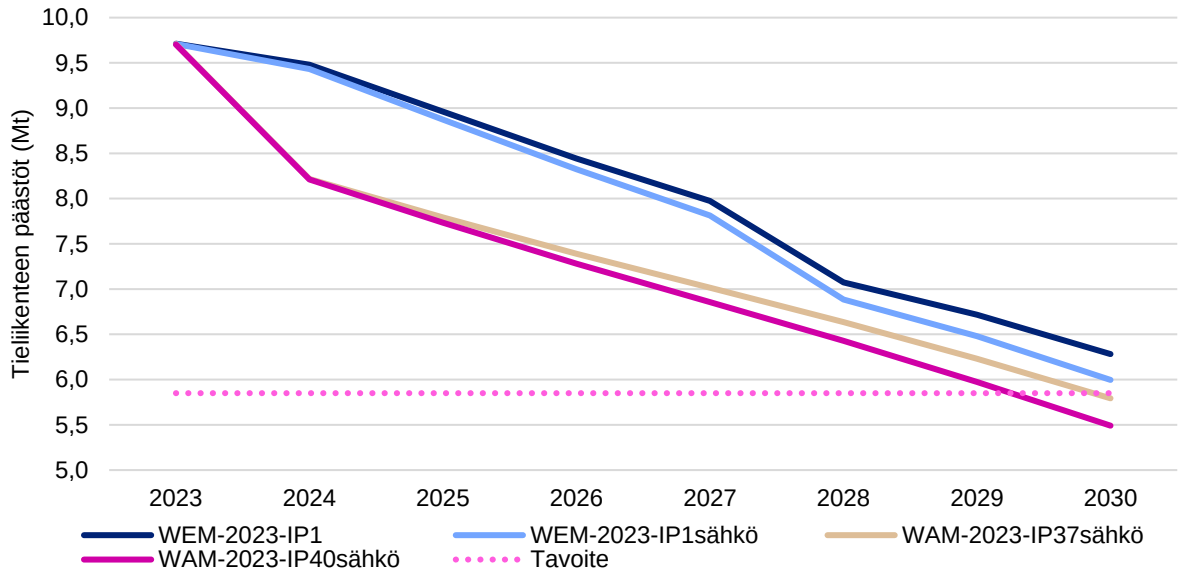
Jakeluvelvoitteen kasvattaminen tasolle 40 % liikenteen energiankulutuksesta vuonna 2030 johtaisi siis tieliikenteen päästötavoitteen saavuttamiseen vuonna 2030. Kumulatiivisesti vuosina 2023–2030 tieliikenteen kasvihuonepäästöt olisivat 5,9 Mt pienemmät kuin PM Orpon hallituksen esityksen mukaisilla alennetun jakeluvelvoitteen tasoilla, mikä auttaisi merkittävästi Suomea saavuttamaan taakanjakosektorin päästövelvoitteet. Jakeluvelvoitteen nostaminen tasolle 37 % vuonna 2030 nostaisi vain vähän liikenteen kustannuksia ja henkilöautoilun kilometrikohtaiset kustannukset olisivat itse asiassa samalla tasolla kuin hallituksen esityksen mukaisilla jakeluvelvoitteen tasoilla. 37 % jakeluvelvoite ei kuitenkaan yksinään riitä tieliikenteen päästötavoitteen saavuttamiseen, vaan sen lisäksi tarvitaan nopeampi autokannan sähköistyminen tai autojen liikennesuoritteen pieneneminen.

2. Liikenteen sähköistyminen

Seuraavaksi tarkastellaan, voidaanko tieliikenteen vuoden 2030 hiilidioksidipäästövähennystavoite 5,85 Mt CO_2 saavuttaa nopeuttamalla liikenteen sähköistymistä. Tarkastelussa on mukana edellä esitettyjen kolmen skenaarion versiot, joissa sähköistyminen on nopeampaa (WEM-2023-IP1sähkö, WEM-2023-IP37sähkö, WEM-2023-IP40sähkö).

Henkilöautojen osalta nopeampi sähköistyminen on mallinnettu autokantamallissa antamalla täyssähköautolle n. 10 % suurempi valintatodennäköisyys, jonka myötä sähköautoja tulee autokantaan 15 000–20 000 kappaletta perusskenaariota enemmän vuosittain. Tämä nopeampi sähköistyminen voidaan saada aikaan esimerkiksi vaikuttamalla työsuhdeautoihin tai toisaalta polttomoottoriautojen kustannuksiin auto-, ajoneuvo- ja polttoaineveron tai tieliikenteen päästökaupan kustannusten kautta. Työsuhdeautojen osuus ensirekisteröinneistä on Suomessa noin neljännes (20 000–25 000 autoa vuosittain) ja työsuhdeautoista 40 % on täyssähköautoja, mutta toisaalta Suomessa rekisteröitävistä dieselautoista 80 % on työsuhdeautoja (Autoalan tiedotuskeskus 2023). Näin ollen työsuhdeautojen osalta voidaan saada aikaan merkittävä siirtymä dieselautoista täyssähköautoihin sallimalla työsuhdeautoiksi vain täyssähköautoja. Kuorma-autojen osalta sähkökuorma-autojen osuuden uusista rekisteröinneistä on oletettu kasvavan kaksi kertaa nopeammin kuin perusskenaariossa (WEM-2023-IP), tällöin sähkökuorma-autoja on kannassa noin 2000 kappaletta, kun niitä perusskenaariossa on noin 1000 kappaletta.

Kuvasta 2 nähdään, että alennetun jakeluvelvoitteen tasoilla päästötavoitetta ei saavuteta nopeamman (WEM-2023-IP1sähkö) sähköistymisenkään avulla, vaan tarvitaan edelleen lisätoimia. Nopeamman sähköistymisen avulla tieliikenteen päästövähennystavoite saavutetaan 37 % jakeluvelvoitteella (WEM-2023-IP37sähkö). 40 % jakeluvelvoitteella ja nopealla sähköistymisellä (WEM-2023-IP40sähkö) päästöt ovat jo merkittävästi alle tavoitteen. Taulukossa 3 on koottuna nopeamman sähköistymisen skenaarioiden vaikutukset päästöihin, kustannuksiin, verotuloihin ja sähköautojen määrään.



Kuva 2: Tieliikenteen CO_2-päästöjen kehittyminen eri skenaarioissa, kun jakeluvelvoitetta muutetaan ja sähköistyminen etenee eri tavalla.

Taulukko 3: Nopeamman sähköistymisen skenaarioiden vaikutukset päästöihin, kustannuksiin, verotuloihin ja sähköautojen määrään.

	Jakeluvelvoitteen alennus (WEM-2023-IP1)	Jakeluvelvoitteen alennus + sähkö (WEM-2023-IP1sähkö)	Jakeluvelvoite 37 % + sähkö (WEM-2023-IP37sähkö)	Jakeluvelvoite 40 % + sähkö (WEM-2023-IP40sähkö)
CO_2-päästöt vuonna 2030 (Mt CO_2)	6,28	6,00	5,79	5,49
KHK-päästöt vuonna 2030 (Mt CO_2-ekv.)	6,38	6,09	5,88	5,58
CO_2-päästöt 2023-2030 (Mt)	64,64	63,51	58,78	57,68
KHK-päästöt 2023–2030 (Mt CO_2-ekv.)	65,54	64,40	59,60	58,49
Kustannukset vuonna 2030 (mrd. €)	27,18	27,26	27,33	27,42
Kustannukset 2023-2030 (mrd. €)	216,87	217,19	218,93	219,21
Verotulot vuonna 2030 (mrd. €)	5,61	5,49	5,45	5,41
Verotulot 2023-2030 (mrd. €)	50,86	50,29	49,62	49,46
Täyssähköhenkilöautojen määrä 2030 (kpl)	403 133	514 842	534 929	543 729
Täyssähkökuorma-autojen määrä 2030 (kpl)	1023	2004	2004	2004
Dieselin hinta vuonna 2030 (€/l)	2,03	2,03	2,06	2,12
Henkilöautoilun kustannukset vuonna 2030 (c/km)	40,03	40,24	40,22	40,36
Kustannusvaikuttavuus, sis. verot (€/t)		283	352	336
Kustannusvaikuttavuus ilman veroja (€/t)		788	563	537

Kuten taulukosta nähdään, täyssähköautojen määrä on nopeamman sähköistymisen skenaarioissa reilut 110 000 henkilöautoa suurempi kuin perusskenaarioissa. Liikenteen sähköistymisen nopea toteutuminen riippuu markkinalähtöisistä tekijöistä, kuten sähköajoneuvojen hintakehityksestä suhteessa polttomoottorivaihtoehtoihin, ja yhteiskunnan toimista. Kaikkien toimenpiteiden, mukaan lukien liikenteen verotus, sääntely sekä mahdolliset julkisista varoista myönnettävät tuet, tulisi ohjata johdonmukaisesti kohti fossiilisten polttoaineiden käytön vähentämistä ja siirtymää kestävämpiin kulkumuotoihin sähköautojen ohella.

Erilaisissa selvityksissä latausmahdollisuus on koettu tärkeäksi tekijäksi liikenteen sähköistymisessä. Lataava-hankkeen (Ferreira ym. 2024) analyysin perusteella julkisen pikalatausinfrastruktuurin saatavuudella valtaväylien varrella on positiivinen yhteys sähköautojen hankintaan. Kun maksimietäisyys latauspaikkojen välillä pienenee 10 kilometriä, sähköautojen hankinta kasvaa noin 10 prosenttia. Yhteys korostuu pitkien, yli 200 kilometrin reittien todennäköisten käyttäjien keskuudessa. Myös kansainvälisessä tutkimuskirjallisuudessa on havaittu, että etenkin julkiset pikalaturit lisäävät sähköautojen hankintoja (Sommer ja Vance 2021, Haidar ja Rojas 2022).

Suurimmat vaikuttavuudet sähköistymisen vauhdittamiseksi saadaan tukemalla julkista pikalatausinfrastruktuuria reiteillä, joilla latausverkon kattavuus on edelleen heikko. Tällaisia sijainteja on etenkin Itä- ja Pohjois-Suomessa. Yksityisen latausinfran tuet tulisi ensisijaisesti kohdistaa sellaisiin kohteisiin, joissa latausinfraan investoinnin voidaan olettaa olevan erityisen haastavaa. (Laukkanen ym. 2024).

3. Ajoneuvotuet raskaalle liikenteelle

Selvityksen (Liimatainen ym. 2023) perusteella sähkö- ja kaasukuorma-autojen hankintatuki on erittäin kustannustehokas päästövähennystoimenpide. Raskaan kaluston osalta sähköistyminen on vasta lähdössä käyntiin ja raskaan liikenteen latausverkosto puuttuu Suomesta täysin. Myös biokaasun osalta nesteytetyn biokaasun tankkausasemien määrän lisääminen on tärkeää, koska biokaasu kannattaa käyttää raskaissa ajoneuvoyhdistelmissä, joissa sähköistyminen on hidasta. Näin ollen sähköllä ja kaasulla kulkevien kuorma- ja pakettiautojen hankintatukea ja julkisen liikennesähkön ja -kaasun lataus- ja tankkausinfrastruktuurin tukea ei tule alentaa, kuten vuoden 2024 talousarviossa tehdään (VM 2024), vaan kasvattaa. Tuet kannattaa kuitenkin kohdistaa raskaiden ajoneuvoyhdistelmien sähköistykseen, koska perävaunuttomien kuorma-autojen osalta kokonaiskustannukset ovat jo hyvin lähellä tai jopa alle dieselkuorma-autojen kustannusten (Jahangir Samet ym. 2024).

Traficom (2021) arvioi sähkökuorma-autojen hankintatuella saatavan liikenteeseen 695 sähkökuorma-autoa vuosina 2022–2025, kun tuen kokonaismäärä olisi noin 15,5 milj. €. Laskentamallissa tarkasteltiin tukien vaikutusta, kun tuella hankittaisiin 695 sähkökuorma-autoa tai 230 kaasukuorma-autoa vuosina 2022–2025. Mallissa sähkökuorma-autojen määrä lisääntyy perusskenaarioon nähden vuonna 2030 noin 1100 sähkökuorma-autolla, koska tuella hankittujen lisäksi sähkökuorma-autojen osuus vaikuttaa mallissa käytettynä maahantuotujen kuorma-autojen ja vuosien 2026–2030 ensirekisteröintien käyttövoimajakaumaan. Tämä on sinänsä realistista, että latausinfraan investointi madaltaa kynnystä hankkia tulevaisuudessakin sähkökalustoa. Samoin kaasukuorma-autojen määrä lisääntyy 377 kuorma-autolla vuonna 2030, eli enemmän kuin hankintatuella hankittiin.

Sähkökuorma-autojen hankintatuella hankittujen kuorma-autojen myötä tiekuljetusten kumulatiivinen kokonaiskustannusten vähenemä on 20 milj. € ja kumulatiivinen päästövähenemä on 0,17 Mt vuosina 2023–2030. Toimenpiteen kustannusvaikuttavuus on siten -113 €/t, eli toimenpide on yhteiskunnalle

erittäin kustannustehokas. Sähkökuorma-autojen hankintatuki on selkeästi kustannusvaikuttavuudeltaan parempi kuin sähköhenkilöautojen hankintatuki. Kuorma-autojen hankintatuen vaikutukset ovat epävarmoja, koska vaikutukset on laskettu Traficomin asiantuntija-arvioon perustuen, eikä taustalla ole tutkimuksessa havaittuja joustoja, kuten henkilöautojen tapauksessa. Suomessa käytössä olevan kuorma-autojen hankintatuen vaikutuksia tulisi selvittää, jotta todellisista vaikutuksista saadaan tietoa laskentamalliin.

On kuitenkin todennäköistä, että kuorma-autojen hankintatuen kustannusvaikuttavuus on selkeästi parempi kuin henkilöautojen, koska sähkökuorma-autot ovat vasta tulossa markkinoille, eikä investointia välttämättä uskallettaisi tehdä ilman hankintatukea. Kuorma-autojen vuosittaiset päästöt ovat myös paljon suuremmat kuin henkilöautojen verrattuna hankintatuen määrään ja kuorma-auton elinkaari on lyhyempi, joten hyödyt ehtivät henkilöautoa paremmin vaikuttaa vuoteen 2030 mennessä.

Kaasukuorma-autojen hankintatuen vaikutukset ovat hyvin pienet. Kumulatiiviset kustannusmuutokset ovat alle miljoona euroa ja päästövähennykset 0,02 Mt. kustannusvaikuttavuus on 22 €/t.

4. Polttoaineen jakelijoiden päästökaupan käyttöönotto

PM Orpon hallituksen kevään 2024 kehysriihessä päätettiin, että Suomi liittyy EU:n polttoaineen jakelijoiden päästökauppaan (ETS2) vuodesta 2027 alkaen. Jakelijoiden päästökauppa kattaa tieliikenteen, erillislämmityksen, rakentamisen sekä päästökaupan ulkopuolisen energiantuotannon ja teollisuuden ja se on keskeinen osa EU:n ilmastopolitiikan arkkitehtuuria yhdessä energiantuotantoa ja teollisuutta koskevan kiinteiden laitosten päästökaupan (ETS1) kanssa.

Päästökauppa on markkinapohjainen ohjauskeino, joka kannustaa jakelijoita ja polttoaineen käyttäjiä vähentämään päästöjään parhaaksi katsomallaan tavalla. Se luo hallinnollisesti asetettavan päästökaton koko unionille, mutta ei yksittäisille jäsenvaltioille, kuten Suomelle. Päästökaton suuruuden määrittää Euroopan komissio, ja se perustuu väliaikaisesti vuoden 2024 toteutuneeseen päästöjen tasoon ja se päivitetään vuodesta 2028 vastaamaan vuosien 2024–2026 keskiarvoisia päästöjä. Päästökattoa alennetaan vuosittain käyttämällä lineaarista vähennyskerrointa, joka on toisessa vaiheessa 5,38 % vuodesta 2025 eteenpäin. Päästökatto ei sido vuosittain, koska yli jääneet päästöoikeudet voidaan tallettaa tulevaa käyttöä varten. Lisäksi päästöoikeuksia huutokaupataan etupainotteisesti, jotta markkinalle syntyy riittävästi likviditeettiä kaupankäyntiä varten.

Päästöoikeuden hinta määräytyy markkinoilla riippuen niiden kysynnästä, eli päästömääristä, ja tarjonnasta, eli siitä paljonko päästöoikeuksia päätetään vapauttaa markkinoille. Oikeuksien kysyntää ei tunneta, vaan se riippuu päästökehityksen perusurasta ja siitä, miten eurooppalainen liikennesektori, erillislämmitys ja muut soveltamisalaan kuuluvat sektorit reagoivat päästöjen hinnoitteluun.

Järjestelmän päästökatto sitoo vain EU:n tasolla, joten päästökauppa ei poista Suomen taakanjakosektorin velvoitteita vuodelle 2030, eikä todennäköisesti yksin riitä niiden saavuttamiseksi (Seppänen ym. 2022). Tämän vuoksi Suomen tulee tehdä kansallisia lisätoimia taakanjakosektorilla, johon liikenne sisältyy. Toimenpiteitä on käyty läpi tässä raportissa. Tieliikenteen päästötavoitteiden toteuttamiseksi Suomi voi myös ottaa käyttöön kansallisia ohjauskeinoja, esimerkiksi varmistaa tieliikenteen päästötavoitteiden toteutumisen toimeenpanemalla kansallisen päästökaupan. Kansallinen ja unionin tasoinen päästökauppa on yhteensovitettavissa ja näitä vaihtoehtoja on tarkasteltu Ilmastopaneelin raportissa (Seppänen ym. 2022).

Päästökaupalla on myös tulonjakovaikutuksia. Polttoaineen hintaohjauksen tulonjakovaikutuksia on tutkitta Suomessa paljon (Ahonen 2021, Palanne ja Sahari, 2021, Clarke, 2023, ks. myös tämän raportin luku 4.6). Analyysien perusteella polttoainekulujen osuus käytettävissä olevista tuloista kasvaa tulojen myötä suuressa osassa tulojakaumaa. Ilmastopolitiikan aiheuttamia kustannuksia voidaan korvata haavoittuville kotitalouksille ja liikenteen käyttäjille kohdennetuilla tuilla esimerkiksi EU:n sosiaalisen ilmastorahaston kautta, tai verojärjestelmää muuttamalla (Ahlvik ja Liski, 2024). Päästökaupan kustannusten kohdistuminen polttoaineen kuluttajille riippuu markkinatilanteesta. Verotuksen läpimenoaste hintoihin on Suomessa noin 75–90 %, ja pienituloisilla alueilla kuluttajat kantavat suuremman osan kustannuksista (Harju ym. 2022).

Jos Suomi tekee kansallisia lisätoimia, voivat suomalaiset toimijat myydä käyttämättömät ETS2:n päästöluvat ulkomaille. Tällöin Suomi saa tuloja päästöoikeuksien myymisestä ulkomaille, mikä vähentää kansallisten toimien kustannusta (Kruse-Andersen ja Sørensen, 2024). Tällöin EU-tason päästöt eivät kuitenkaan vähene täysimääräisesti ("vesisänkyvaikutus"). Suomi voi myös tehdä lisäisiä toimia, joilla on vaikutuksia EU:n päästöihin, mutta se vaatii päästöoikeuksien kumoamista kansallisten toimien rinnalla.

Lähteet

Ahlvik, L., Liski, M., Mattila, M. 2024. Pigouvian Income Taxation. CEPR Discussion Paper No.19117

Ahonen, A., Liski, M., Nokso-Koivisto, O., Nurmi, E. Vehviläinen, I. 2021. Kohti hiiletöntä liikennettä – analyysi tulonjakovaikutuksista

Autoalan tiedotuskeskus 2023. Yritysautojen osuus rekisteröinnistä on kasvussa. 1.12.2023. https://www.aut.fi/ajankohtaista/tiedotteet/yritysautojen_osuus_rekisteroinneista_on_kasvussa.3505.news

Clarke, S. 2023. Background Report for the Economic Policy Council on Carbon Pricing in Finland.

Ferreira, E., Laukkanen, M., Palanne, K., Räihä, J., Sahari, A., Sumu, S., Suomalainen, E., Vesanen, S. 2024. Latausinfratukien vaikuttavuuden arviointi. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 2024:14. Saatavilla: https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/165604/VNTEAS_2024_14.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Harju, J., Kosonen, T., Laukkanen, M., & Palanne, K. 2022. The heterogeneous incidence of fuel carbon taxes: Evidence from station-level data. Journal of Environmental Economics and management, 112, 102607.

Haidar, B., Rojas, M. 2022. The relationship between public charging infrastructure deployment and other socio-economic factors and electric vehicle adoption in France. *Research in Transportation Economics, Volume 95*, 101208. https://doi.org/10.1016/j.retrec.2022.101208

Jahangir Samet, M., Liimatainen, H., Pihlatie, M., van Vliet, O.P.R. 2024. Levelized cost of driving for medium and heavy-duty battery electric trucks. Applied Energy 361: 122976. https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2024.122976

Kruse-Andersen, P. K., Sørensen, P. B. 2024. Optimal carbon taxation in EU frontrunner countries: coordinating with the EU ETS and addressing leakage. Climate Policy, 24(1), 26-38.

Liimatainen, H., Viri, R., Nikula, H., Tiikkaja, H., Utriainen, R. 2023. Liikenteen päästövähennystoimenpiteiden kokonaisvaltainen taloudellinen arviointi. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 2023:38. Saatavilla: https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/164944/VNTEAS_2023_38_HEETRA.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Palanne, K., Sahari, A. 2021. Henkilöautoliikenteen CO2-päästöt ja päästöjen vero-ohjaus. VATT muistiot 63

Seppänen, A., Ahlvik, L., Weaver, S., & Ollikainen, M. 2022. Tieliikenteen kansallisen päästökaupan toteuttaminen ja vaikutukset. Suomen ilmastopaneelin raportti 4/2022. Saatavilla: https://ilmastopaneeli.fi/hallinta/wp-content/uploads/2024/03/ilmastopaneelin-raportti-4-2022-tieliikenteen-paastokauppa.pdf.

Sommer, S., Vance, C. 2021. Do more chargers mean more electric cars?. Environmental Research Letters, 16(6), 064092. https://doi.org/10.1088/1748-9326/ac05f0

Traficom 2021. Hankintatukimalli – sähkökäyttöiset kuorma-autot. Muistio 28.9.2021. Saatavilla: https://api.hankeikkuna.fi/asiakirjat/10ef5a33-0694-4c3e-8e07-eb8f1d29136e/98a1f6ac-9301-4dc9-a7ba-6b47be8b29fc/LIITE_20211007140945.pdf.

VM 2024. Talousarvioesitys 2024. Saatavilla: https://budjetti.vm.fi/sisalto.jsp?year=2024&lang=fi&maindoc=/2024/tae/valtiovarainministerionKanta/valtiovarainministerionKanta.xml&opennode=0:1:.

LIITE 5. TIELIIKENTEEN ILMAN EPÄPUHTAUSPÄÄSTÖJEN TERVEYSVAIKUTUSTEN ARVIOINTI

Otto Hänninen, Antti Korhonen, Heli Lehtomäki (Terveyden ja hyvinvoinnin laitos, Kuopio)
Yuliia Palamarchuck, Ari Karppinen (Ilmatieteen laitos)
Emilia Suomalainen, Mikko Savolahti, Niko Karvosenoja, Ville-Veikko Paunu (Suomen ympäristökeskus)

1. Päästöarviot

Nykyisen ilmansuojelulainsäädännön mukaiset tieliikenteen ilman epäpuhtauksien päästöt ja pitoisuudet Suomessa arvioitiin vuosille 2020 ja 2030 nykyisillä toimenpiteillä (with existing measures, WEM-LVM 202) (Andersson ym. 2020) sekä erikseen määritellyillä lisätoimenpiteillä (with additional measures, WAM-LVM 2021) (YM 2022) vuodelle 2030. Kummallekin skenaariolle arvioitiin autojen pakokaasupäästöjen ja pölyn aiheuttamat pienhiukkaset ($PM_{2.5}$) sekä typen oksidien päästöt (NO_x). Lisäksi päästöt arvioitiin suuntaa antavasti ns. PEIKKO-hankkeen WEM-2024-skenaariolle (Koljonen ym. 2024), joka vastaa lähinnä tässä työssä tehtyä Ilmastopaneelin WAM-IP-skenaariota (taulukko 1). Sille päästöarvioita ei ole validoitu siten kuin WEM-LVM 2021 ja WAM-LVM 2021 -skenaarioille, joille tehtiin terveysvaikutusarviot. Niiden tietojen perusteella pienhiukkasten ($PM_{2.5}$) vuosipitoisuudet arvioitiin 250 m x 250 m ruudukossa n. 12 miljoonaan pisteeseen Suomen alueellisen ilmansaasteiden skenaariomallin (FRES) päästö- ja leviämismatriisien avulla (SYKE 2022-10). Typen oksidipäästöarvioiden (NO_x) perusteella Ilmatieteen laitos laski NO_2 pitoisuudet ottaen huomioon ilmakemialliset prosessit.

Näiden katupöly- ja pakokaasuhiukkaspitoisuuksien ($PM_{2.5}$) ja NO_2 pitoisuuksien perusteella, yhdistettynä Tilastokeskuksen vuoden 2020 väestötietoihin 1 km x 1 km ruudukossa (Tilastokeskus 2020), arvioitiin päästöjen muutoksen vaikutuksia kuolleisuuteen Suomessa.

Pölypäästöjä selittävät ajosuoritteet, ajoneuvojen massat sekä mahdollisesti ajotavat ja -teknologiat. Tässä yhteydessä skenaarioiden välisten pölypäästöjen eroa on hahmoteltu pelkästään ajosuorite-erojen perusteella. Sähköajoneuvojen vaikutuksista pölypäästöihin on toistaiseksi vielä melko rajallisesti tutkimustietoa. Keskimäärin suurempi massa todennäköisesti lisää päästöjä, erityisesti nastarenkaita käytettäessä (Nordust II hanke, julkaistaan syksyllä 2024). Toisaalta jarrutusenergian talteenoton ansiosta jarrujen kulumisesta aiheutuvat pölypäästöt todennäköisesti vähenevät.

Taulukko 1: Tieliikenteen pienhiukkasten ($PM_{2.5}$) ja typen oksidipäästöjen (NO_x) arviot WEM-LVM 2021, WAM-LVM-2021 ja WEM-2024-skenaarioissa.

Vuosi	NO_X (kt)			Pakokaasupäästöjen $PM_{2.5}$ (kt)			Pöly ($PM_{2.5}$) (kt)		
	WEM-LVM 2021	WAM-LVM 2021	WEM-2024	WEM-LVM 2021	WAM-LVM 2021	WEM-2024	WEM-LVM 2021	WAM-LVM 2021	WEM-2024
2020	23,77	23,77	24,18	0,516	0,516	0,522	0,972	0,972	0,972
2021	21,23	21,22	21,58	0,455	0,454	0,460	0,980	0,980	0,980
2022	18,96	18,93	18,97	0,402	0,401	0,421	0,992	0,990	0,935
2023	16,94	16,90	19,69	0,357	0,356	0,368	1,005	1,000	0,936
2024	15,12	15,06	14,76	0,320	0,317	0,324	1,018	1,010	0,940
2025	13,42	43,33	13,02	0,284	0,280	0,284	1,030	1,018	0,946
2026	11,84	11,74	11,48	0,254	0,249	0,250	1,043	1,027	0,954
2027	10,42	10,30	10,10	0,228	0,222	0,221	1,054	1,034	0,961
2028	9,17	9,03	8,88	0,204	0,197	0,195	1,066	1,041	0,971
2029	8,09	7,92	7,81	0,184	0,176	0,172	1,077	1,047	0,982
2030	7,15	6,96	6,87	0,166	0,157	0,152	1,087	1,053	0,997

2. Vaikutusten arviointi

Terveysvaikutusten arvioinnissa hyödynnettiin Terveyden ja hyvinvoinnin laitoksella (THL) aiemmin käytettyjä laskentaperiaatteita altistuksen (Korhonen ym. 2019, Korhonen ym. 2021) ja vasteiden (Lehtomäki ym. 2018, Lehtomäki ym. 2020) osalta sekä annos-vasteen suhteen osalta uusinta WHO:n ohjearvopäivityksen yhteydessä laadittua systemaattista kirjallisuuskatsausta ja meta-analyysiä (Chen & Hoek 2020). Vaikutukset kuolleisuuteen laskettiin sekä menetettyinä elinvuosina (YLL) että vuotuisina kuolemantapauksina. Tulokset esitetään perustilanteessa 2020 lähtöarvoina ja 2030 WEM ja WAM skenaarioiden tähän ennustamina muutoksina (taulukko 2).

Taulukko 2: Tarkastellut skenaariot 1–3.

	Skenaariot	Tilanne		Viite
1	WEM	2020	Perustilanne vuonna 2020	WEM-LVM 2021
2	WEM	2030	Skenaario 2030 nykyisillä säädöksillä	WEM-LVM 2021
3	WAM	2030	Skenaario 2030 lisätoimenpitein	WAM-LVM 2021

Laskennassa arvioitiin erikseen tieliikennepäästöihin liittyvä kokonaiskuolleisuus (pois lukien onnettomuus- ja väkivaltakuolemat) sekä pienhiukkasten osalta tausta-arviona viiden erityisen kuolinsyyn vaikutus; nämä siis kuvaavat samaa ilmiötä eivätkä ole yhteenlaskettavissa.

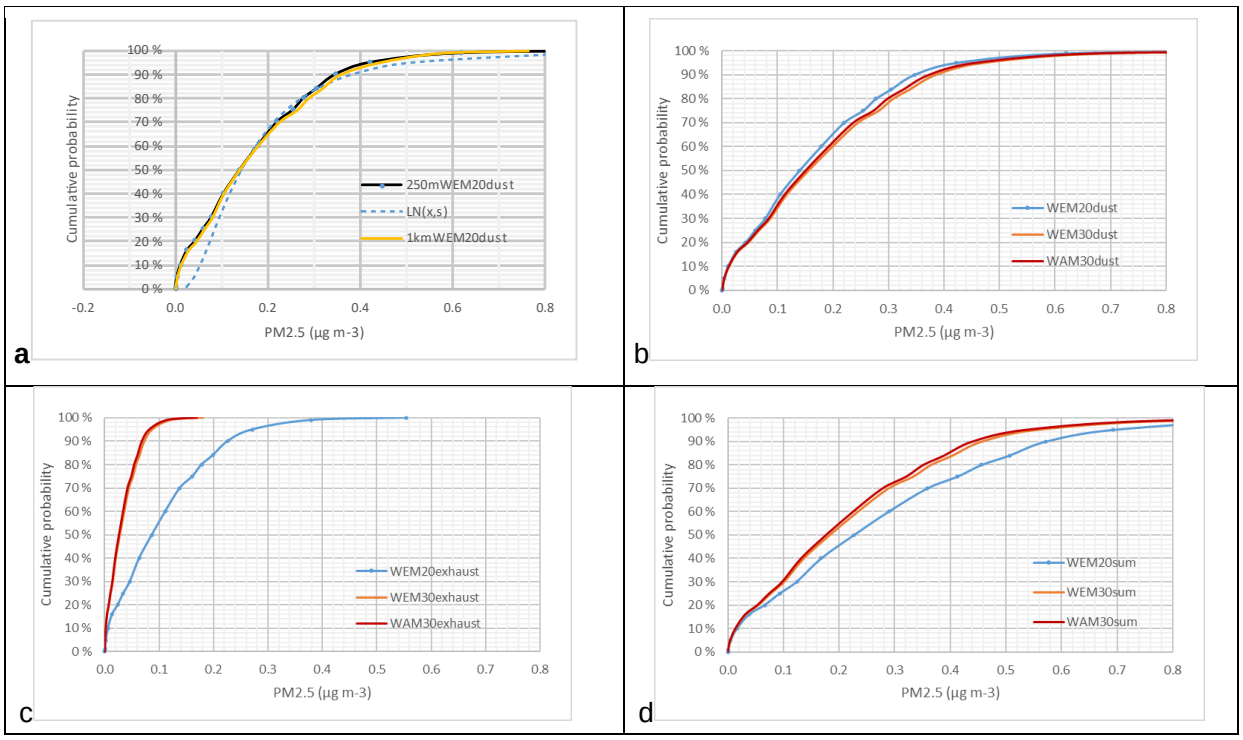
2.1 PIENHIUKKASET (PM2.5)

Kokonaiskuolleisuudelle käytettiin alhaisille altistustasoille (alle 10 µg/m^3) määritettyä riskisuhdetta (RR 1.17 per 10 µg/m³) (Chen & Hoek 2020).

Altistustasojen kumulatiivisia jakaumia tarkastellessa nähdään erityisesti pakokaasupäästöistä aiheutuvan altistumisen selvä aleneminen, kun taas katupölylle altistuminen pysyy samana tai jopa hieman kasvaa vuosien 2020 ja 2030 välillä (kuva 1).

Lähtötilanteessa vuonna 2020 arvioitiin tieliikenteen pakokaasu- ja pölyhiukkaspäästöjen aiheuttaneen 255 kuolemantapausta ja 4490 elinvuoden menetystä (YLL). Vuoteen 2030 mennessä on odotettavissa nykyisillä ilmansuojelutoimilla (WEM) n. 50 kuolemantapauksen alenema, jolloin säästyy 860 elinvuotta. Lisätoimilla (WAM) voidaan arvion mukaan säästää lisäksi noin 8 kuolemantapausta ja 130 elinvuotta (Taulukko 3).

Täydentävässä arviossa tieliikenteen päästöjen kuolleisuusvaikutukset viidelle kuolinsyylle arvioituna olivat yhteensä 78 kuolemantapausta ja 1180 YLL (noin neljäsosa kokonaiskuolleisuusvaikutuksista). Ero selittyy pääosin sillä, että kokonaiskuolleisuus arvioitiin matalien altistustasojen osakohorteista, kun taas syyspesifiset kuolleisuudet perustuvat globaaliin vähemmän herkkään aineistoon (taulukko 3).



Kuva 1: Väestön $PM_{2.5}$ altistusjakaumat: a) resoluutio- ja lognorm-sovitevertailu; b) katupölyhiukkaset c) pakokaasuhiukkaset ja d) katupöly- ja pakokaasuhiukkaset yhdessä.

Taulukko 3: Tieliikenteen hiukkasten aiheuttamat kuolleisuusvaikutukset vuoden 2020 perustilanteessa sekä 2030 skenaarioiden (WEM, WAM) tuottamat inkrementaaliset muutosennusteet. WAM-skenaarion lisähyöty on laskettu suhteessa WEM 2030 -ennusteeseen. Negatiiviset luvut ilmaisevat kuolleisuuden alenemaa suhteessa vertailuarvoon.

	Mortality causes	2020 baseline		→WEM		→2030 WAM additional	
		YLL	Deaths	YLL	Deaths	YLL	Deaths
a	All-cause	4 490	255	-858	-49	-133	-8
b	IHD[1]	725	50	-138	-10	-21	-1
	Stroke	196	14	-37	-3	-6	-0,4
	COPD[2]	70	4	-13	-1	-2	-0,1
	ALRI[3]	25	2	-5	0	-1	-0,05
	Lung cancer	168	8	-32	-2	-5	-0,2
	Sum of five causes	1 183	78	-226	-15	-35	-2

[1] Ischemic heart disease; [2] Chronic obstructive pulmonary disease; [3] Acute lower respiratory infections.

Annosvastefunktioiden 95 % luottamusvälit ovat n. 25 % suuntaansa. Tässä oletettiin, että liikennehiukkasten altistus tapahtuu noin tasoilla 3–5 µg m^{-3} vaihtelevien kokonaisaltistusten osana eikä tarkasteluun sisällytetty mitään kynnystasoa, koska suoraviivaisesti oletimme, että tarkastelun kohteena oleva altistus on kokonaisuudessaan mahdollisten kynnystasojen yläpuolella. Turvallisen tason (kynnystason) olemassaolo on muutenkin epävarmaa, vaikka joissakin kansainvälisissä arvioissa sellaisia käytetään.

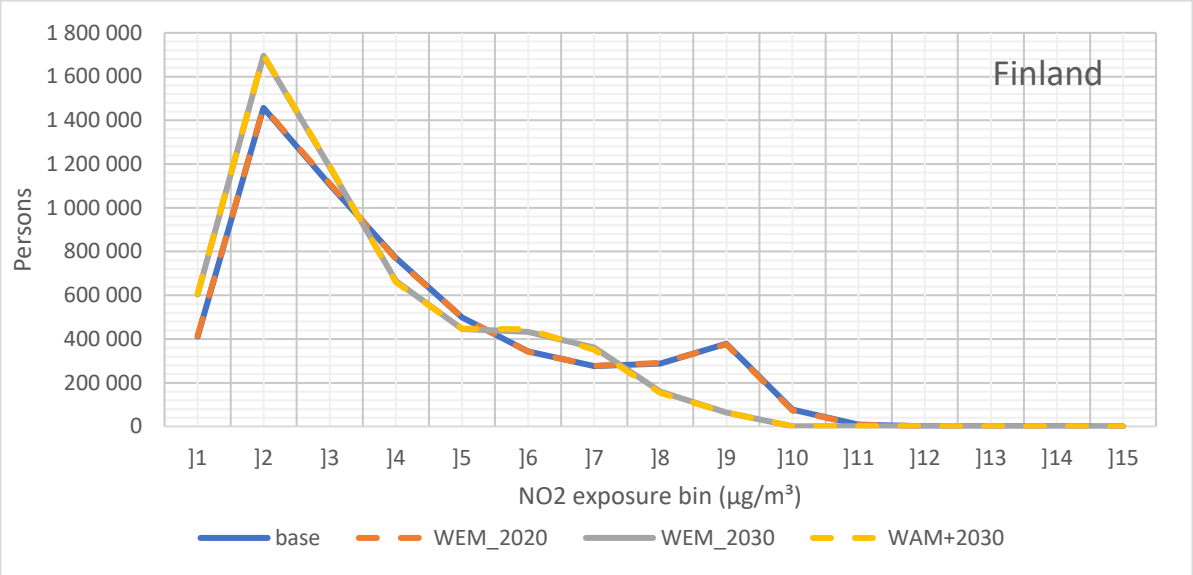
2.2 TYPPIDIOKSIDI (NO_2)

Typenoksidien osalta arvioitiin luonnollisiin kuolinsyihin liittyvä lisäkuolleisuus käyttäen WHO:n ohjearvotyöryhmän laatimaa systemaattista katsausta (Huangfu & Atkinson 2020), ja tukeutuen sen jälkeen julkaistuun hiukan uudempaan arvioon vaikutuksista alhaisilla pitoisuustasoilla (Qian ym. 2021).

Euroopan ympäristökeskus (EEA) raportoi kohdevuodesta 2020 alkaen ilmansaasteiden kuolleisuusvaikutukset WHO:n ohjearvon ylitysten osalta. Erityisesti matalilla altistustasoilla kuten Suomessa tämä alentaa raportoituja lukuja. Laskemme tässä sekä EEA:n raportointikäytännön mukaiset estimaatit että paremmin Suomen olosuhteita kuvaavat lineaariset ekstrapolaatioarviot.

Vuosille 2020 ja 2030 arvioidut altistusjakaumat esitetään kuvassa 2. Suomalaisten altistus jää kaikissa tapauksissa lähes täysin WHO:n ohjearvon 10 µg/m³ alapuolelle, jonka vuoksi EEA:n uuden raportointikäytännön mukaan vaikutuksia ei havaita.

Ilman ohjearvorajausta vuonna 2030 säästettäisiin NO_2 osalta 63 kuolemantapausta ja 953 elinvuotta (taulukko 4). WEM- ja WAM-skenaariot vuodelle 2030 ovat lähes identtiset eikä lisätoimenpiteillä vaikuttaisi olevan juuri merkitystä väestön altistukseen. Kuolleisuudessa voitaisiin lisätoimenpiteillä säästää 1 kuolemantapaus ja 10 elinvuotta vuoden 2030 tilanteessa.



Kuva 2. NO_2-altistuksen pysyvyystasojakaumat.

Taulukko 4. Arviot liikenteen aiheuttamien NO_2-pitoisuuksien aiheuttamista (a) terveysvaikutuksista ja (b) niiden muutoksesta suhteessa perustasoon 2020. WAM skenaarion lisähyöty on laskettu suhteessa WEM 2030 ennusteeseen. Negatiiviset luvut ilmaisevat kuolleisuuden alenemaa suhteessa vertailuarvoon.

	Mortality causes	2020 baseline		→2030 WEM		→2030 WAM additional	
		YLL	Deaths	YLL	Deaths	YLL	Deaths
a	All-cause	5 676	375	-923	-62	-13	-1
b	Respiratory	424	31	-70	-5	-1	-1
	COPD[1]	251	17	-42	-3	-1	0
	ALRI[2]	192	16	-32	-2	0	0
	Sum of three causes	867	64	-144	-10	-2	-1

[1] Chronic obstructive pulmonary disease; [2] Acute lower respiratory infections.

3. Huomioitavaa ja yhteenveto

Väestön ikäjakauman ja muiden terveyteen vaikuttavien tekijöiden osalta tässä ei ole huomioitu ennustettavissa olevia muutoksia. Kaikille skenaarioille on käytetty samaa väestön alueellista jakaumaa, ikäjakaumaa ja tuoretta arviota jo toteutuneesta terveystilasta. Kokonaiskuolleisuuden ennustetaan kasvavan vuodesta 2020 vuoteen 2030 +7,7 % (Tilastokeskus väestöennuste 2019), jonka voimme suoraviivaisesti olettaa heijastuvan tässä esitettyihin lukuihin.

Aiempiin kotimaisiin arvioihin verrattaessa on syytä huomioida, että tässä työssä käytetyt annos-vastesuhteet on julkaistu lokakuussa 2020. Näitä sovelletaan tässä ensimmäistä kertaa kotimaisissa arvioissa.

Työssä käytettiin annosvastefunktiota pienhiukkasille, eikä huomioitu polttoperäisten hiukkasten spekuloitua suurempaa haitallisuutta tai kokeellisia tuloksia, joissa toksikologiset vasteet katupölyhiukkasille ovat olleet muita hiukkasia korkeampia.

NO_2:n osalta WHO:n ohjearvon 10 µg/m³ pitoisuustason ylittää alle yksi prosentti suomalaisista. Siten EEA:n raportoimat ohjearvon ylitysten aiheuttamat kuolemantapaukset pyöristyvät alaspäin nollaan kaikissa laskentaskenaarioissa. Jos oletetaan, että matalilla altistustasoilla vaikutus on suhteellisesti samanlainen, arvioidaan lähtötilanteessa 375 kuolemantapausta vuodessa ja vuoden 2030 skenaarioissa n. 310 kuolemantapausta, siis n. 60 kuolemantapausta vähemmän. WAM-skenaarion lisätoimilla ei ole merkittävää vaikutusta jo voimassa olevien säädösten vaikutukseen (WEM-skenaario).

$PM_{2.5}$ ja NO_2 altistukset korreloivat selvästi. Tässä tehdyissä arvioissa vaikutukset on laskettu erikseen. Yhteisvaikutus voi olla synergistinen, tai yhteenlaskettu vaikutus voi sisältää kaksoislaskentaa; tältä osin arviointimenetelmät ovat vasta kehittymässä.

Lähteet

Andersson, A., Jääskeläinen, S., Saarinen, N., Mänttäri, J., Hokkanen, E. 2020. Fossiilittoman liikenteen tiekartta -työryhmän loppuraportti. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 2020:18. 29.10.2020 päivitetty versio saatavilla: http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-243-602-3.

Chen J., Hoek G. 2020. Long-term exposure to PM and all-cause and cause-specific mortality: a systematic review and meta-analysis. Environment international. 2020 Oct 1;143:105974.

Huangfu, P., Atkinson, R. 2020. Long-term exposure to NO2 and O3 and all-cause and respiratory mortality: A systematic review and meta-analysis. *Environment international*, *144*, 105998.

Koljonen, T., Silfver, T., Soimakallio, S., Koreneff, G., Lehtilä, A., Markkanen, J., Vainio, T., Aakkula, J., Haakana, M., Hirvelä, H., Lehtonen, H., Mutanen, A., Myllykangas, J-P., Viitanen, J., Vikfors, S., Forsberg, T., Koskivaara, O. 2024. Perusskenaariot energia- ja ilmastotoimien kokonaisuudelle kohti päästöttömyyttä (PEIKKO). Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 2024:26. Valtioneuvoston Kanslia. Saatavilla: http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-383-219-0.

Korhonen, A., Lehtomäki, H., Rumrich, I., Karvosenoja, N., Paunu, V-V., Kupiainen, K., Sofiev, M., Palamarchuk, Y., Kukkonen, J., Kangas, L., Karppinen, A., Hänninen, O, 2019. Influence of spatial resolution on population PM2.5 exposure and health impacts. *Air Quality, Atmosphere and Health* (2019) 12:705-718. https://doi.org/10.1007/s11869-019-00690-z ; https://rdcu.be/byw4y (Springer ShareIt 2019-04-25)

Korhonen, A., Relvas, H., Miranda, A., Ferreira, J., Lopes, D., Rafael, S., Almeida, SM., Faria, T., Martins, V., Canha, N., Diapouli, E., Eleftheriadis, K., Chalvatzaki, E., Lazaridis, M., Lehtomäki, H., Rumrich, I., Hänninen, O., 2021. Analysis of spatial factors, time-activity and infiltration on outdoor generated PM2.5 exposures of school children in five European cities. *Science of the Total Environment* (SciTotEnv) 785:147111 PMID: 33940420 DOI: 10.1016/j.scitotenv.2021.147111Lehtomäki H, Korhonen A, Asikainen A, Karvosenoja N,

Lehtomäki, H., Korhonen, A., Asikainen, A., Karvosenoja, N., Kupiainen, K., Paunu, V., Savolahti, M., Sofiev, M., Palamarchuk, Y., Karppinen, A., Kukkonen, J., Hänninen, O. 2018. Health Impacts of Ambient Air Pollution in Finland. *International Journal of Environmental Research and Public Health* (IJERPH) 15:736. http://www.mdpi.com/1660-4601/15/4/736 http://urn.fi/URN:NBN:fi-fe2019110737052

Lehtomäki, H., Geels, C., Brandt, J., Rao, S., Yaramenka, K., Åström, S., Andersen, MS., Frohn, LM., Im, U., Hänninen, O. 2020. Deaths attributable to air pollution in Nordic countries: disparities in the estimates. *Atmosphere* 11:467 (15 pp). https://www.mdpi.com/2073-4433/11/5/467 (accessed 2020-05-05)

Qian, Y., Li, H., Rosenberg, A., Li, Q., Sarnat, J., Papatheodorou, S., ... Shi, L. 2021. Long-term exposure to low-level NO 2 and mortality among the elderly population in the southeastern United States. *Environmental health perspectives*, *129*(12), 127009.

Tilastokeskus 2020. Väestöruutuaineisto 31.12.2020. Saatavilla: https://www.stat.fi/org/avoindata/paikkatietoaineistot/vaestoruutuaineisto_1km_en.html

SYKE 2022-10. FRES-mallin tulokset $PM_{2.5}$ pitoisuuksien aluevaihtelulle Suomessa vuosina 2020 ja 2030 Ilmastopaneelin skenaarioissa, FRES-mallin tulosaineisto n. 650 MB.

YM 2022. Keskipitkän aikavälin ilmastopolitiikan suunnitelma. Ympäristöministeriön julkaisuja 2022: 12. Saatavilla: https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/164186/YM_2022_12.pdf?sequence=4&isAllowed=y.