



HLJ 2011

Ajoneuvo- ja polttoainetekniikan
mahdollisuudet autoliikenteen
päästöjen vähentämisessä

HLJ 2011

**Ajoneuvo- ja polttoainetekniikan mahdollisuudet
autoliikenteen päästöjen vähentämisessä**

Nils-Olof Nylund

TEC TransEnergy Consulting Oy

YTV Pääkaupunkiseudun yhteistyövaltuuskunta

Opastinsilta 6 A

00520 Helsinki

puhelin (09) 156 11

faksi (09) 156 1369

www.ytv.fi

Lisätietoja: Suoma Sihto, puhelin (09) 156 1393
suoma.sihito@ytv.fi

Kansikuva: YTV / Tiina Mäkinen

Taitto: YTV / Rauni Kaunisto

Valopaino Oy

Helsinki 2009

Esipuhe

Helsingin seudulla on käynnissä Helsingin seudun liikennejärjestelmäsuunnitelman (HLJ 2011) valmistelu. Siinä määritellään liikennejärjestelmän kehittämisen suuntaviivat ja suunnataan seudullista liikennepolitiikkaa. Suunnitelmassa tarkastellaan liikennejärjestelmän kehittämistä aina vuoteen 2050 saakka. HLJ 2011 kattaa 14 kuntaa: pääkaupunkiseudun kunnat, Kuuma-kunnat ja Kuntaryhmä Neloset.

Liikennejärjestelmäsuunnittelussa arvioidaan, millaisia vaikutuksia liikennejärjestelmällä ja sen kehittämistoimilla on. Liikenteen aiheuttamien päästöjen määrään vaikuttavat keskeisesti yhdyskuntarakenteen, liikennesuoritteiden, kulkutapojen ja teknologian kehitys. Näitä kysymyksiä tarkastellaan Liikennejärjestelmätason keinot ilmastonmuutoksen hillinnässä -hankkeessa, joka on yksi tärkeä HLJ 2011:n osaselvitys. Sen esiselvitys toteutettiin vuonna 2008 kartoittamalla erilaisia liikennejärjestelmätason keinoja päästöjen vähentämiseksi. Jatkohanke toteutuu useassa osassa kuten tämän selvityksen muodossa.

Selvitys käsittelee ajoneuvo- ja polttoainetekniikan mahdollisuuksia päästöjen vähentämisessä. Selvityksen tuloksia hyödynnetään HLJ 2011:n valmistelussa, kun arvioidaan erilaisten keinojen merkitystä liikenteen päästövähennystavoitteiden saavuttamisessa.

Selvityksen on tehnyt TkT Nils-Olof Nylund TEC TransEnergy Consulting Oy:stä. Raportin on teknisessä mielessä tarkastanut VTT:n tutkimusinsinööri Kimmo Erkkilä.

Julkaisu on tiivistelmä laajasta selvitysraportista, joka julkaistaan samannimisenä HLJ 2011:n nettisivuilla (www.ytv.fi/hlj, osoite 1.1.2010 alkaen www.hsl.fi).

Työn yhteyshenkilöitä ovat YTV Liikenteessä olleet projektipäällikkö Suoma Sihto, liikennesuunnittelija Johanna Vilkuna ja liikenneinsinööri Raimo Valtanen. Selvitys on toteutettu vuoden 2009 aikana.

Tiivistelmäsiivu

Julkaisija: YTV Pääkaupunkiseudun yhteistyövaltuuskunta				
Tekijät: Nils-Olof Nylund, TEC TransEnergy Consulting Oy			Päivämäärä 22.10.2009	
Julkaisun nimi: HLJ 2011 Ajoneuvo- ja polttoainetekniikan mahdollisuudet autoliikenteen päästöjen vähentämisessä				
Rahoittaja / Toimeksiantaja: YTV Pääkaupunkiseudun yhteistyövaltuuskunta				
Tiivistelmä: Helsingin seudulla on käynnissä Helsingin seudun liikennejärjestelmäsuunnitelman (HLJ 2011) valmistelu. Sen yhteydessä arvioidaan erilaisia liikennejärjestelmätason keinoja liikenteen päästöjen vähentämiseksi. Tässä selvityksessä keskitytään ajoneuvo- ja polttoainetekniikan (ml. biopolttoaineet) potentiaaliin päästöjen vähentämisessä. Tarkastelu kohdentuu pääkaupunkiseudulle, mutta selvityksen tulokset kuvaavat todennäköisesti hyvin tilannetta koko Helsingin seudun 14 kunnan alueella. Selvityksessä on arvioitu skenaariotarkasteluna liikenteen CO₂-päästöjen kehitystä pääkaupunkiseudulla vuosien 2020 ja 2030 tilanteissa. Arvio perustuu energiatehokkuuden parantamisesta ja päästöjen rajoittamisesta tähän mennessä tehtyihin päätöksiin ja asetettuihin tavoitteisiin sekä tekniikan kehitysnäkyymiin. Tarkastelu on tehty ajoneuvoryhmittäin, koska sekä suhteellinen että absoluuttinen päästöjen vähentämispotentiaali vaihtelee ajoneuvoryhmittäin. <i>Positiivinen skenaario</i> perustuu voimakkaaseen tekniseen kehitykseen ja ajoneuvokannan uudistamiseen. Siinä koko ajoneuvokannan keskimääräinen CO₂-ominaispäästö (ajoneuvon päästö kilometriä kohti) voi pääkaupunkiseudulla laskea 19 % vuoteen 2020 mennessä ja 39 % vuoteen 2030 mennessä nykytilanteeseen verrattuna. Päästövähennyksestä 70 % johtuu parantuneesta energiatehokkuudesta ja 30 % biopolttoaineiden käyttöönnotosta. <i>Maltillinen skenaario</i> on muodostettu olettamalla, että 2/3 positiivisen skenaarion ajoneuvoteknisestä päästöjen vähennyspotentialista toteutuu. CO₂-ominaispäästön vähenemä voisi tällöin olla 15 % vuonna 2020 ja 31 % vuonna 2030 nykytilanteeseen verrattuna. Biopolttoaineiden merkitys voi nousta nyt arvioidusta merkittävästi, jos korkealuokkaiset ja CO₂-tehokkaat uuden sukupolven biopolttoaineet kaupallistuvat ja niiden hinta on kilpailukykyinen. Akkutekniikkaan (plug-in-hybridit ja varsinaiset akkusähköautot) perustuvien ratkaisujen merkitys jäänee vähäiseksi vielä vuonna 2020. Verkosta ladattavat autot ovat vasta tulossa markkinoille ja aluksi niiden hinta on korkea. Varsinaisten akkusähköautojen toimintamatka on lisäksi vaatimaton. Vuonna 2030 autoissa käytettävä sähkö (akkusähköautot, plug-in-hybridit) voisi korvata luokkaa 5 % liikennepolttoaineiden kokonaiskulutuksesta. Eri ajoneuvoryhmistä erityistä huomiota päästöjen vähentämisessä tulisi kiinnittää henkilö- ja pakettiautoihin. Henkilöautoilla on suurin päästöjen vähennyspotentiali sekä absoluuttisesti että suhteellisesti. Epävarmaa kuitenkin on, siirtyvätkö henkilöautojen ostajat todella vähäpäästöisiin pieniin automalleihin kuten tässä tarkastelussa on oletettu asetettujen tavoitteiden mukaisesti. Bussien päästöjä voitaisiin alentaa kehittämällä kilpailutusjärjestelmää edelleen CO₂-päästöt huomioivaksi. Selvitys osoittaa, että hyvin nopeakaan tekninen kehitys ei yksin riitä vähentämään päästöjä ilmastotavoitteiden tasolle. Pääkaupunkiseudun liikennejärjestelmäsuunnitelmassa (PLJ 2007) arvioitiin, että pääkaupunkiseudun henkilöautoliikenteen kilometrisuorite kasvaa 40 % vuodesta 2005 vuoteen 2030. Pääkaupunkiseudun liikenteen CO₂-päästöt eivät tällöin käänny laskuun vielä vuoteen 2020 mennessä, ja vuonna 2030 lasku on vain luokkaa 10–15 % vuoden 2005 tasosta. HLJ 2011:n valmistelussa onkin kiinnitettävä huomiota myös suoritteiden kasvun hillintään esimerkiksi maankäytön suunnittelun ja joukkoliikenteen edistämisen keinoin, jotta ilmastotavoitteet olisi mahdollista saavuttaa.				
Avainsanat: Ajoneuvoliikenteen päästöt, CO ₂ -päästöjen vähentäminen, päästöskenaariot				
Sarjan nimi ja numero: YTV:n julkaisuja 28/2009				
ISSN 1796-6965	ISBN 978-951-798-771-4 (nid.)		Sivuja: 32	Kieli: Suomi
	ISBN 978-951-798-770-7 (pdf)			
YTV Pääkaupunkiseudun yhteistyövaltuuskunta PL 521, 00521 Helsinki, puhelin (09) 156 11, faksi (09) 156 1369				

Sammandragssida

Utgivare: SAD Huvudstadsregionens samarbetsdelegation			
Författare: Nils-Olof Nylund, TEC TransEnergy Consulting Oy			Datum 22.10.2009
Publikationens titel: Fordons- och bränsletekniska möjligheter i minskning av utsläpp från biltrafiken			
Finansiär / Uppdragsgivare: SAD Huvudstadsregionens samarbetsdelegation			
Sammandrag: I Helsingforsregionen förbereds som bäst Helsingforsregionens trafiksystemplan (HLJ 2011). I samband med förberedelserna utvärderar man olika möjliga åtgärder på trafiksystemnivå för minskning av trafikutsläpp. I föreliggande utredning är det den fordons- och bränsletekniska potentialen (inklusive biobränslen) för minskning av utsläpp som står i fokus. Utredningen har gjorts för huvudstadsregionen, men utredningens resultat beskriver sannolikt den kommande utvecklingen även i Helsingforsregionens samtliga 14 kommuner. I utredningen har man med hjälp av en scenariogranskning uppskattat utvecklingen av trafikens CO ₂ -utsläpp i huvudstadsregionen åren 2020 och 2030. Uppskattningen baserar sig på hittills fattade beslut och uppställda målsättningar för energieffektivitet och begränsning av utsläpp samt på teknisk utvecklingspotential. Utredningen har genomförts skilt för varje fordonsgrupp, eftersom både den relativa och den absoluta potentialen för minskning av utsläpp varierar beroende på fordonsgrupp. Det positiva scenariot har som utgångspunkt en kraftig teknisk utveckling och ett förnyat fordonsbestånd. Enligt det kan fordonsbeståndets genomsnittliga specifika CO ₂ -utsläpp (fordonets utsläpp per kilometer) i huvudstadsregionen minskas med 19 % fram till år 2020 och med 39 % fram till år 2030 jämfört med nuläget. 70 % av utsläppsminskningen beror på förbättrad energieffektivitet och 30 % på ibruktage av biobränslen. Det moderata scenariot baserar sig på det antagande att 2/3 av det positiva scenariots fordonstekniska potential för utsläppsminskning kommer att förverkligas. Minskningen av det specifika CO ₂ -utsläppet kunde således vara 15 % år 2020 och 31 % år 2030 jämfört med nuläget. Biobränslets betydelse kunde vara betydligt större under förutsättning att högklassiga och CO ₂ -effektiva nya generationens biobränslen kommer på marknaden och priset på dem konkurrenskraftigt. Betydelsen av de lösningar som baserar sig på lagring av el (plug-in-hybrider och egentliga ackumulatordrivna bilar) är fortfarande liten år 2020. Bilar som laddas från nätet är först på kommande och till en början är deras pris högt. Räckvidden för ackumulatordrivna bilar är dessutom begränsad. År 2030 kunde el i plug-in-hybrider och ackumulatordrivna bilar ersätta ca.5 % av den totala bränsleförbrukningen. Av de olika fordonsgrupperna borde särskilt person- och paketbilar stå i fokus för utsläppsminskningen. Det är personbilar, såväl absolut som proportionellt sett, som har den största potentialen för utsläppsminskning. Det är emellertid osäkert om ägare till personbilar i enlighet med de uppställda målsättningarna verkligen byter till små bilmodeller med låga utsläpp, såsom antagits i denna utredning. Utsläpp från bussar kunde minskas genom att ytterligare utveckla konkurrensutsättningssystemet så att det även beaktar CO ₂ -utsläpp. Utredningen visar att inte ens en snabb teknisk utveckling allena räcker till för att minska utsläppen till klimatmålsättningarnas nivå. I trafiksystemplanen för huvudstadsregionen (PLJ 2007) uppskattades att trafikarbetet för personbilstrafiken i huvudstadsregionen under åren 2005–2030 kommer att öka med 40 %. CO ₂ -utsläppen i huvudstadsregionens trafik börjar således inte minska förrän år 2020, och år 2030 är minskningen endast 10–15 % i jämförelse med nivån år 2005. I förberedningen av HLJ 2011 bör man således även fokusera på minskningen av trafikarbetet t.ex. med hjälp av planering av markanvändning och främjande av kollektivtrafiken så att det blir möjligt att nå klimatmålsättningarna.			
Nyckelord: Biltrafikens utsläpp, CO ₂ -utsläppsminskning, utsläppsscenarioer			
Publikationsseriens titel och nummer: SAD publikationer 28/2009			
ISSN: 1796-6965	ISBN 978-951-798-771-4 (nid.)	Sidantal: 32	Språk: Finska
	ISBN 978-951-798-770-7 (pdf)		
Huvudstadsregionens samarbetsdelegation PB 521, 00521 Helsingfors, telefon (09) 156 11, telefax (09) 156 1369			

Abstract page

Published by: YTV Helsinki Metropolitan Area Council			
Author: Nils-Olof Nylund, TEC TransEnergy Consulting Oy		Date of publication 22.10.2009	
Title of publication: Possibilities of vehicle and fuel technology in reducing emissions from car traffic			
Financed by / Commissioned by: YTV Helsinki Metropolitan Area Council			
Abstract: Helsinki Metropolitan Area Council is preparing a plan for the Helsinki Region Transport System (HLJ 2011). Different transport system level means for reducing traffic emissions are assessed in the context of the plan. The study at hand focuses on the potential to reduce emissions through vehicle and fuel technology (including biofuels). The study concentrates on the Helsinki metropolitan area but the results of the study probably reflect the future situation in all of the 14 municipalities of the Helsinki region. The study assesses the changes in CO₂ emissions from traffic in the metropolitan area in a 2020 and 2030 time frame through different scenarios. The estimates are based on the decisions already made for improving energy efficiency and cutting emissions, as well as on prospects for technological development. The assessments were made by vehicle groups because both the relative and absolute reduction potential varies from one group to another. The positive scenario is based on significant advancements in technology and replacement of the vehicle fleet. In this scenario, the average specific CO₂ emission figure (per kilometer) may be reduced by 19 % by 2020 and by 39 % by 2030 in comparison to current levels. Improved energy efficiency accounts for 70 % of the cut and use of biofuels for 30 % of the cut. The moderate scenario is based on the assumption that two thirds of the reduction potential of vehicle technology will be realized. In this case, the specific CO₂ emission figure could be cut by 15 % by 2020 and by 31 % by 2030 in comparison to current levels. The role of biofuels could be substantially more significant if high-quality CO₂ efficient new generation bio fuels are commercialized and their price is competitive. The significance of solutions based on battery technology (plug-in hybrids and battery electric cars) will probably remain minor in 2020. Electric cars charged from the power grid are just entering the market and their price is initially high. Moreover, the driving range of pure battery electric cars is modest. Electric vehicles (PHEVs and EVs) could replace some 5 % of the total consumption of fuels in 2030. Special attention should be paid on emission reduction from passenger cars and vans. Private cars have the greatest emission reduction potential both in relative and absolute terms. It is, however, uncertain whether buyers of passenger cars actually will switch to small, low-emission car models to the extent assumed in this study. Emissions from bus traffic could be cut by further developing competitive tendering systems to include CO₂ emission performance. The study shows that even swift advancements in technology are not alone sufficient to reduce emissions to the level required to meet the climate targets. In the Helsinki Metropolitan Area Transport System Plan (PLJ 2007) it was estimated that the car mileage in the metropolitan area car traffic will increase by 40 % between 2005 and 2030. In this case, the CO₂ emissions from traffic in the metropolitan area will not be reduced by 2020, and even in 2030 the cut will be only around 10–15 % from the level of 2005. Thus, in the preparation of HLJ 2011, special attention has to be paid also on controlling the increase in mileage e.g. by means of land use planning and promotion of public transport so that it would be possible to achieve the climate targets.			
Keywords: Emissions from car traffic, reducing CO ₂ emissions, traffic emission scenarios			
Publication Series title and number: YTV:n julkaisu 28/2009			
ISSN: 1796-6965	ISBN 978-951-798-771-4 (nid.)	Pages: 32	Language: Finnish
	ISBN 978-951-798-770-7 (pdf)		
YTV Helsinki Metropolitan Area Council, Box 521 00521 Helsinki, phone +358 9 156 11, fax +358 9 156 1369			

Sisällysluettelo

1	Selvityksen tarkoitus ja toteutus.....	11
2	Liikenteen päästöjen merkitys ja haasteet.....	12
3	Selvityksen tausta-aineisto.....	13
3.1	EU:n viitekehys vuoteen 2020	13
3.2	Suomen linjaukset.....	14
3.3	Projektioita pitemmälle aikavälille	15
3.4	Ajoneuvotekniikan kehitysnäkymät.....	16
3.5	Polttoainetekniikan kehitysnäkymät.....	18
3.6	Suoritteet ja polttoainemäärät pääkaupunkiseudulla.....	20
4	Arvio vuosien 2020 ja 2030 tilanteesta pääkaupunkiseudulla	23
4.1	Tarkastellut skenaariot.....	23
4.2	Energiatehokkuus	24
4.3	Biopolttoaineet	25
4.4	Ajoneuvo- ja polttoainetekniikan yhteisvaikutus	26
4.5	Tekniikan ja suoritteiden kehittymisen yhteisvaikutus	28
5	Yhteenveto ja johtopäätökset.....	29
	Lyhenteet.....	31

1 Selvityksen tarkoitus ja toteutus

Helsingin seudulla on käynnissä Helsingin seudun liikennejärjestelmäsuunnitelman (HLJ 2011) valmistelu. HLJ-työhön kuuluu osatehtävänä Liikennejärjestelmätason keinot päästöjen vähentämisessä -hanke. Tämän hankkeen puitteissa TEC TransEnergy Consulting Oy on laatinut yhteenvedon ajoneuvo- ja polttoainetekniikan kehitysnäkymistä ja karkean tason arvion siitä, mitä merkitystä tällä kehityksellä voisi olla pääkaupunkiseudun päästöjen kannalta. Selvityksen tuloksia hyödynnetään HLJ:n valmistelussa, kun arvioidaan erilaisten liikennejärjestelmän kehittämiskeinojen (ml. maankäyttö, liikennepoliittiset toimet, uudet väylät) vaikutusta CO₂-päästöihin ja energian kulutukseen.

Tarkastelu kohdentuu pääkaupunkiseudulle (Helsinki, Espoo, Vantaa, Kauniainen), koska koko Helsingin seudulta ei ole vielä tässä vaiheessa samantasoisia lähtötietoja ajoneuvokannan suoritteista ja niiden jakautumisesta ajoneuvoryhmittäin. Toisaalta tulokset kuvaavat todennäköisesti hyvin myös tilannetta koko Helsingin seudun 14 kunnan alueella.

Selvitykseen on sisällytetty katsaukset vuoden 2020 ja pitemmän aikavälin kehityksestä, joka pohjautuu päästöjen rajoittamisesta ja energiatehokkuuden parantamisesta tähän mennessä tehtyihin päätöksiin ja asetettuihin tavoitteisiin. Lisäksi raportissa on selostettu ajoneuvo- ja polttoainetekniikan kehitysnäkymiä.

Raportin loppuosassa on tarkasteltu, miten jo tehty energiatehokkuuteen ja päästöjen rajoittamiseen liittyvät päätökset sekä tekninen kehitys voisivat vaikuttaa polttoainemääriin ja CO₂-päästöihin pääkaupunkiseudulla vuosina 2020 ja 2030. Tarkastelut on tehty ajoneuvoryhmittäin, koska sekä suhteellinen että absoluuttinen päästöjen vähentämispotentiali vaihtelee ajoneuvoryhmittäin.

2 Liikenteen päästöjen merkitys ja haasteet

Liikenne vaikuttaa merkittävästi ympäristöön tarkasteltiinpa asiaa energiankulutuksen, kasvi-huonekaasupäästöjen tai ilmanlaatua pilaavien päästöjen kannalta.

Terveydelle haitalliset päästöt (hiilimonoksidi CO, hiilivedyt HC, typen oksidit NO_x, hiukkaset PM) ovat perinteisesti olleet suurin huolenaihe. Ajoneuvojen pakokaasupäästörajoitukset ovatkin koskeneet ainoastaan näitä yhdisteitä. EU:ssa on vastikään päätetty henkilöautojen sitovista CO₂-rajoista. Japani on tällä hetkellä ainoa maa, joka rajoittaa raskaiden ajoneuvojen CO₂-päästöjä.

Hyvälaatuiset polttoaineet, kehittynyt moottoritekniikka ja edistykselliset pakokaasujen puhdistuslaitteet hoitavat perinteisten päästöjen ongelman ajan myötä, kun puhtaampi tekniikka on saatu käyttöön. Ilmanlaadun kannalta ongelmana kuitenkin on tiheästi asutulla pääkaupunkiseudulla se, että tämä ei tapahdu riittävän nopeasti. Typpidioksidin raja-arvo pitäisi saavuttaa jo vuoden 2010 alkuun mennessä. Uusien henkilöautojen typenoksidien päästöjä rajoitetaan merkittävästi vasta Euro 6 -päästövaatimuksissa, jotka tulevat voimaan vuonna 2014. Myös liikenteen hiukkaspäästöt aiheuttavat terveyshaittoja vielä vuosia, vaikka päästöt ajan myötä vähenevät.

Liikenteen kasvavien hiilidioksidipäästöjen leikkaaminen on kova haaste, koska vähennyksiä voidaan saada aikaan vain energiankulutusta tai polttoaineiden hiiliosuutta vähentämällä. Mitkään autoihin asennettavat puhdistimet eivät tuo helpotusta tähän asiaan. Autonvalmistajille tulee lisähaastetta siitä, että tekniikat, jotka vähentävät ilmanlaatua pilaavia päästöjä, usein lisäävät polttoaineen kulutusta.

Auton energiankulutus määräytyy ajovastusten, moottorin ja voimalinjan hyötysuhteen, ajotavan ja suoritteiden perusteella. Kasvihuonekaasupäästöt riippuvat kokonaisenergiankulutuksesta ja ajoneuvon käyttämän energian hiili-intensiteetistä. Tiettyä vakiolaatuista polttoainetta käytettäessä hiilidioksidipäästö korreloi suoraan polttoaineen kulutukseen. Tilanne muuttuu polttoaineen vaihtuessa. Ääritapauksia ovat uusiutuvasta energiasta tuotettu vety ja sähkö, jotka mahdollistaisivat kokonaan hiilestä vapaan polttoaine- tai energiaketjun. Liikenteen kasvihuonekaasupäästöjä voidaan niin ikään alentaa merkittävästi CO₂-tehokkaiden biopolttoaineiden avulla.

3 Selvityksen tausta-aineisto

3.1 EU:n viitekehys vuoteen 2020

EU:n vuoden 2020 energia- ja ympäristötavoitteiden pohjalta on mahdollista arvioida tulevaa päästökehitystä myös pääkaupunkiseudulla. EU:n komissio esitteli tammikuussa 2008 ilmasto- ja energiapaketin, jonka Euroopan parlamentti hyväksyi lopullisesti joulukuussa 2008. EU:n ilmasto- ja energiapolitiikan ylätasoon tavoitteina on, että vuoteen 2020 mennessä:

- kasvihuonekaasupäästöjä vähennetään vähintään 20 % vuoden 1990 tasosta (30 %, jos muut kehittyneet maat sitoutuvat vastaaviin vähennyksiin)
- uusiutuvien energialähteiden (kuten tuuli, aurinko, biomassa) käyttöä lisätään 20 %:iin energian kokonaistuotannosta (nykyisin noin 8,5 %)
- energiankulutusta vähennetään 20 % vuoden 2020 ennustetusta tasosta parantamalla energiatehokkuutta.

Joulukuussa 2008 tehtiin päätökset neljästä tieliikenteeseen vaikuttavasta direktiivistä:

- uusiutuvan energian edistämistä koskeva direktiivi (RES)
- liikennepolttoaineita koskevan direktiivin päivitys
- henkilöautojen CO₂-päästöjen rajoittamista koskeva asetus
- raskaiden ajoneuvojen pakokaasupäästöjä koskevan direktiivin päivitys (Euro VI).

Lisäksi maaliskuussa 2009 hyväksyttiin julkisen sektorin ajoneuvohankintoja koskeva ns. Clean Vehicles -direktiivi.

Jo vuonna 2003 päätettiin ns. biopolttoainedirektiivistä, jonka tavoitteet eivät kuitenkaan ole sitovia. Uuden uusiutuvan energian edistämistä koskevan RES-direktiivin mukaan 10 % liikenteen energian käytöstä tulee vuonna 2020 olla uusiutuvaa energiaa, biopolttoaineita tai uusiutuvaa sähköä. Tämä on pakollinen vaatimus.

Uudistettu polttoaineiden laatudirektiivi mahdollistaa jatkossa 10 % (til.) etanolia bensiinissä ja 7 % (til.) perinteistä biodieseliä (FAME) dieselpolttoaineessa. Pitoisuusrajoitteet eivät koske Fischer-Tropsch -tekniikalla tai rasvahappojen vetykäsittelytekniikalla tuotettuja dieselkomponentteja.

Nestemäisten biopolttoaineiden käytön lisäämisen ekologinen kestävyys pyritään takaamaan RES-direktiivissä määräyksin. Biopolttoaineiden tulee täyttää erikseen määritetyt kestävä kehityksen kriteerit ja vähentää kasvihuonekaasupäästöjä ainakin 35 % fossiilisiin polttoaineisiin verrattuna. Vuodesta 2017 vähennyksen tulee olla vähintään 50 % vanhoissa laitoksissa ja 60 % uusissa laitoksissa tuotetuilta biopolttoaineilta.

RES-direktiivin vaikutus liikenteen CO₂-päästöihin tulee jäämään melko vähäiseksi. Jos 10 %:n uusiutuvan energian velvoite täytetään perinteisillä biokomponenteilla, joiden CO₂-vähenemä on keskimäärin 60 %, kokonaisvaikutus on 6 %. Jätepohjaisille CO₂-tehokkaille biopolttoaineille on luotu kannustusmekanismi ns. tuplalaskennalla. Tämä siis tarkoittaa sitä, että jos velvoite täytetään näillä tuotteilla, tarvittava energiapohjainen korvausaste onkin vain 5 %. Jos tässä tapauksessa keskimääräinen CO₂-vähenemä on 80 %, kokonaisvaikutus CO₂-päästöihin on 4 %. Tämä siis tarkoittaa sitä, että kasvihuonekaasupäästöjen keskimääräinen 20 %:n vähennystavoite on huomattavasti ankarampi kuin uusiutuvan energian käyttövelvoite. Liikennesektorilla tarvitaankin myös muita toimenpiteitä CO₂-päästöjen vähentämiseksi.

Alun perin komissio esitti sitovaa 120 g/km tavoitetta henkilöautojen CO₂-päästöille vuodelle 2012. Lopullinen tavoite on edelleen 120 g CO₂/km, mutta muodostuen siten, että itse auton osalta tavoite on 130 g/km ja lisätoimenpiteiden osuus (mm. biopolttoaineiden käyttö, energia- tehokkaat renkaat jne.) on 10 g/km. Määräykset tulevat voimaan vaiheittain 2012–2015. Sopimukseen sisältyy alustava 95 g/km tavoite vuodelle 2020. Tätä lukuarvoa on käytetty selvityksen laskennassa uusien henkilöautojen keskimääräisenä päästönä vuonna 2020.

Viimeistään Euro 6 (henkilöautot) ja Euro VI (raskas kalusto) -määräysten voimaan tultua voidaan sanoa, että lähipäästöjen ongelma on suurimmaksi osaksi hoidettu uusien autojen osalta. VTT:n mittaukset kuitenkin osoittavat, että jotkut uudet tekniikat lisäävät suoraa NO₂-päästöä, mikä on haitaksi kaupunki-ilman laadun kannalta.

3.2 Suomen linjaukset

Valtioneuvosto luovutti marraskuussa 2008 eduskunnalle selontekonsa pitkän aikavälin ilmasto- ja energiastrategiastaan. Strategia noudattelee luonnollisestikin päälinjoiltaan EU:n strategioita. Liikenteen osalta todetaan:

”Liikenteen CO₂-päästöt olivat 13 milj. tonnia vuonna 2005 ja perusurassa ne kasvavat 14 miljoonaan tonniin, kun biopohjaisten polttoaineiden osuus on 10 %. Liikenteen polttoaineiden kokonaiskäytön tulee pudota nykyisestä noin 51 TWh:sta 10 TWh:lla vuoteen 2020 mennessä perusuraan verrattuna. Liikenteen CO₂-päästöjä on uusiutuvien energialähteiden 10 %:n osuuden lisäksi leikattava muilla toimilla nykytasoon verraten 2 miljoonaa ja perusuran vuoden 2020 tasoon verrattuna 3 miljoonaa CO₂-tonnia.”

Liikenne- ja viestintäministeriö (LVM) julkaisi oman hallinnonalansa ilmastopoliittisen ohjelman 2009–2020 (ILPO) maaliskuussa 2009. ILPO:ssa luetellaan seuraavat päätavoitteet:

- Tavoitteena on aikaansaada merkittäviä päästövähennyksiä kaikessa elinkeinoelämässä, hallinnossa ja kansalaisten arjessa liikenne- ja viestintäpolitiikkaa kehittämällä.
- Liikenteen päästöjä leikataan biopolttoaineiden käytön lisäksi 2,8 miljoonalla tonnilla vuoden 2020 arvioituun päästötasoon verrattuna.
- Liikenne- ja viestintäministeriön hallinnonala sopeutuu ilmastomuutokseen liikenne- ja viestintäinfrastruktuurin rakentamisessa, hoidossa ja ylläpidossa siten, että liikenteen ja viestinnän palvelutaso säilyy ilmastomuutoksen oloissa. Ilmastomuutoksen mahdollisesti tuomat hyödyt käytetään hyväksi.

ILPO:ssa esitetään LVM:n hallinnonalan konkreettiset ilmastotavoitteet ja toimet niiden saavuttamiseksi sekä arvioidaan toimenpiteiden päästövähennyspotentiaalit ja kustannukset. Ohjelman toimenpiteet painottuvat tie- ja erityisesti henkilöautoliikenteeseen, sillä valtaosa (noin 90 %) kansainvälisten sopimusten säätelemistä liikenteen kasvihuonekaasupäästöistä syntyy tieliikenteessä. Tieliikenteen päästöistä taas noin 60 % aiheutuu henkilöautoliikenteestä.

ILPO:n perusolettamus on, että suurin osa vähennyksistä saavutetaan henkilöautokalustoa uusimalla. ILPO:n tavoitteiden toteutuminen edellyttäisi, että henkilöautokalusto uusiutuu nopeasti, ja että ihmiset todella valitsevat vähäpäästöisiä automalleja. Uuden ajoneuvokannan ominaispäästöt ovat Suomessa tähän mennessä olleet EU:n keskitasoa korkeammat.

3.3 Projektioita pitemmälle aikavälille

Muun muassa kansainvälinen energiajärjestö IEA julkaisee pitemmän aikavälin energiaskenaarioita. Vuoden 2008 Energy Technology Perspectives (ETP) sisältää erilaisia skenaarioita ja tiekarttoja (roadmap) vuodelle 2050. Perusuralla öljyn kulutus lisääntyisi 70 % ja CO₂-päästöt lisääntyvän hiilen käytön takia peräti 130 % vuoteen 2050 mennessä. ETP:n mukaan koko energiajärjestelmää on muutettava perusteellisesti. Elementtejä tässä ovat:

- energiatehokkuus
- uusiutuva energia
- ydinenergia
- hiilen talteenotto ja varastointi (CCS)
- hiilivapaa liikennejärjestelmä

Energian käytön tehostaminen on halvin vaihtoehto kaikilla energiankäytön sektoreilla. Seuraavaksi halvin vaihtoehto on sähkön tuotannossa tapahtuva CO₂-päästöjen leikkaus. Kallein vaihtoehto on vähentää CO₂-päästöjä käyttämällä vaihtoehtoisia polttoaineita liikenteessä. Liikenne-sektorilla ETP esittää neljä kehityspolkua:

- energiatehokkuus
- toisen sukupolven biopolttoaineet
- sähköautot ja lataushybridit
- vetykäyttöiset polttokennoautot

Koska liikennesuoritteen on maailmanlaajuisesti arvioitu kolminkertaistuvan vuoteen 2050 mennessä, ominaiskulutuksen pitäisi laskea kaksi kolmasosaa päästöjen stabiloimiseksi. Päästöjen vähentämiseen tarvitaan vielä suurempia ponnistuksia.

Kaikkein tärkein toimenpide sekä henkilöautojen että muiden kulkumuotojen osalta on energiatehokkuuden parantaminen. Henkilöautoissa polttoaineen kulutusta voitaneen vähentää 50 %, muissa autotyypeissä 30 %.

Sähkö (verkosta ladattavat plug-in-hybridit, akkusähköautot) nähdään lupaavina vaihtoehtoina, mutta akkutekniikan on kuitenkin kehityttävä ennen kuin läpimurto on mahdollinen. Tärkeimmät rajoitteet ovat akkujen hinta, kestoikä ja varsinaisten akkusähköautojen rajoitettu toimintamatka.

Ladattavat hybridit vaikuttavat ainakin alkuvaiheessa lupaavammalta vaihtoehdolta kuin varsinaiset akkusähköautot.

IEA:n Blue map -skenaariossa tieliikenteessä pitäisi aikaansaada 12,5 gigatonnin CO₂-vähenemä vuoteen 2050 mennessä. Suurin merkitys on energiatehokkuuden parantamisella, se kattaa 52 % tavoitteesta. Tähän lukuun sisältyy hybriditekniikan lisääntyvä hyödyntäminen. Loppuosa saavutetaan biopolttoaineilla (17 %), ajoneuvojen sähköistyksellä (17 %) ja polttokennoautoilla (14 %). Polttokenno- ja sähköautojen markkinoille tuloon liittyy kuitenkin suuria epävarmuustekijöitä.

Geneven autonäyttelyn yhteydessä maaliskuussa 2009 julkistettiin aloite Global Fuel Economy Initiative 50 by 50. Tavoitteena on maailman koko henkilöautokannan polttoaineen ominaiskulutuksen puolittaminen vuoteen 2050 mennessä. Hankkeen takana ovat kansainvälinen autoliitto FIA, kansainvälinen energiajärjestö IEA, International Transport Forum (OECD) ja YK.

Global Fuel Economy Initiative -hankkeen tavoitteena on uusien autojen osalta 30 %:n vähenys polttoaineen kulutuksessa vuoteen 2020 mennessä ja 50 %:n vähennys vuoteen 2030 mennessä. Näin koko autokaluston keskimääräinen polttoaineen kulutus (l/100 km) saataisiin laskemaan 20 % (2020) ja 35 % (2030). Tavoitteiden saavuttamisen arvioidaan olevan mahdollista ilman lataushybridejä, sähköautoja tai polttokennoautoja, vaikkakin näistä teknologioista on hyötyä päästöjen vähentämisessä. Tämä siis tarkoittaa sitä, että polttoaineen kulutus pystytään puolittamaan autojen kokoa ja suorituskykyä pienentämällä, normaalilla ajoneuvoteknisellä kehityksellä ja hybridisoinnilla (autonomiset hybridit). Vuoden 2050 tavoite on vielä määrittelemätön, mutta kuitenkin yli 50 %. Sen saavuttamiseksi tarvitaan mm. kevytrakennetekniikkaa, sähköisiä voimalinjoja ja mahdollisesti myös polttokennoautoja.

3.4 Ajoneuvotekniikan kehitysnäkymät

Ajoneuvojen polttomoottoreissa on tapahtunut valtavaa kehitystä viimeisten 20 vuoden aikana. Päähuomio on ollut ilmanlaatua pilaavien päästöjen alentamisessa. Sähköiset ohjausjärjestelmät ovat avanneet uusia mahdollisuuksia moottorien tarkkaan säätöön ja palamisprosessin hallintaan. Bensiinikäyttöisten henkilöautojen säännellyt päästöt ovat nyt alle 5 % vuoden 1990 tasosta. Pakokaasujen jälkikäsittely tuli bensiinikäyttöisiin henkilöautoihin 1990-luvun alussa, ja pakokaasujen jälkikäsittelytekniikka on tullut myös raskaaseen dieselkalustoon Euro IV ja Euro V -pakokaasumääräysten seurauksena. Sen sijaan polttoaineen kulutuksen ja CO₂-päästöjen alentamisessa saavutukset ovat olleet huomattavasti vaatimattomammat.

Raskaissa dieselajoneuvoissa on jo pitkään käytetty polttoainetehokasta suoraruiskutustekniikkaa, ja nyt dieselkäyttöisissä henkilö- ja pakettiautoissakin käytetään yksinomaan suoraruiskutusta. Suoraruiskutustekniikka yleistyy myös bensiinimoottoreissa. Suoraruiskutustekniikan lisäksi moottorien koon pienentäminen (downsizing) on niin ikään yleinen kehitystrendi. Moottorin fyysistä kokoa pienentämällä ja keskimääräistä kuormitusastetta nostamalla häviöt pienenevät ja polttoainetalous paranee.

Euroopassa henkilöautojen dieselöityminen on edennyt voimakkaana. Eräiden arvioiden mukaan tämä trendi katkeaisi vuonna 2014 Euro 6 -päästömääräysten tullessa voimaan. Tämä

perustuu siihen, että NO_x-päästöjen voimakas rajoittaminen pienissä dieselautoissa tulee suhteellisesti ottaen kalliiksi.

Kaikkien polttomoottorien osalta suorituskyvyn (energiatehokkuus ja päästöt) parantamiseen käytetään mm. seuraavia keinoja ja tekniikoita:

- moottorien ohjausjärjestelmien suorituskyvyn parantaminen
- erilaisten säätöparametrien ja toimilaitteiden lisääminen (esim. aktiivinen venttiilien ohjaus)
- moottorin kaasunvaihdon tehostaminen
- ahtamistekniikan parantaminen ml. muuttuvageometriset ahtimet ja kaksiportainen ahtaminen
- polttoaineiden syöttöjärjestelmien parantaminen
- moottorin fyysisen koon pienentäminen ja keskimääräisen kuormitusasteen nostaminen
- moottorin kitkan vähentäminen
- siirtyminen mekaanisista apulaitteista sähkökäyttöisiin apulaitteisiin
- pakokaasujen jälkikäsittelytekniikan soveltaminen
- pidemmällä aikavälillä pakokaasujen hukkalämmön talteenotto

Moottorin energiatehokkuuden parantaminen lisää moottorin monimutkaisuutta ja siten myös valmistuskustannuksia.

Moottoritekniikka ja polttoainetekniikka käyvät käsi kädessä. Kokonaisuuteen kytkeytyy myös pakokaasujen jälkikäsittelytekniikka. Polttoaineiden ominaisuuksien tulee aina olla tasapainossa moottoreiden polttoainevaatimusten kanssa. Meillä on pitkään ollut käytössä kaksi pääpolttoainetta, bensiini ja diesel. Laatuvaatimukset kuitenkin muuttuvat ajan saatossa. Uudet moottorityypit saattavat vaatia synteettisiä, ominaisuuksiltaan tasapainotettuja polttoaineita toimiakseen optimaalisella tavalla.

Ajoneuvoteknisessä kehitystyössä painopiste on tällä hetkellä selvästi voimalinjan tehokkuuden parantamisessa. Energiatehokkuutta voidaan kuitenkin parantaa myös auton ajovastuksia pienentämällä. Henkilöautojen osalta yksinkertaisin ja halvin toimenpide olisi autojen koon pienentäminen. Auton ajovastuksiin vaikuttavat mm. auton massa, ilmanvastus ja vierinvastus.

Henkilöautossa 10 %:n painonvähennys alentaa polttoaineen kulutusta 6–7 %. Tähän saakka henkilöautojen paino on kuitenkin pikemmin ollut nousu- kuin laskusuunnassa. Tämä johtuu autojen kasvaneesta koosta, lisääntyneistä turvavarusteista sekä parantuneesta suorituskyvystä ja mukavuustasosta. Alumiinirakenteita on käytetty lähinnä kalliimman luokan autoissa. Nyt on kuitenkin tiettyjen automallien kohdalla nähtävissä, että paino laskee mallimuutosten myötä.

Bussin osalta suomalainen Kabus on tehnyt uraa uurtavaa työtä painon alentamiseksi. Kabusin uusimmissa autoissa on täysalumiinirakenne sekä rungon että korin osalta. Kabus on lisäksi rakentanut hybridiversion alumiinisesta kaupunkibussistaan. Kun kevyen rakenteen tuoma polttoaineen kulutus on jo lähtökohtaisesti 20 % tavanomaista bussia alhaisempi, tämä tarkoittaa

että hybridi-Kabus kuluttaa noin 45 % vähemmän polttoainetta kuin tavanomainen kaupunkibussi.

Sähkön merkitys niin autojen voimalinjassa kuin erilaisissa apulaitekäytöissä tulee lisääntymään. Sähkö kiinnostaa, koska se mahdollistaa energian kulutuksen alentamisen, paikallisten päästöjen alentamisen, erilaisten primäärienergian lähteiden hyödyntämisen ja öljyn korvauksen liikenteessä. Lisäksi se antaa uusia vapausasteita autojen muotoilussa.

Sähköistä voimansiirtoa hyödyntävät autot voidaan jakaa eri luokkiin. Jos sähköä ei tuoda ulkoa, on kyse ns. *autonomisesta hybridistä* (kaikki tarvittava energia tulee polttoaineesta). Energiavaraston koko on suhteellisen pieni, ja sitä käytetään lähinnä energian hetkelliseen varastointiin, ei pitkäaikaiseen ajoon pelkällä sähköllä. Hybridisoinnilla voidaan saavuttaa henkilöautoissa noin 25 %:n ja kaupunkilinja-autoissa jopa yli 30 %:n polttoaineen säästö. Hybriditekniikasta saadaan luonnollisestikin paras hyöty kaupunkiolosuhteissa. Tasaisessa maantieajossa perinteinen dieselhenkilöauto on toistaiseksi bensiinihybridiä tehokkaampi. Hybriditekniikka leikkaa päästöjä vähintäänkin samassa suhteessa kuin polttoaineen kulutusta. Varsinkin busseissa on havaittu merkittäviä vähenemisiä hiukkaspäästöissä kun hybridijärjestelmä tasaa kiihdytysten tehopiikkejä.

Kiinnostus henkilöautoluokan *akkusähköautoihin* on vireämässä, ja useampi suuri autonvalmistaja (Mitsubishi, Renault, Toyota) on ilmoittanut tuovansa markkinoille akkusähköautoja. Akku tai akusto on sähköauton kriittisin ja samalla myös kallein komponentti. Perinteinen lyijyaku ei tarjoa riittävää suorituskykyä, ja siksi markkinoille on tullut uusia akkutyyppejä. Kun isot autonvalmistajat tuovat sähköautonsa markkinoille vuonna 2010, akkujen hinta tulee olemaan noin 1000 €/kWh. Tällä hintatasolla 100 km:n ajomatka tarkoittaa akkuinvestointina n. 20 000 €. Akkusähköautot ovat siten toistaiseksi hyvinkin kalliita. Tästä hinnan pitäisi laskea kolmasosaan vuoteen 2015 mennessä, ja samalla energiatihedysten pitäisi parantua 50 %.

Plug-in-hybridiautot eli verkosta ladattavat hybridit (PHEV) tuovat helpotusta puhtaan akkusähköauton kahteen perusongelmaan: rajoitettuun toimintamatkaan ja kalliiseen energiavarastoon. Plug-in-hybridissä voidaan käyttää kohtuullisen kokoista energiavarastoa, koska matkaa voidaan sähkön loputtua jatkaa polttomoottorin turvin. Energiavarasto mitoitetaan niin, että sähköllä voidaan ajaa luokkaa 20–50 km. Tämä riittää useimmissa tapauksissa kattamaan merkittävän osan päivittäisestä ajosuoritteesta, varsinkin Suomessa, jossa lataus voisi tapahtua niin kotona yöllä kuin päivän aikana työpaikoilla (lohkolämmitintolpat). Siinä missä akkusähköauto ainakin alkuvaiheessa on ensisijaisesti kaupunkiauto ja kakkosauto, plug-in-hybridi voisi hyvinkin toimia perheen yleisautona. Niinpä lähes kaikki autonvalmistajat ovat ilmoittaneet kehittävänsä PHEV-ratkaisuja.

3.5 Polttoainetekniikan kehitysnäkymät

Ajoneuvotekniikan tavoin myös polttoaineilla voidaan vaikuttaa niin haitallisiin lähipäästöihin kuin CO₂-päästöihin. Kannattaa kuitenkin huomioida, että nykyhetkestä vuoteen 2020 ja pidemmällekin autokalustoa uudistamalla saadaan aikaan suurempia vaikutuksia kuin vaihtoehtoisten polttoaineiden käyttöönotolla (vrt. IEA:n arvio energiatehokkuuden merkityksestä). Lupaavimpien biopolttoainevaihtoehtojen markkinoille tuloa hidastavat raaka-aineiden saatavuuskysymykset ja osittain vasta kehitteillä olevat valmistusteknologiat.

Eri lähteissä biopolttoaineille on annettu seuraavanlaisia osuuksia:

- EU:n RES-direktiivi: 10 % vuonna 2020 (biopolttoaineet + uusiutuva sähkö)
- BIOFRAC: 25 % Euroopan liikennepolttoaineista vuonna 2030
- ExxonMobil: 7 % maailman liikennepolttoaineista vuonna 2030
- IEA ETP 2008: 15–23 % maailman liikennepolttoaineista vuonna 2050

Bensiini ja diesel ovat muodostuneet autojen pääpolttoaineiksi mm. hyvän saatavuuden, suuren energiatiheyden ja helpon käsiteltävyyden ansiosta. Tällä hetkellä vaihtoehtoiset polttoaineet edustavat vain 4–5 %:n osuutta koko maailman liikennepolttoaineista.

Vuonna 2005 etanoli, maakaasu ja nestekaasu olivat likimain yhtä merkittäviä polttoaineita, suuruusluokkana 20 Mtoe/a. Seuraavana olivat synteettiset hiilestä ja maakaasusta valmistetut polttoaineet. Vetykäsitelty kasviöljy (HVO) on jo tullut tuotantoon. Eri skenaarioista kootun projektion mukaan vuonna 2020 etanoli on vieläkin volyymiltaan suurin vaihtoehtoinen polttoaine. Ensisijainen syy tähän on yksinkertainen ja suhteellisen halpa tuotantotekniikka. Suhteellisesti nopeinta kasvu on maakaasusta valmistetun synteettisen GTL-polttoaineen (gas-to-liquids) kohdalla. Biomassasta kaasutustietä valmistetun BTL-polttoaineen (biomass-to-liquids) volyymit ovat maailman tasolla pieniä vielä vuonna 2020. Suomessa tämä voi kuitenkin olla merkittävä vaihtoehto, sillä Suomessa on vireillä useita BTL-hankkeita.

Teoriassa polttomoottori voi toimia mitä erilaisimmilla polttoaineilla. Useimpia biopolttoaineita – alkoholeja, biodieseliä ja biokaasua – voidaan käyttää joko polttoainekomponenttina tai polttoaineena sellaisenaan. Alkoholi ja kaasumaiset polttoaineet soveltuvat kipinäsytytteisten moottorien (ottomoottorien) polttoaineeksi, kasvi- ja eläinperäiset öljyjohdannaiset puristussytytteisten (dieselmoottorien) polttoaineeksi. Synteettisesti voidaan valmistaa niin bensiini- kuin dieselkomponentteja, joskin painotus on dieselpolttoaineissa.

Todellisuudessa vaihtoehdot ovat kuitenkin varsin rajalliset. Tähän on kaksi pääsyytä. Ensinnäkin ajoneuvomoottorit, pakokaasujen puhdistuslaitteet ja polttoaineet ovat ajan myötä hioutuneet hyvin toimiviksi kokonaisuuksiksi. Kun ajoneuvoissa otetaan käyttöön uusia polttoainekomponentteja, ei ole hyväksyttävissä, että jouduttaisiin tekemään kompromisseja luotettavuuden, suorituskyvyn, energiatehokkuuden tai pakokaasupäästöjen osalta. Lisäksi polttoaineen kustannus saattaa olla merkittävä rajoittava tekijä varsinkin biopolttoaineiden kohdalla. Muita rajoittavia tekijöitä ovat mm. mahdolliset infrastruktuurimuutokset niin polttoaineen tuotannon, jakelun kuin loppukäytön osalta.

Nopeimmin voidaan ottaa käyttöön sellaisia polttoainevaihtoehtoja, jotka sopivat olemassa olevaan jakelujärjestelmään ja olemassa oleviin ajoneuvoihin. Esim. kaasumaiset polttoaineet vaativat aina infrastruktuurimuutoksia.

Vuonna 2020 todennäköisimmät polttoainevaihtoehdot pääkaupunkiseudulla ovat etanoli, perinteinen biodiesel (FAME), vetykäsitelty kasviöljy (HVO, kaupp nimi NExBTL), mahdollisesti puupohjainen BTL-diesel sekä maakaasu ja biokaasu.

Etanolia voidaan jatkossa lisätä 10 % (til.) bensiinin joukkoon. Korkeampia etanolipitoisuuksia voidaan käyttää erikoisrakenteissa FFV-autoissa. Myös FAME:lle on asetettu pitoisuusraja, 7 %

(til.), koska korkeammat pitoisuudet voisivat aiheuttaa ongelmia autoissa. Seoskäytössä sekä etanolilla että FAME:lla saavutetaan vain n. 6,5 %:n energiakorvausaste. NExBTL:llä ja BTL:llä vastaavia rajoitteita ei ole, joten näillä tuotteilla korvausaste voi olla korkeampi. 100 %:n pitoisuudella parafiiniset NExBTL ja BTL alentavat lisäksi lähipäästöjä, hiukkasia luokkaa 30 % ja typen oksidia luokkaa 10 %. Metaanilla (maa- ja biokaasu) lähipäästöt vähenevät dieseliä korvattaessa vieläkin enemmän.

Moottori- ja puhdistintekniikan kehittyessä kiristyvien pakokaasupäästömääräysten seurauksena polttoaineen merkitys lähipäästöihin on kuitenkin vähentymässä. Jatkossa merkittävimiksi kriteereiksi biopolttoaineiden osalta muodostuvat CO₂-päästöjä alentava vaikutus ja yleinen toiminnallisuus ajoneuvoissa.

Uusiutuvaa energiaa koskeva RES-direktiivi sisältää yleisten määrittelyjen, laskentamenetelmien, tavoitearvojen ja kestävä kehityksen kriteerien lisäksi oletusarvoja eri biopolttoainevaihtoehtojen suhteellisille kasvihuonekaasupäästövähennyksille. Kaupallisesti saatavilla olevien biopolttoaineiden osalta oletusarvot kasvihuonekaasupäästöjen vähenemistä ovat haarukassa 16–83 % (etanoli/määrittelemätön prosessi – biodiesel kasvijätteestä tai eläinöljystä). Sokeriruokoetanoliin oletusarvo on -71 %, vetykäsittelylle palmuöljylle (metaanin talteenotto öljynpuhdistamolla) -65 % ja rapsipohjaiselle perinteiselle biodieselille -38 %. Kehitteillä olevien vaihtoehtojen osalta haarukka on vastaavasti 70–95 % (etanoli viljelystä puusta – Fischer-Tropsch-diesel ja DME jätetuusta). Direktiivissä esitetyt luvut toimivat ohjenuorana eri polttoainevaihtoehtojen arvioinnissa.

Maakaasun CO₂-ominaispäästö poltossa on 56 g/MJ. Vastaava arvo bensiinille ja dieselpolttoaineelle on noin 70 g CO₂/MJ. Jos maakaasulla korvataan bensiiniä, CO₂-päästö alenee noin 20 %. Jos maakaasulla korvataan dieseliä, CO₂-päästö ei juuri muutu. Tämä johtuu siitä, että nykytekniikalla kipinäsytytteisten kaasumoottorien hyötysuhde on huomoinp kuin dieselmoottorien hyötysuhde, ja tämä ero kumoaa polttoaineen kemiasta tulevan CO₂-edun.

Käyttöominaisuuksiltaan puhdistettu biokaasu vastaa korkealuokkaista maakaasua. Biokaasun kasvihuonekaasutase on kuitenkin fossiilista maakaasua huomattavasti edullisempi.

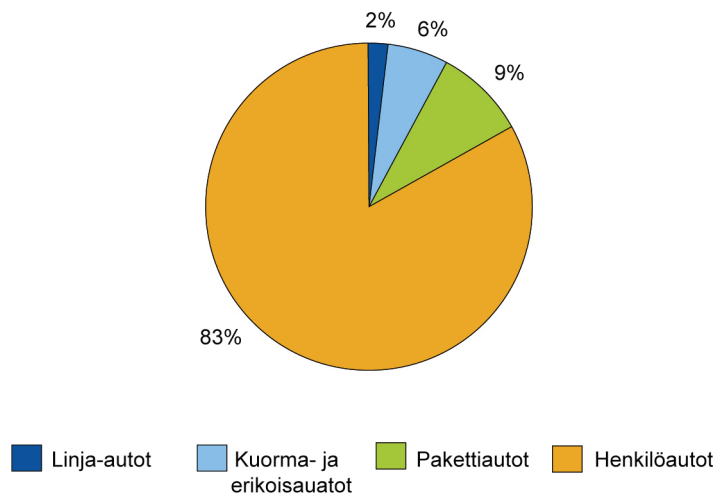
3.6 Suoritteet ja polttoainemäärät pääkaupunkiseudulla

Vaikutustarkastelujen pohjaksi tehtiin arvioita pääkaupunkiseudun suoritteista ja polttoainemääristä eri ajoneuvoryhmissä.

YTV:n ns. nykytilan arvion (v. 2005) mukaan autoliikenteen kilometrisuorite pääkaupunkiseudun neljän kunnan alueella on noin 17 milj. km/arkivuorokausi (syksyn liikenne). Tästä arviolta noin 83 % on henkilöautojen suoritetta, 9–10 % on pakettiautojen suoritetta, 5–6 % kuorma-autojen suoritetta ja 2 % linja-autojen suoritetta (kuva 1). Pääkaupunkiseudun jakautuma ei poikkea kovin oleellisesti koko maan keskiarvosta, joskin bussien suoriteosuus on noin kaksinkertainen maan keskiarvoon verrattuna. Keskimääräiseksi päiväsuoritteeksi voidaan arvioida 6/7 * 17 miljoonaa km (lauantaisin ja sunnuntaisin ajetaan 50 % arkipäivän suoritteesta), jolloin vuosittaiseksi suoritteeksi muodostuu 5300 miljoonaa km. Tämä vastaa myös pääkaupunkiseudun kuntien liikennelaskentoihin perustuvaa arviota.

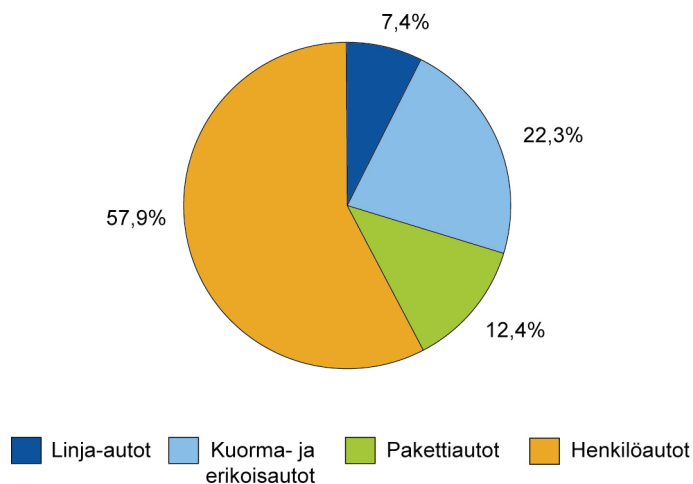
Laskelmassa on oletettu, että henkilöautosuoritteesta 16,7 % ajetaan dieselautilla (oletuksena että alueen sisällä bensiini- ja dieselautilla ajetaan yhtä paljon). Kuvan 2 suhdeluvut on laskettu massapohjaisista arvoista (polttoainemäärät tonneina) tiheydestä johtuvien erojen tasaamiseksi. Näin kuva korreloi hyvällä tarkkuudella myös eri ajoneuvoryhmien CO₂-osuuksiin. Nyt jakautuma muuttuu merkittävästi, ja henkilöautojen osuus onkin enää vajaa 60 %. Kuorma-autojen osuus nousee yli 20 %:n.

Suoritteiden jakautuma pääkaupunkiseudulla



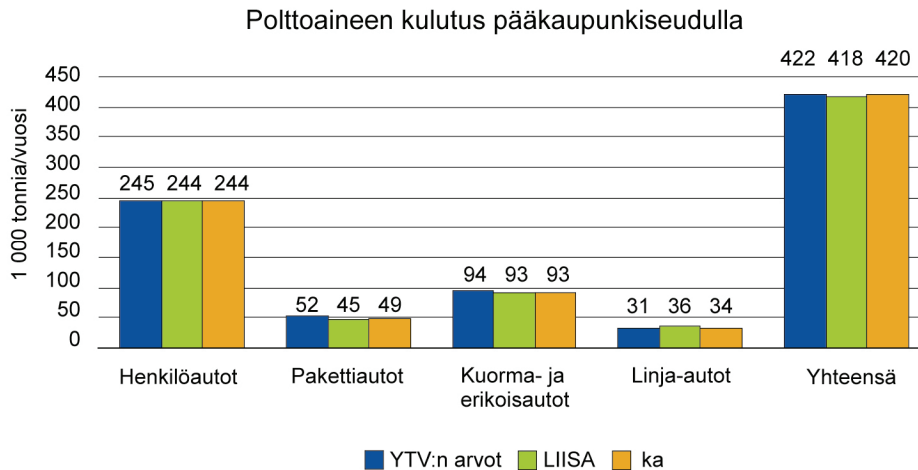
Kuva 1. Suoritteiden jakautuma (pääkaupunkiseutu, YTV:n lukujen perusteella).

Polttoaineen kulutuksen jakautuma pääkaupunkiseudulla

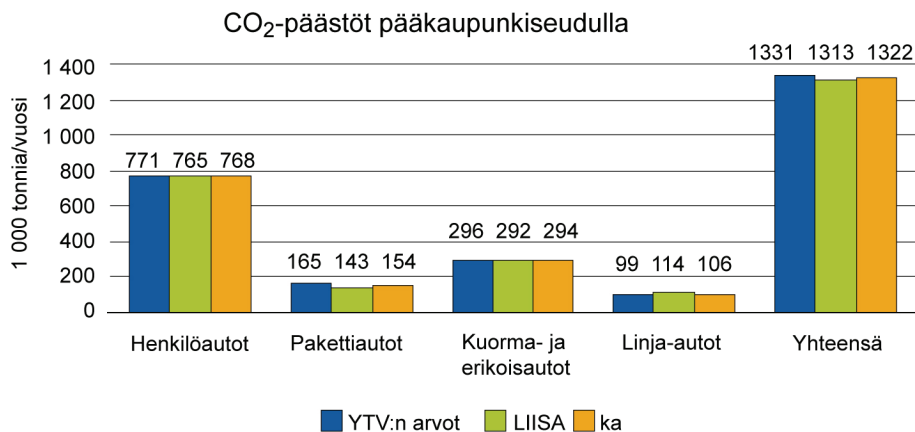


Kuva 2. Polttoainemäärien jakautuma pääkaupunkiseudulla (polttoainemäärät tonneina).

VTT:n LIISA-malli antaa myös kuntakohtaisia suoritteita, polttoaineenkulutusmääriä ja päästö-määriä. Kuvassa 3 on pääkaupunkiseudun absoluuttiset polttoainemäärät. Kuvaan on myös sisällytetty LIISA:n arviot polttoainemääristä. Luvut täsmäävät hyvin. Polttoaineen kulutus pää-kaupunkiseudulla on luokkaa 11 % koko maan liikennepolttoaineiden kulutuksesta. Kuvassa 4 on vastaavasti hiilidioksidipäästöt. Potentiaalitarkasteluissa on käytetty kuvien 3 ja 4 keskiarvo-lukuja.



Kuva 3. Arvio polttoainemääristä (massapohjaiset luvut YTV:n ilmoittamista suoritteista laskien ja LIISA 2007:n perusteella).



Kuva 4. Arvio CO₂-päästöistä pääkaupunkiseudulla (luvut YTV:n ilmoittamista suoritteista laskien ja LIISA 2007:n perusteella).

4 Arvio vuosien 2020 ja 2030 tilanteesta pääkaupunkiseudulla

4.1 Tarkastellut skenaariot

Seuraavassa on tarkasteltu ajoneuvo- ja polttoainetekniikan potentiaalia vähentää energian kulutusta ja CO₂-päästöjä pääkaupunkiseudulla. Tarkastelu on suuntaa-antava, eikä ehdottoman tarkka. Suoritteiden kasvu syö väistämättä suuren osan teknisen kehityksen ja biopolttoainesten tuomista päästövähennyksistä, joten esitetyt luvut ovat ehdottomia maksimilukuja. Esimerkiksi Pääkaupunkiseudun liikennejärjestelmäsuunnitelmassa 2007 (PLJ 2007) arvioitiin, että pääkaupunkiseudun henkilöautoliikenteen kilometrisuorite kasvaa 40 % vuodesta 2005 vuoteen 2030.

Aluksi on tarkasteltu ajoneuvotekniikan tuomia mahdollisuuksia. Tästä on laadittu kaksi arviota: positiivinen ja maltillinen.

Positiivisessa skenaariossa on oletettu, että ajoneuvotekninen kehitys on ripeää, ja että kalusto uudistuu suhteellisen nopeasti. Tämä skenaario vastaa henkilöautojen osalta likimain liikenne- ja viestintäministeriön ILPO-ohjelmassa esitettyä tavoitetilaa. Oletus on, että vuosittainen henkilöautomyynti on 140 000 yksikköä (vuoden 2008 taso), ja että uusien autojen keskimääräinen CO₂-päästö laskee lineaarisesti vuoden 2008 luvusta 163 g/km lukuun 95 g/km vuoteen 2020 mennessä.

Maltillisessa skenaariossa on arvioitu että kaksi kolmasosaa positiivisen skenaarion potentiaalista toteutuu.

Näiden kahden arvion lisäksi on laskettu biopolttoaineiden CO₂-päästöjä vähentävä vaikutus, jolloin laskelmiin on saatu mukaan myös polttoainetekninen vähennyspotentiaali. Biopolttoaineiden vaikutukset on laskettu elinkaaren yli saavutettavissa olevien päästövähennemien perusteella. Taseraja on siis tuotu YTV-alueelle, eikä biopolttoaineiden käyttöä ole arvioitu täysin CO₂-vapaaksi. Tällä tarkastelutavalla vältetään ns. hiilivuoto eli se, ettei biopolttoaineiden tosiasiallisia CO₂-päästöjä oteta missään huomioon. ILPO:ssa oletetaan biopolttoaineiden käyttö täysin CO₂-vapaaksi.

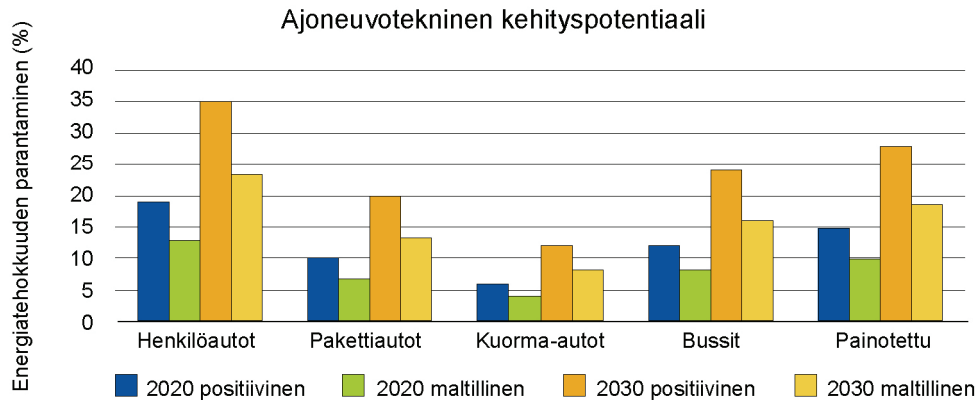
Lopuksi on tarkasteltu, miten ajoneuvo- ja polttoainetekninen potentiaali suhteutuu oletettuun suoritteiden kasvuun.

Johtopäätöksenä on, että tekninen potentiaali on tärkeässä roolissa liikenteen päästöjen vähentämisessä, mutta se ei yksin riitä kompensoimaan liikennemäärien kasvua vuoteen 2020 mennessä. Pääkaupunkiseudun liikenteen CO₂-päästöt kääntyvät 10–15 %:n laskuun vasta noin vuonna 2030 ilman erityisiä toimenpiteitä.

Tässä tarkastelussa on tehty joukko yksinkertaistuksia. Autojen iän ei katsota vaikuttavan suoritteeseen ja henkilöautojen osalta käytetään nykyistä bensiini/dieselautojen jakaumaa ajoneuvokannassa. Dieselhenkilöautojen kilpailukyky saattaa kuitenkin heiketä Euro 6 –päästörajoitusten tullessa voimaan, ja nykyinen dieselöitymistrendi saattaa katketa. Lisäksi tarkastelussa on oletettu että bensiini- ja dieselhenkilöautojen energiatehokkuutta voidaan parantaa samassa suhteessa, koska suurimmat säästöt tulevat autojen koon pienenemisestä.

4.2 Energiatehokkuus

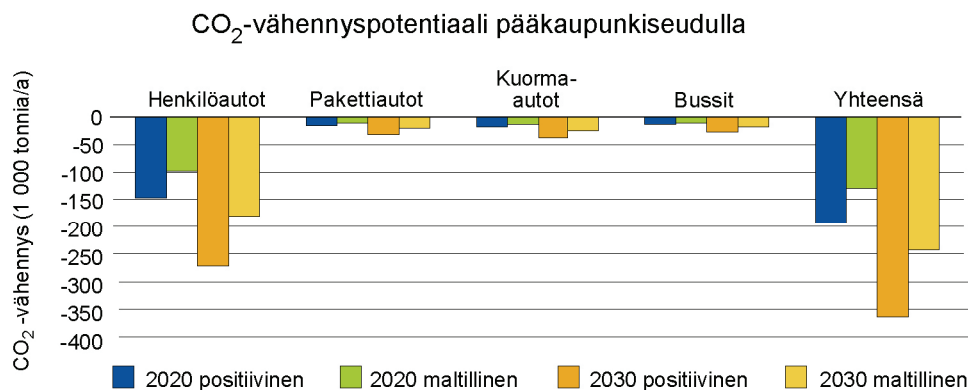
Kuvassa 5 on arvio siitä, miten energiatehokkuus eri autoryhmissä voisi kehittyä vuosiin 2020 ja 2030 mennessä. Luvut tarkoittavat koko kantaa keskimäärin, ei pelkästään uusia autoja. Vuodelle 2020 painotetut luvut ovat 14 % (positiivinen skenaario) ja 10 % (maltillinen skenaario). Vuoden 2030 luvut ovat vastaavasti 27 % ja 18 %.



Kuva 5. Arvio energiatehokkuuden kehityspotentiaalista eri ajoneuvoryhmissä verrattuna nykytilanteeseen (v. 2005).

Suhteellinen potentiaali vaihtelee ajoneuvoryhmittäin ollen suurimmillaan henkilöautoissa. Luvut henkilöautoille ovat (positiivinen/maltillinen) 19/13 % vuodelle 2020 ja 35/23 % vuodelle 2030. Pääkaupunkiseudun busseille on arvioitu toiseksi suurin potentiaali, luvut vastaavasti 12/8 % ja 24/17 %. Tämä edellyttäisi, että energiatehokkuus otetaan mukaan yhtenä elementtinä bussiliikenteen kilpailutukseen ja kriteerien asettamista siten, että ne kannustaisivat liikennöitsijöitä hankkimaan hybridibusseja. Energiatehokkuuden parantumispotentiaali on pienimmillään kuorma-autojen luokassa, arviolukujen ollessa 6/4 % ja 12/8 %. Kaikkien autoryhmien osalta arvio on, että potentiaali likimain kaksinkertaistuu vuodesta 2020 vuoteen 2030.

Kuvassa 6 on esitetty vastaavat vähenemät CO₂-päästöissä. Tämä kuva havainnollistaa eri autoryhmien absoluuttista merkitystä. Henkilöautoilla on ylivoimaisesti suurin merkitys. Positiivisessa skenaariossa vähennys vuoteen 2020 voisi olla -193 000 tonnia/a (-14 %) ja vuoteen 2030 -364 000 tonnia/a (-27 %). Maltillisen skenaarion luvut ovat -128 000 tonnia/v (-10 %) vuodelle 2020 ja -240 000 tonnia/v (-18 %) vuodelle 2030.



Kuva 6. Arvio energiatehokkuuden parantumisen tuomasta CO₂-vähennyspotentiaalista pääkaupunkiseudulla verrattuna nykytilanteeseen (v. 2005). Huom. lähtökohtana nykyiset suoritteet eli tarkastelussa ei ole huomioitu suoritteiden kasvua.

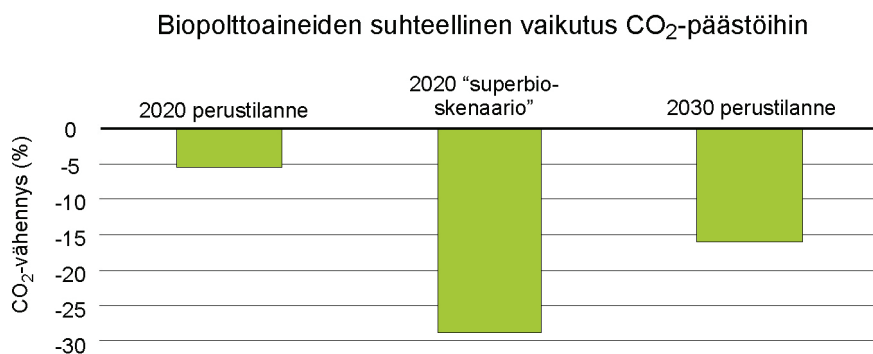
4.3 Biopolttoaineet

Energiatehokkuuden lisäksi biopolttoaineiden käyttöönotto tulee vaikuttamaan CO₂-päästöihin. Kuvassa 7 on esitetty kolmen biopolttoaineskenaarion (perusskenaario v. 2020, progressiivinen superbioskenaario v. 2020 ja perusskenaario v. 2030) suhteelliset vaikutukset.

Vuoden 2020 perusskenaariossa liikenteen 10 %:n uusiutuvan energian vaatimus katetaan pääasiassa etanolin ja perinteisen biodieselin seoskäytöllä. Koska näin päästään vain vajaa- seen 7 %:n energiaosuuteen, loppuosa katetaan lisäämällä dieselpolttoaineeseen myös vety- käsiteltyä kasviöljyä (NExBTL). CO₂-päästöjä vähentävä vaikutus on luokkaa 6 %, jolloin kokonaisvaikutukseksi energiatehokkuuden kanssa tulee -19 % nykytilanteeseen verrattuna. Kokonaisvaikutuksesta 70 % tulee siis energiatehokkuudesta ja 30 % biopolttoaineista.

Tämän lisäksi on laskettu progressiivinen superbioskenaario CO₂-tehokkaille biopolttoaineille. Skenaariossa on oletuksena, että uusien CO₂-tehokkaiden biopolttoaineiden laajamittainen tuotanto on käynnistynyt ja että nämä tuotteet ovat hinnallisesti kilpailukykyisiä öljyperäisten polttoaineiden kanssa. Vaihtoehdot ovat puu- tai jätdepohjainen etanoli ja metsätähdepohjainen BTL-diesel (oletus CO₂ -90 %). Uusissa bensiinautoissa otetaan käyttöön FFV-tekniikka, ja kaikessa dieselpolttoaineessa on 30 % BTL-komponenttia. Tämän lisäksi kaikki bussit ajavat 100 % BTL-polttoaineella. Biopolttoaineiden energiaosuus on tällöin 32 %.

Jos tämä teoreettinen maksimiskenaario korkealaatuisten biopolttoaineiden käyttöön ottamiseksi toteutuisi, suhteellinen vähennyspotentiaali olisi enimmillään 29 %. Vuonna 2020 superbio- skenaario yhdessä energiatehokkuuden kanssa (positiivinen skenaario) vähentäisi CO₂- päästöjä 39 % nykytilanteeseen verrattuna.



Kuva 7. Biopolttoaineiden suhteellinen CO₂-päästöjä vähentävä vaikutus verrattuna tilanteeseen jossa ei käytetä biopolttoaineita. Kolme skenaariota: vuoden 2020 perusura, vuoden 2020 superbioskenaario ja vuoden 2030 perusura.

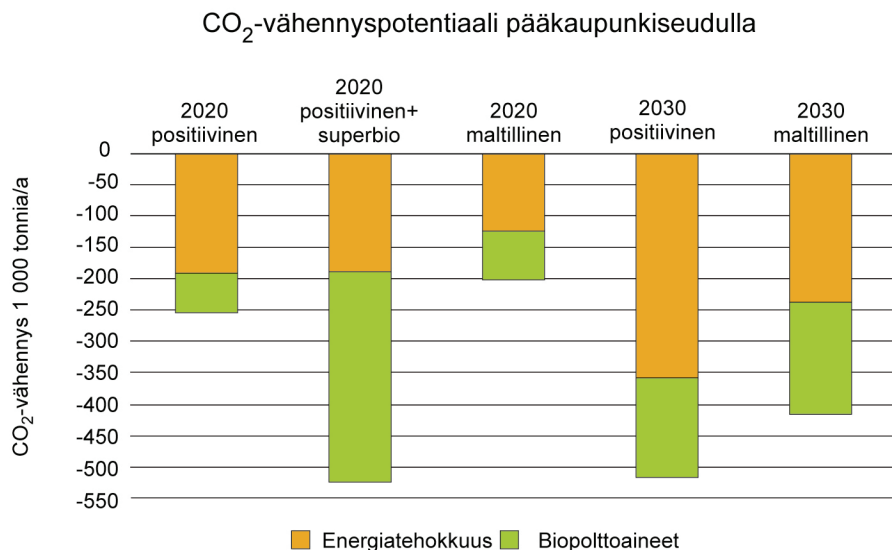
Vuoden 2030 osalta on tarkasteltu vain perustapaus, jossa energiatehokkuuden lisäksi oletta- muksena on että polttoaineissa on keskimäärin 20 % biopolttoainetta joka vähentää CO₂- päästöjä 80 %. Näillä arvoilla biopolttoaineiden suhteellinen CO₂-päästöjä vähentävä vaikutus on 16 %. Positiivisessa skenaariossa energiatehokkuus laskee CO₂-päästöjä 27 % ja yhteisvai- kutus biopolttoaineiden kanssa on 39 %, vastaten vuoden 2020 superbioskenaariota.

4.4 Ajoneuvo- ja polttoainetekniikan yhteisvaikutus

Kuvassa 8 on energiatehokkuuden ja biopolttoaineiden yhteenlaskettu CO₂-vähennyspotentiaali pääkaupunkiseudulla. Vuosien 2020 ja 2030 perustapauksissa energia-tehokkuuden merkitys on suurempi kuin biopolttoaineiden merkitys CO₂-päästöjen vähentämisessä.

Taulukossa 1 (positiivinen skenaario) ja 2 (maltillinen skenaario) on esitetty kuvien 5–8 data taulukkomuodossa. Taulukoissa 1 ja 2 on siis yhteenveto CO₂-vähennyspotentiaaleista eri ajoneuvoluokissa ja arviot pääkaupunkiseudun CO₂-päästöistä. Luvut tarkoittavat kalustoa keskimäärin, eikä vain uusia autoja. Laskelmat osoittavat ajoneuvo- ja polttoaineteknisen vähennyspotentiaalin ja ne on laskettu nykyisten suoritteiden pohjalta.

Taulukkoihin on myös sisällytetty akkusähköautot henkilöautopuolelle ja johdinautot bussien osalta. Nämä vaikutukset eivät ole kumuloitavissa superbioskenaarion kanssa, koska siinä henkilöautojen ja bussien CO₂-päästöt on jo minimoitu CO₂- tehokkaiden biopolttoaineiden avulla.



Kuva 8. Arvio energiatehokkuuden parantumisen ja biopolttoaineiden käyttöönoton tuomista CO₂-vähennyspotentiaalista pääkaupunkiseudulla vuosina 2020 ja 2030. Kaksi ajoneuvoteknistä skenaariota, positiivinen ja maltillinen. Vuoden 2020 osalta tarkastelussa myös yhdistelmä positiivinen ajoneuvoskenaario ja biopolttoaineiden superbioskenaario. Huom. Lähtökohdiana nykyiset suoritteet eli tarkastelussa ei ole huomioitu suoritteiden kasvua.

Taulukko 1. Yhteenveto CO₂-vähennyspotentiaaleista pääkaupunkiseudulla. Positiivinen skenaario. Yksiköinä 1000 tonnia CO₂ ja prosentit. Huom. Lähtökohtana nykyiset suoritteet eli tarkastelussa ei ole huomioitu suoritteiden kasvua.

Positiivinen skenaario	Henkilöautot bensini	diesel	Pakettiautot	Kuorma-autot	Bussit	Yhteensä	Kumulat.%
CO ₂ -päästöt nykytilanteessa (1000 t/v)	640	128	154	294	106	1322	
Skenaariot v. 2020							
Energiatohokkuuden parantuminen (%)	19	19	10	6	12		
Vähennys CO ₂ -päästöissä (1000 t/v)	-122	-24	-15	-18	-13	-192	
CO ₂ -päästöt yhteensä (1000 t/v)	518	104	139	276	93	1130	-14
Perusbio + energiatohokkuus							
Biopolttoaineiden energiasuus 10 %							
Biopolttoaineiden CO ₂ vähennysvaik. (%)	4,6	6,6	6,6	6,6	6,6	-5,7	
Vähennys CO ₂ -päästöissä (1000 t/v)	-24	-7	-9	-18	-6	-64	
CO ₂ -päästöt yhteensä (1000 t/v)	494	97	129	258	87	1066	-19
Superbio lisänä edellisiin, bio-osuus yht. 32 %							
FFV (bensini)	-79						
Diesel 30 % BTL		-21	-28	-56			
Bussit 100 % BTL					-78		
CO ₂ -päästöjen lisävähennys Superbiosa yht.						-263	
CO ₂ -päästöt yhteensä (1000 t/v)	415	76	101	202	9	803	-39
Sähköautovaihtoehdot							
Sähköhenkilöautot (vaihtoehto FFV:lle)	-57						
Trolleybussi (vaihtoehto 100 %:n BTL:lle)					-68		
Skenaariot v. 2030							
Energiatohokkuuden parantuminen (%)	35	35	20	12	24		
Vähennys CO ₂ -päästöissä (1000 t/v)	-224	-45	-31	-35	-25	-360	
CO ₂ -päästöt yhteensä (1000 t/v)	416	83	123	259	81	962	-27
Perusbio + energiatohokkuuden parantuminen							
Biopolttoaineiden energiasuus 20 %							
Biopolttoaineiden CO ₂ vähennysvaik. (%)	16	16	16	16	16		
Vähennys CO ₂ -päästöissä (1000 t/v)	-67	-13	-20	-41	-13	-154	
CO ₂ -päästöt yhteensä (1000 t/v)	349	70	103	217	68	808	-39

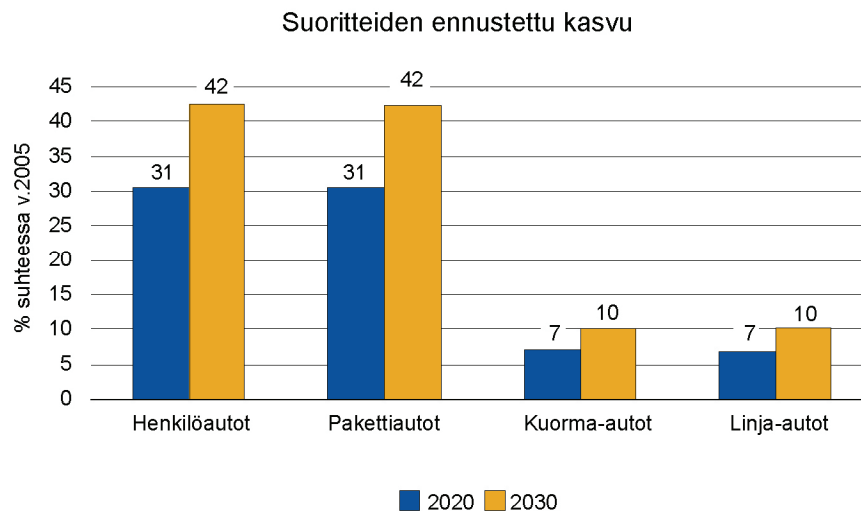
Taulukko 2. Yhteenveto CO₂-vähennyspotentiaaleista pääkaupunkiseudulla. Maltillinen skenaario. Yksiköinä 1000 tonnia CO₂ ja prosentit. Huom. Lähtökohtana nykyiset suoritteet eli tarkastelussa ei ole huomioitu suoritteiden kasvua.

Maltillinen skenaario	Henkilöautot bensini	diesel	Pakettiautot	Kuorma-autot	Bussit	Yhteensä	Kumulat.%
CO ₂ -päästöt nykytilanteessa (1000 t/v)	640	128	154	294	106	1322	
Skenaariot v. 2020							
Energiatohokkuuden parantuminen (%)	13	13	7	4	8		
Vähennys CO ₂ -päästöissä (1000 t/v)	-81	-16	-10	-12	-8	-128	
CO ₂ -päästöt yhteensä (1000 t/v)	559	112	144	282	98	1194	-10
Perusbio + energiatohokkuus							
Biopolttoaineiden energiasuus 10 %							
Biopolttoaineiden CO ₂ vähennysvaik. (%)	4,6	6,6	6,6	6,6	6,6	-5,7	
Vähennys CO ₂ -päästöissä (1000 t/v)	-26	-7	-10	-19	-6	-68	
CO ₂ -päästöt yhteensä (1000 t/v)	533	105	134	264	91	1126	-15
Superbio lisänä edellisiin, bio-osuus yht. 32 %							
FFV (bensini)	-79						
Diesel 30 % BTL		-23	-29	-57			
Bussit 100 % BTL					-81		
CO ₂ -päästöjen lisävähennys Superbiosa yht.						-270	
CO ₂ -päästöt yhteensä (1000 t/v)	454	82	105	206	10	856	-35
Sähköautovaihtoehdot							
Sähköhenkilöautot (vaihtoehto FFV:lle)	-57						
Trolleybussi (vaihtoehto 100 %:n BTL:lle)					-68		
Skenaariot v. 2030							
Energiatohokkuuden parantuminen (%)	23	23	13	8	16		
Vähennys CO ₂ -päästöissä (1000 t/v)	-149	-30	-21	-24	-17	-240	
CO ₂ -päästöt yhteensä (1000 t/v)	490	98	133	271	89	1082	-18
Perusbio + energiatohokkuuden parantuminen							
Biopolttoaineiden energiasuus 20 %							
Biopolttoaineiden CO ₂ vähennysvaik. (%)	16	16	16	16	16		
Vähennys CO ₂ -päästöissä (1000 t/v)	-78	-16	-21	-43	-14	-173	
CO ₂ -päästöt yhteensä (1000 t/v)	412	83	112	227	75	909	-31

4.5 Tekniikan ja suoritteiden kehittymisen yhteisvaikutus

Pääkaupunkiseudun liikennejärjestelmäsuunnitelmassa 2007 (PLJ 2007) arvioitiin, että pääkaupunkiseudun henkilöautoliikenteen kilometrisuorite kasvaa 40 % vuodesta 2005 vuoteen 2030. Tämän suuruinen suoritteiden kasvu syö väistämättä osan teknisen kehityksen ja biopolttoainesten tuomista päästövähennyksistä. Helsingin seudun liikennejärjestelmäsuunnitelman (HLJ 2011) valmistelutyössä on myös kiinnitettävä huomioita suoritteiden kasvun hillintään esim. maankäytön suunnittelulla ja joukkoliikenteen edistämällä, jotta liikenteen päästöjen vähentäminen onnistuisi tavoitteiden mukaisesti.

Kuvassa 9 on YTV:n laskemat ennusteet suoritteista vuosille 2020 ja 2030 verrattuna vuoden 2005 tilanteeseen. Henkilö- ja pakettiautojen suoritteiden oletetaan kasvavan luokkaa 30 % vuoteen 2020 ja 40 % vuoteen 2030 mennessä. Muissa ajoneuvoryhmissä ennustettu kasvu on huomattavasti maltillisempaa.



Kuva 9. Ennuste suoritteiden suhteellisesta kasvusta pääkaupunkiseudulla.

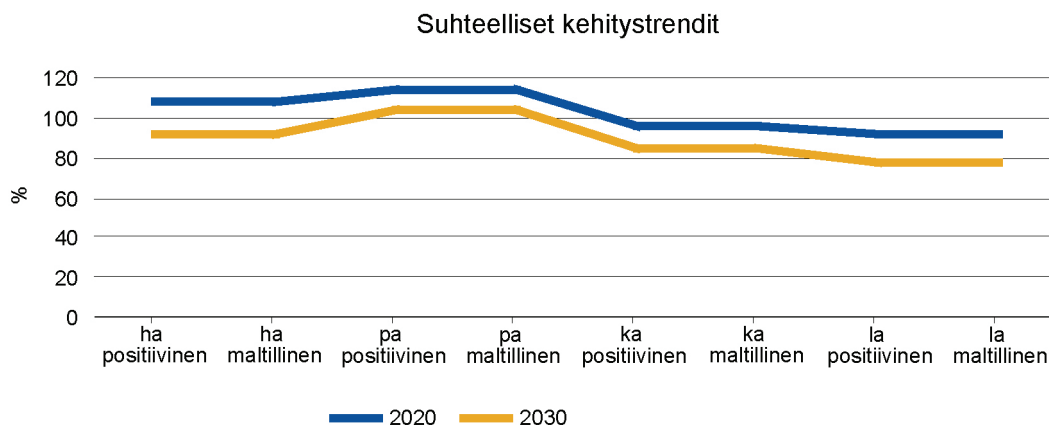
5 Yhteenveto ja johtopäätökset

Ajoneuvotekninen kehitys ja biopolttoaineiden käyttöönotto voivat leikata pääkaupunkiseudun autoliikenteen ominaispäästöjä suuruusluokkaa 15–20 % vuoteen 2020 ja 30–40 % vuoteen 2030 mennessä.

Erittäin voimakkaaseen tekniseen kehitykseen ja ajoneuvokannan uudistumiseen perustuvassa skenaariossa erilaisilla energiatehokkuuden, biopolttoaineiden ja sähköautojen edistämistimenpiteillä henkilöautoliikenteen keskimääräinen CO₂-ominaispäästö voisi laskea jopa puoleen nykyisestä vuoteen 2030 mennessä. Jotta CO₂-päästöjen vähennystavoitteet voisivat toteutua, tulee kuitenkin samanaikaisesti kyetä hillitsemään ajoneuvoliikenteen suoritteiden kasvua.

Pääkaupunkiseudun liikennejärjestelmäsuunnitelmassa 2007 (PLJ 2007) arvioitiin, että pääkaupunkiseudun henkilöautoliikenteen kilometrisuorite kasvaa 40 % vuodesta 2005 vuoteen 2030. Tämän suuruinen suoritteiden kasvu syö väistämättä osan teknisen kehityksen ja biopolttoaineiden tuomista päästövähennyksistä. Tästä syystä Helsingin seudun liikennejärjestelmäsuunnitelman (HLJ 2011) valmistelutyössä on myös kiinnitettävä huomiota suoritteiden kasvun hillintään esim. maankäytön käytön suunnittelulla ja joukkoliikenteen edistämisellä.

Kuvassa 10 on esitetty ajoneuvotekniikan, polttoainetekniikan ja ennustetun suoritteiden kasvun yhteisvaikutus suhteellisiin CO₂-päästöihin. Laskennassa käytetyillä olettamuksilla henkilö- ja pakettiautojen CO₂-päästöt kasvavat vuoteen 2020 asti ja laskevat vasta vuonna 2030. Maltillisen skenaarion mukaan pakettiautojen päästöt lisääntyvät vielä vuoteen 2030 asti. Kuorma-autojen ja bussien päästöt laskevat jo vuoteen 2020 mennessä.

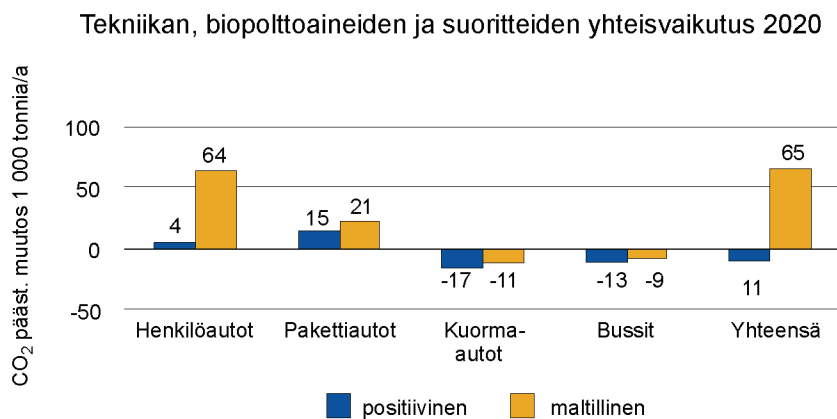


Kuva 10. Suhteellinen CO₂-päästökehitys eri ajoneuvoluokissa tekninen potentiaali ja ajosuoritteiden kasvu huomioiden. Kaksi ajoneuvoteknistä kehitysskenaariota, positiivinen ja maltillinen.

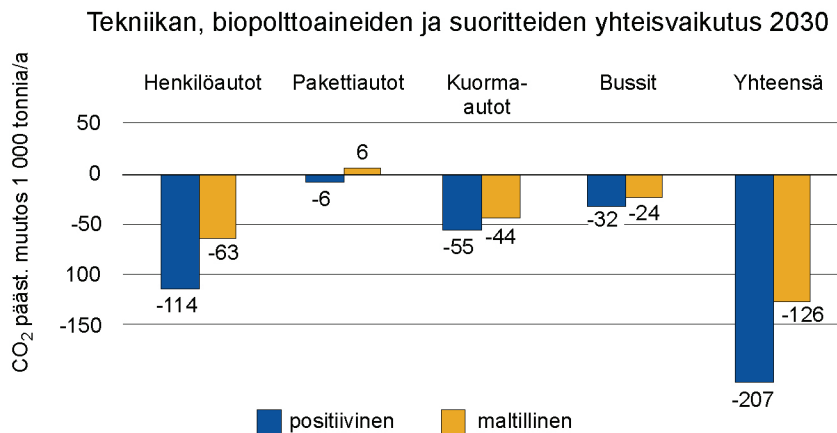
Kuvissa 11 ja 12 osoitetaan, mikä tekniikan ja suoritteiden kokonaisvaikutus eri ajoneuvoryhmien absoluuttisiin CO₂-päästömääriin pääkaupunkiseudulla voisi olla. Absoluuttiset tulokset kuvaavat suhteellisia tuloksia paremmin, mihin ajoneuvoryhmiin tulisi kiinnittää erityistä huomiota päästöjen vähentämisessä. Kuvasta 11 nähdään, että vuoden 2020 osalta erityisesti henkilö- ja

pakettiautojen CO₂-päästöihin tulisi kiinnittää huomiota. Henkilöautoihin, joissa sekä suhteellinen että absoluuttinen vähennyspotentiaali on suurin, liittyy epävarmuus siitä, siirtyvätkö autojen ostajat todella vähäpäästöisiin pieniin automalleihin. Analyysin mukaan pakettiautot ovat ongelmallisin ajoneuvoryhmä vuonna 2030. Bussien päästöjä voitaisiin alentaa kehittämällä kilpailutusjärjestelmää edelleen CO₂-päästöt huomioivaksi.

Laskelman mukaan pääkaupunkiseudun autoliikenteen CO₂-päästöt ovat suhteessa nykytilanteeseen +5– -1 % vuonna 2020 ja -10– -16 % vuonna 2030. Näin ollen on ilmeistä, ettei asetettuja päästötavoitteita saavuteta pelkästään ajoneuvo- ja polttoaineteknisin toimenpitein, vaan myös liikennemäärien kasvuun on puututtava.



Kuva 11. Suhteellinen CO₂-päästökehitys eri ajoneuvoluokissa tekninen potentiaali ja ajosuoritteiden kasvu huomioiden. Kaksi ajoneuvoteknistä kehitysskenaariota, positiivinen ja maltillinen. Ennuste vuodelle 2020.



Kuva 12. Suhteellinen CO₂-päästökehitys eri ajoneuvoluokissa tekninen potentiaali ja ajosuoritteiden kasvu huomioiden. Kaksi ajoneuvoteknistä kehitysskenaariota, positiivinen ja maltillinen. Ennuste vuodelle 2030.

Lyhenteet

HLJ	Helsingin seudun liikennejärjestelmäsuunnitelma
PLJ	Pääkaupunkiseudun liikennejärjestelmäsuunnitelma
ILPO	Liikenne- ja viestintäministeriön hallinnonalan ilmastopoliittinen ohjelma

Päästökomponentit

CO	hiilimonoksidi
CO ₂	hiilidioksidi
HC, THC	hiilivedyt, kokonaishiilivedyt
NH ₃	ammoniakki
NMHC	ei-metaani hiilivedyt
NO _x	typen oksidit
NO	typpimonoksidi
NO ₂	typpidioksidi
PM	hiukkaset, hiukkasmassa (particulate matter)
VOC	haihtuva orgaaninen yhdiste (volatile organic compound)

Ajoneuvotekniikka

CCS	yhdistetty työkierto (combined combustion system)
CRT	jatkuvasti regeneroituva varsinainen hiukkassuodatin (continuously regenerating particulate filter)
EEV	ympäristöystävällinen auto (enhanced environmentally friendly vehicle)
EGR	pakokaasujen takaisinkierätyks (exhaust gas recirculation)
Euro	ajoneuvojen päästöluokat
FFV	etanoliauto (fuel flexible vehicle)
HPDI	kaasumaisen polttoaineen suoraruiskutustekniikka (high pressure direct injection)
SCR	selektiivinen katalyyttinen pelkistys, ureakatalysaattori (selective catalyst reduction)
BEV	akkusähköauto (battery electric vehicle)
HEV	autonominen hybridi (hybrid electric vehicle)
PHEV	verkosta ladattava hybridi (plug-in hybrid electric vehicle)
EREV	verkosta ladattava hybridi toteutettuna sarjahybridiratkaisuna (extended range electric vehicle)
FCV	polttokennoauto, oletusarvona hybridinä toteutettuna (fuel cell vehicle)

Polttoaineet

BTL	kaasutietä biomassasta valmistettu biopolttoaine (biomass-to-liquids)
CTL	kaasutustietä hiilestä valmistettu polttoaine (coal-to-liquids)
GTL	synteesikaasuteknologialla maakaasusta valmistettu polttoaine
XTL	yleisnimitys parafiiniselle dieselpolttoaineelle
HVO	vetykäsitelty kasviöljy (hydrotreated vegetable oil)

NExBTL	Neste Oilin kauppanimi HVO:lle
FAME	perinteinen biodiesel (fatty acid methyl ester)
RME	rypsipohjainen perinteinen biodiesel (rapeseed methyl ester)
E5, E10, E85	etanoliseos jossa numero ilmoittaa etanolipitoisuuden (loppuosa bensiiniä tai hiilivetyjä)
ETBE	etyylitertiääributyylieetteri
MTBE	metyyliitertiääributyylieetteri
CNG	paineistettu maakaasu (compressed natural gas)
LNG	nesteytetty maakaasu (liquefied natural gas)
DME	dimetyylieetteri

Muut lyhenteet

CCS	hiilidioksidin erottelu ja varastointi (carbon capture and storage/sequestration)
CDM	Kioto-sopimuksen mukainen tasausjärjestelmä (clean development mechanism)
CEN	eurooppalainen standardoimisjärjestö
EN	eurooppalainen normi
EU	Euroopan unioni
EY	Euroopan yhteisö
ETS	päästökauppa (emission trading system)
GHG	kasvihuonekaasu (greenhouse gas)
ITS	älykäs liikennejärjestelmä (intelligent transportation system)
LEZ	ympäristövyöhyke (low emission zone)
LCA	elinkaaritarkastelu (life cycle analysis)
RES	uusiutuvaa energiaa koskeva direktiivi (renewable energy sources)
WTW	polttoaineen elinkaari (well-to-wheel)

**YTV Pääkaupunkiseudun
yhteistyövaltuuskunta**

Liikenne

PL 521 (Opastinsilta 6 A), 00521 Helsinki
Puhelin (09) 156 11, faksi (09) 156 1369
etunimi.sukunimi@ytv.fi

**Huvudstadsregionens
samarbetsdelegation**

Trafik

PB 521 (Semaforbron 6 A), 00521 Helsingfors
Telefon (09) 156 11, telefax (09) 156 1369
fornamn.efternamn@ytv.fi

YTV:n julkaisuja 28/2009

ISSN 1796-6965
ISBN 978-951-798-771-4 (nid.)
ISBN 978-951-798-770-7 (pdf)